

# Paradoxos da evolução tecnológica na sociedade contemporânea

**Luis Felipe Rodrigues**

*Bacharel em Ciências da Computação pela  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Pós-Graduado em Ciências Humanas, Sociologia,  
História e Filosofia pela PUCRS*

## RESUMO

A tecnologia tem transformado a sociedade há séculos, em ramos tão diversos quanto agricultura, medicina e transportes, entre outros. Nas últimas décadas, em especial, o mundo tem assistido a evoluções tecnológicas em velocidades sem precedentes. Tal situação causa impacto direto no desenvolvimento da sociedade e na estrutura social correspondente. Este artigo visa analisar alguns aspectos, positivos e negativos, da evolução tecnológica na sociedade, especialmente os efeitos em termos de desenvolvimento humano, econômico e social.

Palavras-Chave: Tecnologia. Ciência. Sociedade. IDH.

## ABSTRACT

Technology has transformed society for centuries, in fields as diverse as agriculture, medicine and transport, among others. In the last decades, in particular, the world has witnessed technological developments at unprecedented speeds. Such a situation has a direct impact on the development of society and the corresponding social structure. This article aims to analyze some aspects, positive and negative, of technological evolution in society, especially the effects in terms of human, economic and social development.

Keywords: Technology. Science. Society. HDI.

## Introdução

A ciência e a tecnologia têm transformado profundamente a sociedade, desde o início do uso de ferramentas rudimentares e do domínio das primeiras técnicas agrícolas, que permitiram

ao homem abandonar o estilo de vida nômade, até as tecnologias do início do século XXI, as quais permitem comunicações virtualmente instantâneas entre quaisquer dois locais no mundo.

As transformações na sociedade impactam diretamente o modo de vida dos seres humanos. De uma natureza nômade de caçadores e coletores em meio à natureza, passamos em relativamente pouco tempo a um estilo de vida urbano, sedentário e ansiogênico. Dessa forma, é plausível nos perguntarmos: as transformações advindas da evolução tecnológica têm gerado mais benefícios ou efeitos negativos à sociedade?

Para responder a esta pergunta, realizaremos uma revisão da literatura sobre o tema, buscando correlacionar inovações tecnológicas com dados e informações sobre indicadores econômicos e sociais. Inicialmente, apresentaremos um histórico dos principais avanços tecnológicos (técnicas agrícolas, imprensa, medicina, revolução industrial, eletricidade, comunicações, entre outros) que impactaram a vida da sociedade e a relação destes com os indicadores citados. Em seguida, focaremos principalmente na evolução, nas últimas décadas, de duas das áreas mais importantes da atual era da informação: computação e telecomunicações. Avaliaremos o impacto dessas tecnologias no modo de vida, nas interações sociais, na cultura e na educação dos indivíduos, entre outros aspectos. Por fim, avaliaremos possíveis consequências futuras de tecnologias em ascensão nos dias de hoje.

Em uma sociedade altamente dependente da tecnologia, baseada em evoluções decorrentes especialmente de áreas das ciências exatas, é de extrema importância que estudos das áreas de ciências humanas nos ajudem a compreender e lidar com essas transformações. Este trabalho visa colaborar neste sentido.

## **1 Desenvolvimento**

### **1.1 Breve história do desenvolvimento tecnológico até o século XXI**

Por milhares de anos, nossos ancestrais viveram de forma nômade, sobrevivendo com base nos recursos naturais disponíveis, alimentando-se principalmente da coleta de frutos e da caça de animais. O desenvolvimento de ferramentas rudimentares e o domínio do fogo representaram inovações fundamentais em nossa história. Em especial, o consumo de alimentos cozidos a partir do uso do fogo permitiu a absorção mais eficiente dos nutrientes e aumentou drasticamente a quantidade de energia

disponível para o ser humano, potencializando a evolução humana e, em especial, seu desenvolvimento cerebral (BELO, 2017).

A capacidade cerebral diferenciada do ser humano propiciou o desenvolvimento de novas ferramentas e técnicas. Com o tempo, essas técnicas permitiram o cultivo de alimentos e a domesticação dos animais, possibilitando que o homem criasse raízes em um local. Essa mudança, conhecida como Revolução Agrícola, ocorreu há cerca de 10 mil anos, quando surgiram os primeiros vilarejos e cidades.

Desde então, o desenvolvimento de diversas tecnologias foi impulsionado ao longo dos séculos. Inovações em áreas distintas, como agricultura, metalurgia, indústria têxtil e de navegação, entre outras, levaram a mudanças graduais na sociedade. A criação da primeira máquina de impressão no séc. XV, por exemplo, propiciou um enorme avanço na divulgação de informações e do conhecimento, ainda que restrita a uma parcela reduzida da sociedade.

Entretanto, os avanços tecnológicos anteriores ao século XVII, tais como moinhos de vento e a tecnologia de irrigação, não resultaram em um crescimento econômico sustentável. No período pré-industrial, eles elevaram os padrões de vida temporariamente e aumentaram o tamanho da população de forma permanente (ROSER, 2013).

O crescimento das cidades trouxe novos desafios, como os problemas decorrentes de falta de saneamento e a conseqüente proliferação de doenças. Apenas a partir do final do século XIV começaram a surgir avanços significativos na medicina, como a invenção do microscópio e a descoberta da relação entre doenças e contaminação por micro-organismos. Essas inovações, entre outras, foram responsáveis por reduções notáveis nos índices de mortalidade e pelo aumento da expectativa de vida, como veremos adiante.

A Revolução Industrial, no século XVIII, transformou profundamente a forma de viver da sociedade, a partir do surgimento de máquinas que alteraram de forma radical os processos de produção. Houve a substituição da energia humana e animal pela inanimada, com eficiência multiplicada, bem como a aceleração da troca da capacidade humana por instrumentos mecânicos e a descoberta e melhoria de métodos de obtenção e elaboração de matérias-primas (DATHEIN, 2003). Esta revolução também altera o estilo de vida do homem, que passa a migrar massivamente do campo para a cidade, muitas vezes sujeitando-se a condições degradantes de trabalho.

No século XIX, ocorreram avanços notáveis no domínio da eletricidade. A partir da descoberta de como produzir energia elétrica a partir da variação do campo magnético que percorre um elemento condutor, surgiram diversas aplicações na geração de correntes elétricas. Com o avanço do conhecimento sobre eletricidade e eletromagnetismo, foi aberto um amplo leque de possibilidades para novas tecnologias do futuro, tais como lâmpadas elétricas, telégrafo, dispositivos eletrônicos, rádios, televisores, telefones, computadores e comunicações via rádio.

As novas condições de trabalho, conflitos regionais, políticos e étnicos, contudo, resultaram em duas grandes guerras mundiais. A Segunda Guerra, em especial, teve como efeito colateral uma aceleração do desenvolvimento tecnológico motivado por objetivos militares. Um dos primeiros dispositivos computacionais é desenvolvido, com o objetivo de decifrar mensagens criptografadas, contribuindo significativamente para os rumos da guerra. Desenvolve-se a energia nuclear, que acaba sendo utilizada ao final do conflito mundial.

O domínio da tecnologia nuclear pelas duas maiores potências mundiais pós-guerra, as quais passam a ser antagônicas ao final do conflito, leva o mundo a uma guerra fria entre Estados Unidos e União Soviética, que persiste durante décadas. A disputa entre as duas superpotências estimula o desenvolvimento de tecnologias espaciais, como o lançamento de foguetes ao espaço, a tecnologia de satélites e o desenvolvimento da estação espacial internacional.

A partir da criação do transistor, a evolução computacional começa a acelerar-se. Nos anos 1970, são criadas as primeiras redes de computador em ambientes restritos. Em paralelo, há uma ampliação das redes de telefonia e das comunicações via rádio e via satélite. A capacidade de processamento computacional passa a evoluir rapidamente nos anos seguintes. Gordon Moore e Ray Kurzweil perceberam que a taxa de crescimento e a de eficiência das tecnologias dobravam a cada 18 meses, gerando um crescimento exponencial no desempenho dos equipamentos (BROCK, 2006).

A partir dos anos 1980, são desenvolvidas interfaces mais amigáveis aos usuários, possibilitando o surgimento dos primeiros computadores pessoais, enquanto as primeiras redes de telefonia celular entram em operação. O início do uso de equipamentos de transmissão via fibra ótica possibilita um amplo incremento das taxas de transmissão de dados. A expansão da internet e da telefonia celular ocorre nos anos 1990, e as duas áreas fundem-se com a massificação do uso de smartphones nos anos 2000.

## 1.2 Impactos da tecnologia na sociedade

Para avaliarmos se predominam mais aspectos positivos ou negativos a partir do impacto das tecnologias, iremos realizar algumas comparações entre desenvolvimento tecnológico ao longo da história com diferentes indicadores sociais em períodos similares. Os gráficos apresentados a seguir foram obtidos de artigos disponíveis na plataforma <https://ourworldindata.org>, uma iniciativa que apresenta uma ampla gama de indicadores mundiais.

Os dois gráficos a seguir apresentam dados sobre inovações importantes dos últimos séculos, de forma que os consideraremos como parâmetro de comparação para a evolução tecnológica. O Gráfico 1 apresenta a expansão de tecnologias diversas no EUA entre 1800 e 2003. O Gráfico 2 refere-se à disponibilidade de serviços essenciais, como água encanada e energia elétrica, nos lares norte-americanos entre 1860 e 2005 (RITCHIE, 2017).

Compararemos esses dados, inicialmente, com o crescimento populacional e econômico nos últimos séculos, que são apresentados a seguir nos gráficos 3 e 4. Percebe-se, claramente, uma correlação entre o desenvolvimento tecnológico e o crescimento populacional e econômico nos dois últimos séculos, em especial no período após a Revolução Industrial.

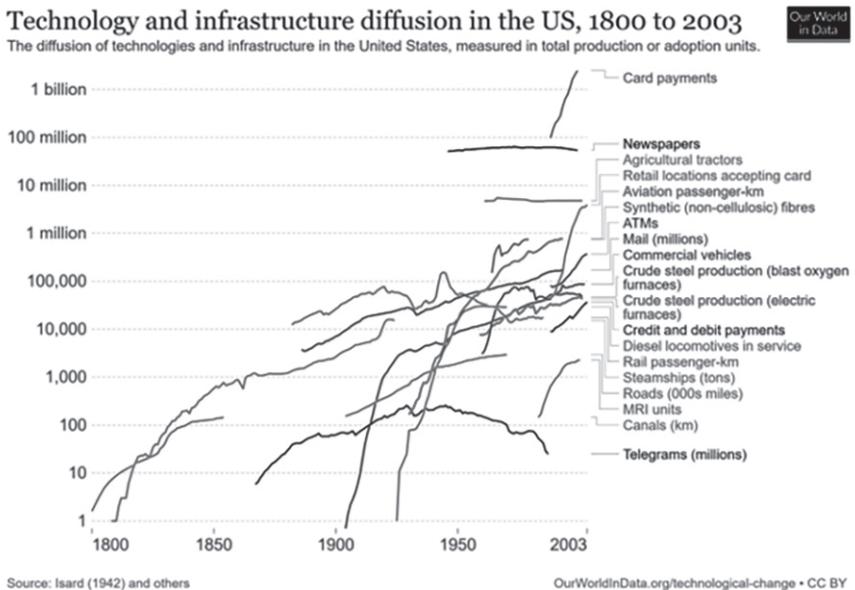


Gráfico 1 – Difusão de Tecnologias

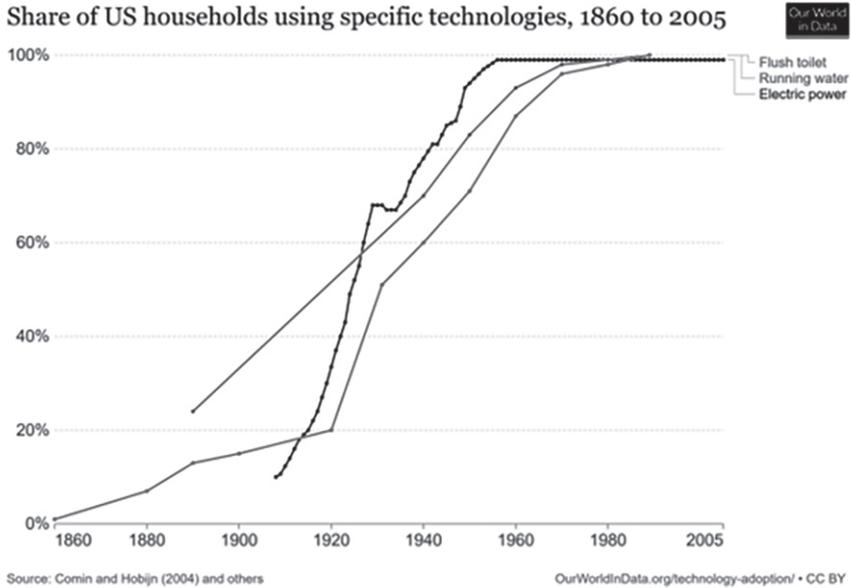


Gráfico 2 – Disponibilidade de Tecnologias

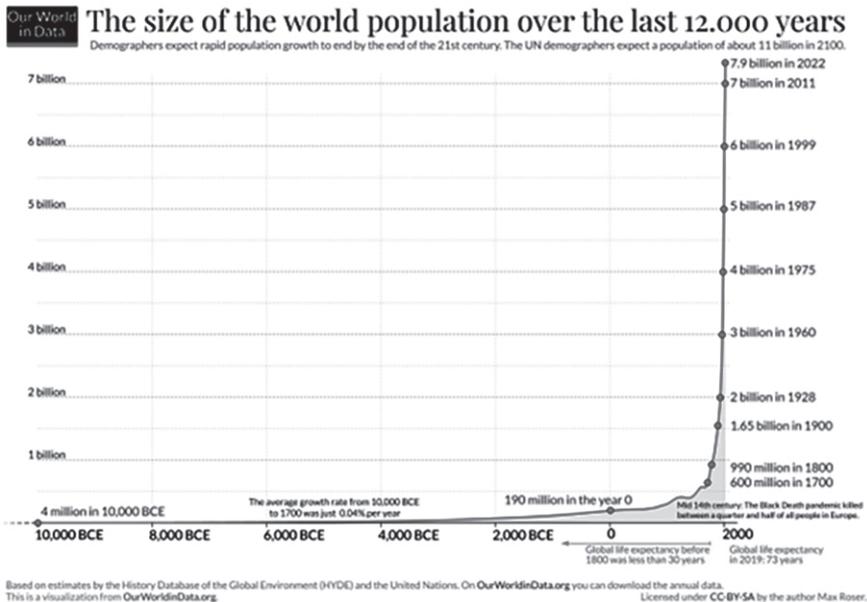
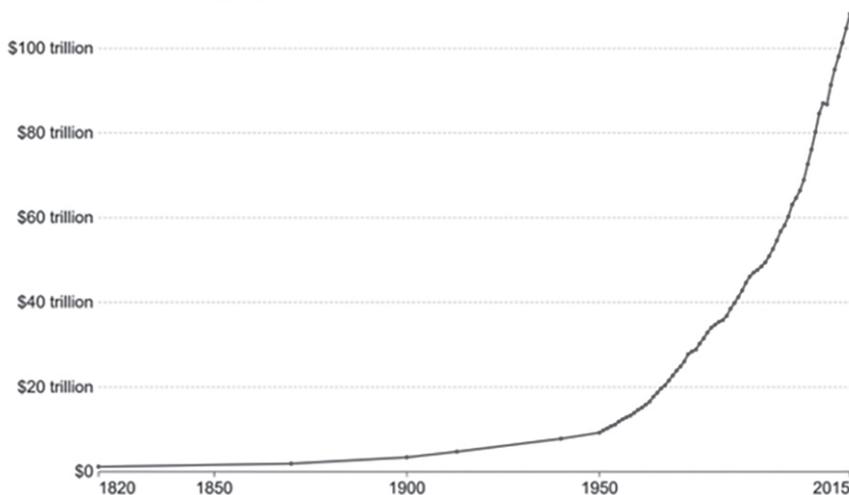


Gráfico 3 – Crescimento Populacional Mundial

## World GDP over the last two millennia

Total output of the world economy; adjusted for inflation and expressed in international-\$ in 2011 prices.



Source: World GDP - Our World In Data based on World Bank & Maddison (2017)

OurWorldInData.org/economic-growth - CC BY

Gráfico 4 – Crescimento Econômico Mundial

O crescimento econômico é importante porque é um meio para outros fins. A prosperidade crescente possibilita o acesso de pessoas à alimentação, à saúde, à educação, ao entretenimento, à férias e muito mais. O crescimento econômico sustentável é um fenômeno muito recente, como o gráfico demonstra, tendo sido alcançado apenas nos últimos 200 anos e, de maneira mais significativa, na segunda metade do século XX.

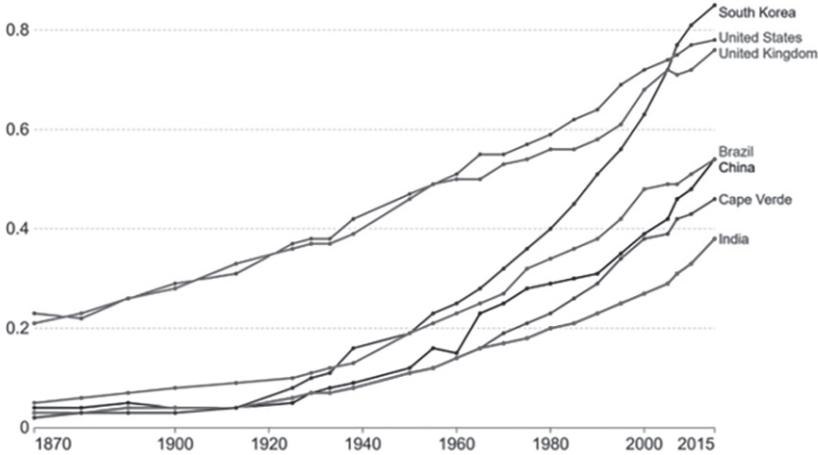
No entanto, seria errado focar apenas nesse indicador. Por isso, é importante considerarmos outras métricas, tais como saúde, educação, desigualdade social e impacto humano no meio ambiente, entre outros. O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é um índice que mede as principais dimensões do desenvolvimento humano. As três dimensões principais são expectativa de vida, escolaridade e renda nacional bruta *per capita*.

O historiador econômico Leandro Prados de la Escosura calculou o IDH ao longo de dois séculos. No Gráfico 5, são mostrados os dados de alguns países, para dar uma perspectiva de longo prazo sobre o desenvolvimento humano. Nota-se, novamente, uma correlação significativa com o período de ampliação do desenvolvimento tecnológico.

### Historical Index of Human Development, 1870 to 2015



The Historical Index of Human Development (HIHD) is a summary measure of average achievement in three key dimensions of human development: a long and healthy life, being knowledgeable and having a decent standard of living.



Source: Prados de la Escosura (2018)

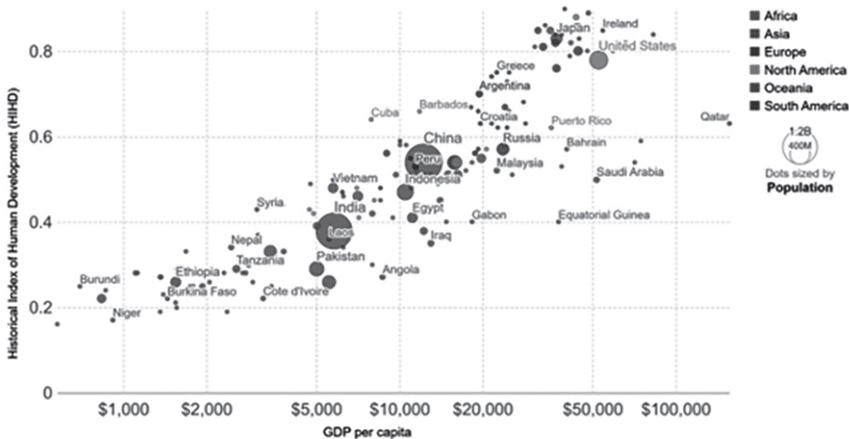
OurWorldInData.org/human-development-index • CC BY

Gráfico 5 – Histórico do IDH

### Historical Index of Human Development vs. GDP per capita, 2015



Historical Index of Human Development (HIHD), measured from 0 to 1 (where highest is best) versus gross domestic product (GDP) per capita, measured in 2011 international-\$. HIHD is a composite measure of development derived from the variables average life expectancy, literacy rates, educational enrolment and GDP per capita.



Source: Prados de la Escosura (2018), Maddison Project Database 2020 (Bolt and van Zanden (2020))  
OurWorldInData.org/human-development-index • CC BY

Gráfico 6 – Relação entre IDH e PIB per capita

O Gráfico 6 demonstra que há uma correlação entre países mais ricos e níveis mais altos de IDH. Isso ocorre em parte porque a renda média é, em si, uma das três dimensões medidas pelo IDH e em parte porque as outras duas dimensões, educação e saúde, estão correlacionadas com o PIB *per capita*.

A expectativa de vida permaneceu bastante estável durante a maior parte da história, até a humanidade começar a progredir significativamente no tratamento de doenças, há apenas algumas gerações. Sem medidas de saúde pública e sem medicamentos eficazes, as doenças estavam matando a maioria das pessoas em uma idade muito jovem. Essa era a realidade da humanidade até muito recentemente.

A expectativa de vida dobrou em todas as regiões do mundo nos últimos séculos. Globalmente, a expectativa de vida aumentou de uma média de 29 anos na era pré-industrial para 73 anos em 2019. O Gráfico 7 apresenta dados sobre a expectativa de vida em diferentes regiões do mundo.

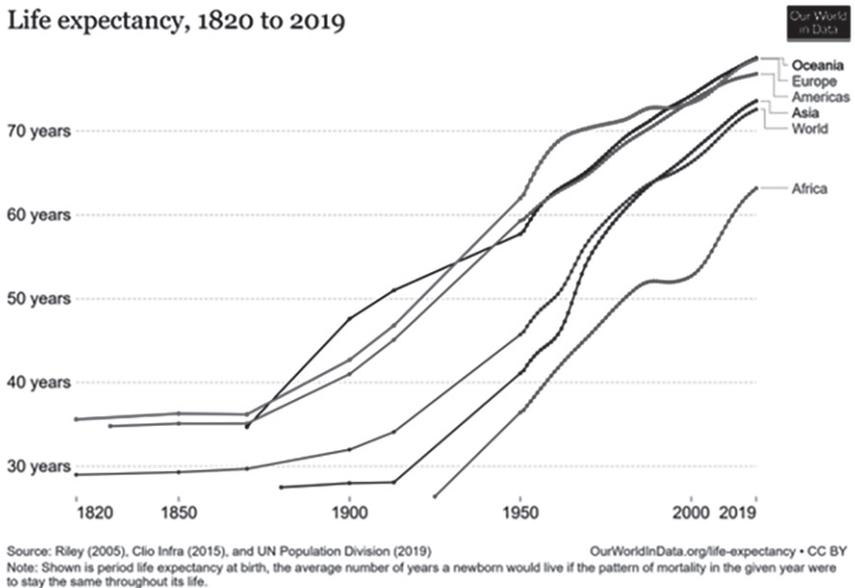


Gráfico 7 – Expectativa de Vida

Outro indicador importante é o de mortalidade infantil, o qual foi reduzido rapidamente a partir do Iluminismo. Há alguns séculos, a mortalidade infantil era muito alta: na Suécia do século XVIII, morria um terço das crianças, e na Alemanha do

século XIX, morria uma em cada duas crianças. Com o declínio da pobreza e o aumento do conhecimento e dos serviços no setor da saúde, a mortalidade infantil em todo o mundo diminuiu rapidamente: a mortalidade infantil global caiu de 19% em 1960 para pouco menos de 4% em 2017. Nos países ricos, hoje a mortalidade infantil é muito inferior a 1%. O declínio dos níveis globais de mortalidade infantil é apresentado no Gráfico 8.

### Global child mortality

Share of the world population dying and surviving the first 5 years of life.

Our World  
in Data



Source: Gapminder and the World Bank

OurWorldInData.org/child-mortality • CC BY

Gráfico 8 – Mortalidade Infantil

Vale destacar que os progressos na sociedade nunca ocorreram de forma equilibrada, em função da desigualdade social. A desigualdade econômica nas sociedades pré-modernas era extremamente alta, e a pessoa média vivia em condições que hoje chamaríamos de extrema pobreza. Houve avanços nos últimos séculos, mas a questão ainda é um grande desafio. O Gráfico 9 apresenta a distribuição dos rendimentos no mundo em 3 pontos no tempo.

Em 1800, poucos países haviam alcançado crescimento econômico. O gráfico mostra que a maior parte do mundo vivia na pobreza com uma renda semelhante à dos países mais pobres hoje. Em 1975, o mundo mudou, tornou-se muito desigual. O mundo se dividiu em um mundo pobre e em desenvolvimento e um mundo desenvolvido que era mais de 10 vezes mais rico. Quarenta anos depois, a distribuição de renda mundial mudou novamente. Em muitos países mais pobres, especialmente no

Sudeste Asiático, a renda cresceu mais rapidamente do que nos países ricos. Embora permaneçam enormes diferenças de renda, o mundo não se divide mais em dois grupos de países “desenvolvidos” e “em desenvolvimento”. A renda de muitos dos cidadãos mais pobres do mundo aumentou, e a pobreza extrema caiu mais rápido do que nunca na história da humanidade. Em 1800, 90% das pessoas viviam abaixo da linha da pobreza; em 2010, esse valor foi reduzido para 9%.

**Global income distribution in 1800, 1975, and 2015** Our World in Data

Income is measured by adjusting for price changes over time (inflation) and for price differences between countries (purchasing power parity (PPP) adjustment). These estimates are based on reconstructed National Accounts and within-country inequality measures. Non-market income (e.g. through home production such as subsistence farming) is taken into account. The International Poverty Line is set by the United Nations and is the poverty line that defines extreme poverty.

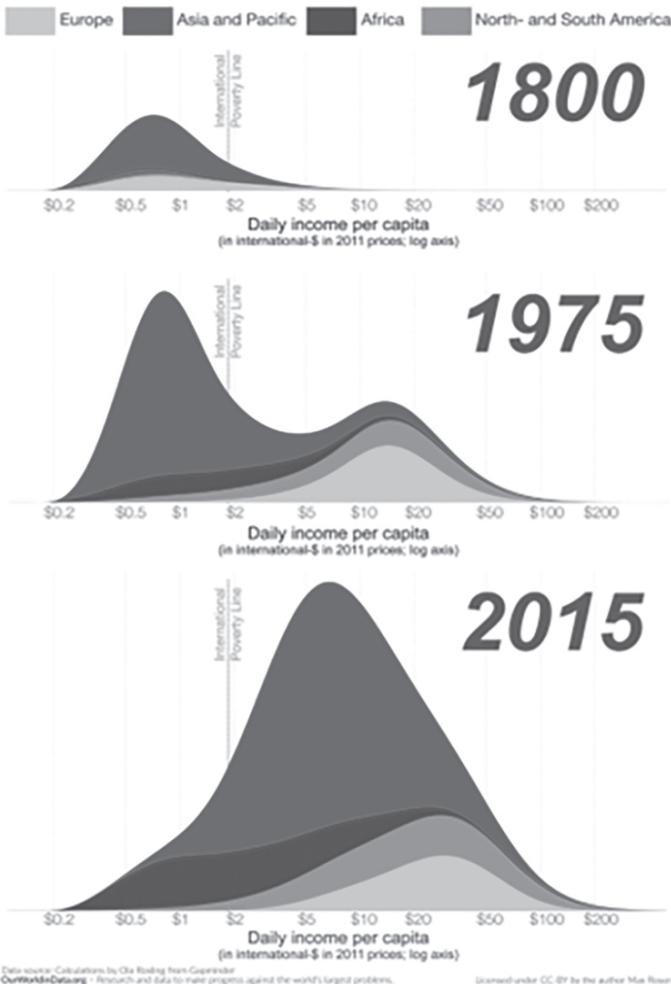


Gráfico 9 – Desigualdade Social

Segundo Thomas Piketty, os períodos de menor desigualdade no século XX foram consequência das grandes guerras, das mobilizações dos trabalhadores e de outros elementos pontuais. Nos Estados Unidos, antes da Primeira Guerra Mundial, os 10% mais ricos da população ficavam com algo entre 45 e 50% da renda nacional. Em meados do século XX, essa proporção chegou a ser reduzida para algo em torno de 30% a 35% nos anos 1940, mantendo-se relativamente estável até os anos 1980. Desde então, porém, a parte da renda nacional que fica com o grupo dos 10% mais ricos voltou a crescer e alcançou patamares semelhantes ao início do século (PIKETTY, 2014).

Além da desigualdade global, outro desafio é a desigualdade dentro de cada país. O Brasil possui um dos maiores níveis de desigualdade do mundo. No final do século XX, enquanto os 10% mais ricos concentravam 50% da riqueza brasileira, a população pobre representava cerca de 30% da população total. Já nos países com renda *per capita* similar à brasileira, a taxa de pobreza correspondia a menos de 10% (BARROS, 2000). Dessa forma, se o Brasil tivesse um nível de desigualdade igual à média desses países, a taxa de pobreza seria reduzida em aproximadamente dois terços.

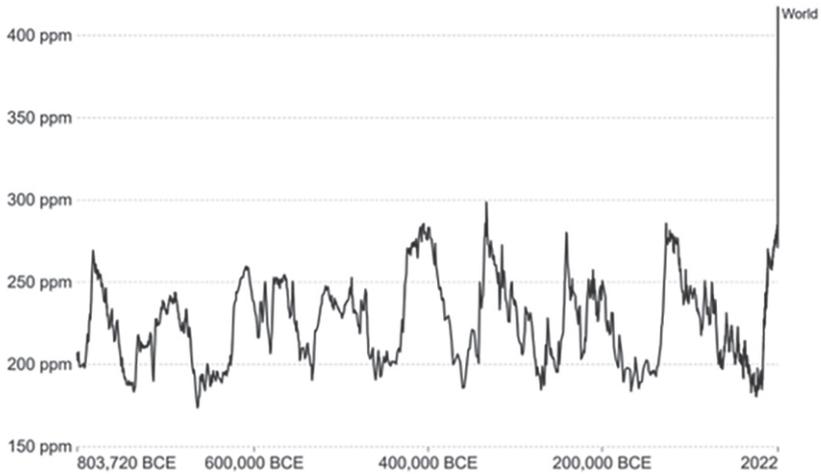
Outro grande desafio do avanço massivo de uso de tecnologias em nossos tempos é alcançar crescimento econômico e, ao mesmo tempo, reduzir urgentemente o nosso impacto no meio ambiente.

No Gráfico 10, vemos as concentrações médias globais de gás carbônico na atmosfera nos últimos 800.000 anos. Durante esse período, ocorreram flutuações periódicas nas concentrações de CO<sub>2</sub>, que coincidem com o início das eras glaciais e interglaciais, causadas por mudanças na órbita da Terra ao redor do sol (RITCHIE, 2020). Durante esse longo período, as concentrações atmosféricas nunca ultrapassaram 300 partes por milhão (ppm). Mas, após a Revolução Industrial e o aumento das emissões decorrentes da queima de combustíveis fósseis, as concentrações ultrapassaram rapidamente a marca de 400 ppm, especialmente nas últimas décadas.

Uma alta concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera provoca um aumento da temperatura média da Terra e gera um risco de efeito estufa no planeta, que pode levar a uma situação irreversível. Uma taxa de mudança tão abrupta é especialmente problemática, pois dá às espécies e aos ecossistemas muito menos tempo para se adaptar. O aumento da temperatura média global é apresentado no Gráfico 11.

### Global atmospheric CO<sub>2</sub> concentration

Atmospheric carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) concentration is measured in parts per million (ppm). Long-term trends in CO<sub>2</sub> concentrations can be measured at high-resolution using preserved air samples from ice cores.



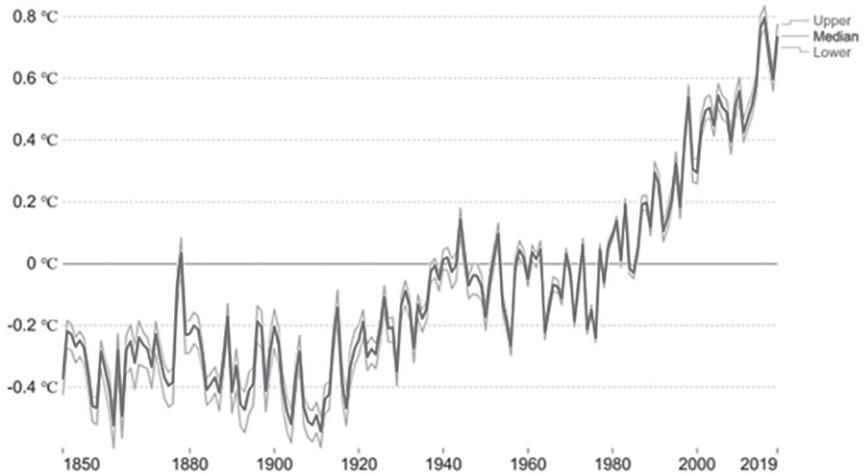
Source: National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)

CC BY

Gráfico 10 – Concentração de CO<sub>2</sub> atmosférico

### Average temperature anomaly, Global

Global average land-sea temperature anomaly relative to the 1961-1990 average temperature



Source: Hadley Centre (HadCRUT4)

OurWorldInData.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions - CC BY

Note: The red line represents the median average temperature change, and grey lines represent the upper and lower 95% confidence intervals.

Gráfico 11 – Aquecimento Global

Quase todo o aquecimento global, desde 1850, pode ser atribuído às emissões humanas. O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) afirma claramente em seu relatório de avaliação AR5:

As emissões antropogênicas de gases de efeito estufa aumentaram desde a era pré-industrial, impulsionadas em grande parte pelo crescimento econômico e populacional, e agora estão mais altas do que nunca. Isso levou a concentrações atmosféricas de dióxido de carbono, metano e óxido nitroso sem precedentes nos últimos 800.000 anos. Seus efeitos, juntamente com os de outros fatores antropogênicos, foram detectados em todo o sistema climático e são extremamente prováveis de terem sido a causa dominante do aquecimento observado desde meados do século XX.

Um clima em mudança tem uma série de potenciais impactos ecológicos, físicos e de saúde, incluindo eventos climáticos extremos (como enchentes, secas, tempestades e ondas de calor). Por essa razão, a questão climática tem causado grandes preocupações à sociedade – ainda que as ações efetivamente adotadas estejam muito aquém do necessário.

Até aqui, vimos a correlação de indicadores com o desenvolvimento tecnológico, tanto positivos (como crescimento econômico e expectativa de vida), quanto negativos (como emissão de gás carbônico e aquecimento global). Mas como isso se reflete no bem-estar das pessoas?

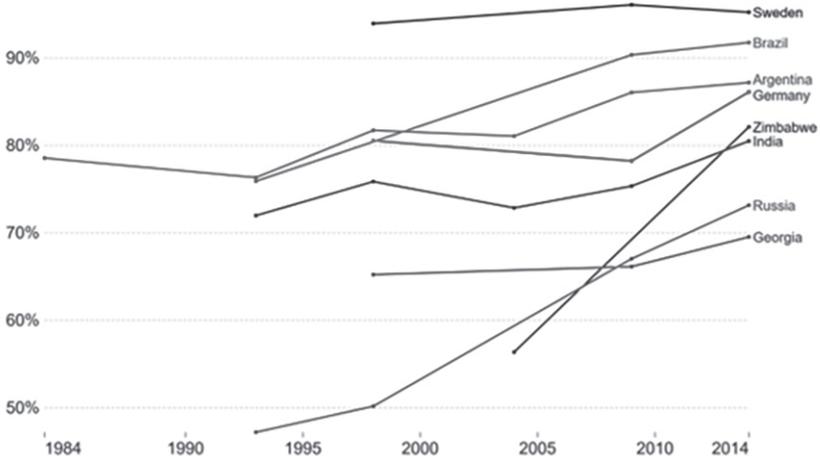
A World Value Survey coleta dados de uma série de pesquisas nacionais representativas, cobrindo quase 100 países, com as primeiras estimativas datando de 1981 (ORTIZ-OSPINA, 2013). Nessas pesquisas, pergunta-se aos respondentes: “Considerando todas as coisas, você diria que é (I) Muito feliz, (II) Bastante feliz, (III) Não muito feliz ou (IV) Nada feliz”. Essa visualização traça a proporção de pessoas que respondem que estão muito felizes ou bastante felizes.

Na maioria dos países, a tendência é positiva: em 49 dos 69 países com dados de duas ou mais pesquisas, a observação mais recente é maior que a mais antiga. Se compararmos os relatórios de satisfação com a vida de todo o mundo em um determinado momento, vemos que os países com rendas nacionais médias mais altas tendem a ter pontuações médias mais altas de satisfação com a vida. Em outras palavras: as pessoas em países mais ricos

tendem a relatar maior satisfação com a vida do que as pessoas em países mais pobres. O Gráfico 13 ilustra esta tendência.

### Share of people who say they are happy, 1984 to 2014

Share of people who say they are 'very happy' or 'rather happy'.



Source: World Value Survey (2014)

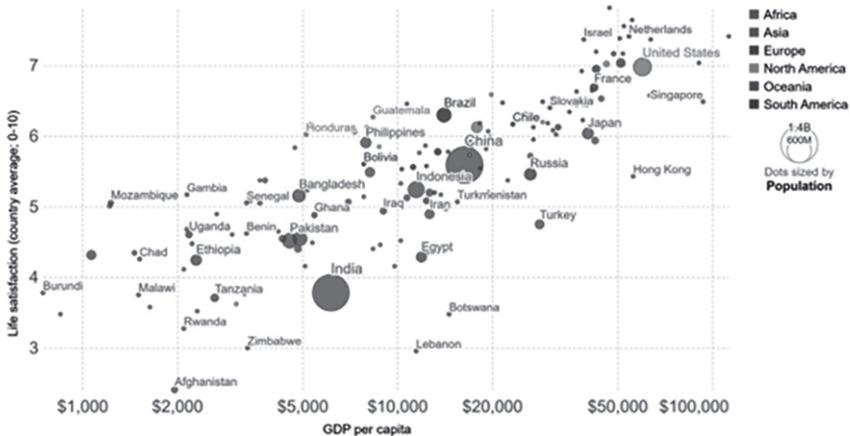
OurWorldInData.org/happiness-and-life-satisfaction • CC BY

Note: Full question asks: "Taking all things together, would you say you are (i) Very happy, (ii) Rather happy, (iii) Not very happy, (iv) Not at all happy, or (v) Don't Know".

### Gráfico 12 – Índices de Felicidade

### Self-reported life satisfaction vs GDP per capita, 2020

The vertical axis shows the national average of the self-reported life satisfaction on a scale ranging from 0-10, where 10 is the highest possible life satisfaction. The horizontal axis shows GDP per capita adjusted for inflation and cross-country price differences.



Source: World Happiness Report (2022); Data compiled from multiple sources by World Bank

OurWorldInData.org/happiness-and-life-satisfaction/ • CC BY

### Gráfico 13 – Relações entre Felicidade e PIB per capita

Todavia, a correlação entre índices de felicidade e desenvolvimento tecnológico não é tão forte quanto com outros indicadores. Em países muito pobres que experimentam algum crescimento econômico, a correlação pode ser mais expressiva. No Zimbábue, por exemplo, a proporção de pessoas que se declararam 'muito felizes' ou 'bastante felizes' passou de 56,4% em 2004 para 82,1% em 2014. Mas, a partir de um determinado estágio de desenvolvimento econômico, o nível de felicidade parece crescer em um ritmo menor do que o desenvolvimento tecnológico. Considerando o crescimento vertiginoso da oferta de inovações tecnológicas disponíveis para os consumidores nas últimas décadas, poderíamos esperar um crescimento na mesma medida na percepção de felicidade, porém não é o que os dados indicam. Em outras palavras, o consumo de bens tecnológicos não se traduz, necessariamente, em felicidade.

Ainda assim, como constatamos, há uma clara tendência de aumento da felicidade na sociedade. É possível que essa percepção só não seja maior devido a um viés cognitivo do ser humano. Peter Diamandis argumenta que, muitas vezes, tendemos a achar que o mundo está piorando porque esse viés nos leva a assimilar primeiro as notícias ruins, como uma forma de garantir a sobrevivência. Como somos bombardeados por notícias fortes e pesadas pelos meios de comunicação, há uma sobrecarga em nossa cognição que dificulta a capacidade de enxergar notícias positivas (DIAMANDIS, 2018).

Também é possível que os índices de felicidade não apresentem uma correlação tão forte com o desenvolvimento tecnológico justamente por suas consequências negativas. Seja como for, após a virada do milênio, a busca de felicidade parece estar ficando ainda mais complexa, como veremos a seguir.

### **1.3 Tecnologia e sociedade no século XXI**

A partir da popularização da internet e da telefonia móvel na virada do milênio, houve não apenas uma mudança no modo de vida do ser humano, mas também a criação de um novo mundo: o mundo virtual. Surgem as redes sociais, os streamings e toda uma gama de novas possibilidades. Apesar de oferecer vantagens e oportunidades inéditas, essa nova realidade apresenta uma forte tendência de levar os indivíduos a um maior isolamento no mundo virtual, reduzindo o contato físico e a convivência social entre as pessoas.

Essas e outras transformações ocorridas nas últimas décadas também levam a uma nova realidade, que, segundo Bauman, é

marcada por uma maior fluidez nas relações, em contraponto a um mundo relativamente sólido e constante do passado. A constância passa a ser de mudanças. O autor denomina essa realidade como modernidade líquida, um ambiente de alto individualismo, em que as pessoas vivem em multidões e, ao mesmo tempo, são solitárias e indiferentes com o próximo (BAUMAN, 2001).

Outro aspecto relevante dessa nova realidade é a relativização dos fatos. Com o advento da internet, a informação passa a ser massificada e amplamente difundida, mas o excesso de informações começa a ser um novo problema. A circulação indiscriminada de informações falsas torna-se cada vez mais comum, alterando significativamente a percepção da realidade para uma parcela considerável da população. Algoritmos desenvolvidos com o objetivo de estimular o uso as redes sociais potencializam a disseminação de informações falsas, incentivando o consumo de conteúdos similares sem que seja avaliada sua veracidade. Torna-se comum o negacionismo histórico, uma forma de discurso que nega, em partes ou integralmente, a existência de certos acontecimentos ou personagens da história, ocultando evidências conforme o interesse envolvido.

Yuval Harari destaca que, conforme o mundo torna-se mais complexo, menos os indivíduos o compreendem. Mas, devido ao fenômeno da ilusão do conhecimento (termo cunhado por Steven Sloman e Philip Fernbach), muitas vezes esses indivíduos não se dão conta de quão ignorantes são, de modo a formarem facilmente opinião sobre assuntos que, frequentemente, estão longe de terem qualquer domínio.

David Dunning e Justin Kruger aplicaram testes em alunos de Psicologia para avaliar o quanto eles sabiam sobre assuntos diversos e o quanto eles se sentiam confiantes e competentes nessas áreas. Os resultados indicaram que, quanto menos os alunos sabiam sobre determinados assuntos, mais confiantes sentiam-se nas respostas. Este passou a ser conhecido como o efeito Dunning-Kruger: quanto mais ignorante a pessoa é em alguma área, menos ela tende a perceber essa ignorância.

Esse cenário tem levado a consequências sociais diretas, como a ascensão de líderes extremistas que, com frequência, negam o conhecimento científico e adotam políticas de descrédito da ciência e do conhecimento acadêmico, especialmente nas áreas de ciências humanas. As consequências são perceptíveis, por exemplo, na redução de índices de vacinação, que estão colocando em risco o ressurgimento de doenças que haviam sido praticamente erradicadas (como a poliomielite), bem como na

ausência de políticas públicas para tratar adequadamente as grandes questões ambientais que se impõem com gravidade.

É paradoxal que, nos dias de hoje, seja tão comum que o conhecimento científico seja questionado através das redes criadas por meio de dispositivos e tecnologias que só existem por sua causa. Essa situação, em conjunto com o viés da confirmação do ser humano, que é a tendência de buscar informações ou interpretá-las de modo a confirmar nossos pressupostos, estimula o surgimento de “bolhas” ideológicas e comportamentos extremistas. Essas e outras questões representam uma parcela dos grandes desafios do futuro.

#### **1.4 As perspectivas para o futuro**

Com o advento de novas tecnologias, como o 5G e a Internet das Coisas (IoT), novos desafios se apresentam para nossa sociedade. Um dos maiores, certamente, será a empregabilidade no futuro. Diversas atividades desenvolvidas pelos seres humanos deverão ser automatizadas em um futuro próximo, extinguindo postos de emprego. Uma grande questão apontada por Harari é que a mão obra, que tem sido utilizada em um contexto de exploração por décadas, passe a um contexto de irrelevância (HARARI, 2018). Ele destaca que as pessoas precisam sobreviver, e os empregos são uma forma de garantir a subsistência e a proteção do indivíduo; mas, muito em breve, a tecnologia e a revolução da automação poderão desempregar muitas pessoas. Dessa maneira, um grande desafio será treinar e recolocar os indivíduos no mercado de trabalho.

Bauman também destaca o aumento das desigualdades e das alternativas de emprego como consequência da globalização, expressando preocupação com a precarização das relações de trabalho, uma vez que os membros das elites teriam condições de ocupar melhores vagas e oportunidades. Dessa forma, classes baixas seriam ainda mais marginalizadas em função da dificuldade para se enquadrarem no novo modo de produção capitalista.

As Ciências Humanas são fundamentais para o desenvolvimento do espírito crítico na era da informação. O conhecimento derivado dessas áreas é essencial para compreendermos o contexto em que essas mudanças ocorrem e avaliar possíveis consequências, haja vista que implicam em grandes transformações na vida social, política e econômica da sociedade. Contudo, há uma tendência de subvalorização desta área no Brasil e no mundo. Em 2019, o governo brasileiro promoveu diversas mudanças na distribuição dos recursos para pesquisas acadêmi-

cas, diminuindo drasticamente o investimento em Ciências Humanas. É essencial que essa tendência seja revertida, para que a sociedade tenha melhores condições para lidar com a evolução tecnológica.

Em 1990, no artigo “Why We Need To Understand Science”, Carl Sagan antevia e sintetizava perfeitamente o cerne dos problemas que estão sendo tratados neste artigo: “Vivemos em uma sociedade extremamente dependente da ciência e tecnologia, na qual pouquíssimos sabem alguma coisa sobre ciência e tecnologia. Isto é uma clara prescrição para o desastre” (SAGAN, 1990).

É imperativo que dotemos as próximas gerações de uma educação de qualidade, baseada no estímulo ao pensamento crítico. Noções básicas de lógica e conhecimento sobre os tipos de falácias mais usuais, por exemplo, podem ser compreendidas sem grandes dificuldades por crianças e poderiam fazer parte do currículo escolar nos anos iniciais, assim como o ensino dos princípios do método científico. Em conjunto com este ensino técnico, seria extremamente importante valorizar e estimular também o desenvolvimento da empatia nas crianças, de maneira a formar adultos sensíveis a questões como a desigualdade social e o impacto das questões ambientais para as futuras gerações.

A divulgação científica é outro tema de suma importância. A informação sobre os conhecimentos oriundos da ciência, muitas vezes, não chega de forma adequada ao cidadão comum. Por exemplo, embora 97% dos pesquisadores concordem que o aquecimento global é causado pela ação humana (COOK, 2013), com frequência a questão é apresentada ao público em geral como se os poucos pesquisadores divergentes tivessem o mesmo peso que a ampla maioria da comunidade acadêmica, desconsiderando que a divergência faz parte da construção do conhecimento científico. Seria uma ótima iniciativa se a comunidade científica buscasse um maior engajamento na forma de divulgação de temas de alta relevância e maior clareza no peso das publicações, hoje baseado em indicadores pouco acessíveis ao cidadão comum, como o Fator de Impacto de revistas científicas.

Vimos neste artigo que há uma série de indicadores afetados diretamente de modo positivo pela tecnologia, como crescimento econômico, desenvolvimento humano, aumento da expectativa de vida e redução da mortalidade infantil. Quanto aos aspectos negativos, a boa notícia é que a própria tecnologia pode proporcionar soluções, a depender das escolhas da sociedade. Como ela é uma ferramenta, não é intrinsecamente boa

ou ruim. O uso que fazemos dela depende fundamentalmente de nossas decisões.

## Conclusão

A ciência e a tecnologia trouxeram inúmeros avanços à sociedade: reduziram a mortalidade, aumentaram a expectativa de vida, ampliaram a produção de alimentos, proporcionaram a cura e o tratamento de uma infinidade de doenças, diminuíram distâncias e ofereceram uma série de facilidades e confortos para a vida moderna. Por outro lado, é inegável que muitas tecnologias contribuíram para níveis elevadíssimos de mortalidade em guerras, degradação do meio ambiente, manipulação em massa, e hábitos de alimentação pouco saudáveis, entre outros problemas.

Neste artigo, realizamos uma análise sobre alguns impactos da tecnologia na história da sociedade. Não houve um aprofundamento maior em cada tema, uma vez que o objetivo principal era fazer uma análise mais ampla do assunto. Estudos futuros podem aprofundar temas e correlações mais específicas.

Vimos que, no geral, a tecnologia trouxe enormes benefícios à sociedade, os quais tendem a superar eventuais prejuízos. Se a sociedade compreender o método científico e aprender a lidar mais adequadamente com a tecnologia, certamente os prejuízos poderão ser amenizados ou até mesmo eliminados.

Possivelmente, não existam soluções de curto prazo para os desafios elencados neste trabalho. Tanto as ciências exatas quanto as ciências humanas são essenciais para o bom uso das tecnologias. É necessário que haja maior integração entre diferentes áreas. Pesquisadores da área de humanas devem utilizar recursos tecnológicos da área de exatas, por exemplo, para avaliação de grandes volumes de dados. Da mesma forma, pesquisadores da área de exatas deveriam ter maior acesso a temas de humanas em seus currículos, de modo a melhor compreenderem o impacto de seus estudos na sociedade.

Estamos vivendo uma sociedade em que prevalece a opinião, porém, para transformar informação em conhecimento, precisaremos valorizar as metodologias e os processos acadêmicos, estimular fortemente a divulgação científica e fomentar a educação baseada no pensamento crítico.

Em uma sociedade altamente dependente da tecnologia, é essencial que os indivíduos tenham uma compreensão adequada do conhecimento científico a fim de que possamos lidar adequadamente com os desafios inerentes à evolução tecnológica.

## Referências

- BARROS, Ricardo Paes de; HENRIQUES, Ricardo; MENDONÇA, Rosane. **Desigualdade e pobreza no Brasil: retrato de uma estabilidade inaceitável**. Revista brasileira de ciências sociais v. 15, p. 123-142, 2000.
- BAUMAN, Zygmunt. **Modernidade líquida**. Rio de Janeiro: Zahar, 2001. *E-Book*. Disponível em: [https://lotuspsicanalise.com.br/biblioteca/Modernidade\\_liquida.pdf](https://lotuspsicanalise.com.br/biblioteca/Modernidade_liquida.pdf). Acesso em 30/10/2022.
- BELO, Lucas Lima Andra-de; TELES, Katia Inês; SILVA, Hesley Machado. **Efeitos da alimentação na evolução humana: uma revisão**. Conexão Ciência, v. 12, n. 3, p. 93-105, 2017.
- BROCK, David C.; MOORE, Gordon. **Understanding Moore's law: four decades of innovation**. Chemical Heritage Foundation, 2006.
- COOK, John et al. **Quantifying the consensus on anthropogenic global warming in the scientific literature**. Environmental research letters, v. 8, n. 2, p. 024024, 2013.
- DATHEIN, Ricardo. **Inovação e Revoluções Industriais: uma apresentação das mudanças tecnológicas determinantes nos séculos XVIII e XIX**. Publicações DECON Textos Didáticos 02/2003. DECON/UFRGS, Porto Alegre, 2003.
- DIAMANDIS, Peter; KOTLER, Steven. **Abundância: o futuro é melhor do que você imagina**. Alta Books Editora, 2018. *E-book*. Disponível em <https://books.google.com.br/>. Acesso em 19 out. 2022.
- HARARI, Yuval Noah. **21 lições para o século 21**. São Paulo: Editora Companhia das Letras, 2018.
- ORTIZ-OSPINA, Esteban; ROSER, Max. **Happiness and Life Satisfaction**. 2013. Disponível em: <https://ourworldindata.org/happiness-and-life-satisfaction>. Acesso em 19 out. 2022.
- PIKETTY, Thomas. **O capital no século XXI**. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2014.
- RITCHIE Hannah; ROSER, Max. **Technology Adoption**. 2017. Disponível em: <https://ourworldindata.org/technology-adoption>. Acesso em 10 out. 2022.
- RITCHIE, Hannah; ROSER, Max; ROSADO, Pablo. **CO<sub>2</sub> and Greenhouse Gas Emissions**. 2020. Disponível em: <https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions>. Acesso em 19 out. 2022.
- ROSER Max. **Economic Growth**. 2013. Disponível em: <https://ourworldindata.org/economic-growth>. Acesso em 10 out. 2022.
- SAGAN, Carl. **Why we need to understand science**. Skeptical inquirer, v. 14, n. 3, p. 263-269, 1990.