

**TRANSFORMAÇÕES TECNOLÓGICAS AO LONGO DA HISTÓRIA: impacto e perspectivas futuras*****TECHNOLOGICAL TRANSFORMATIONS THROUGHOUT HISTORY: impact and future perspectives***

Robinson Alves Dias – robinpaulista@yahoo.com.br  
Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga (Fatec) – Taquaritinga – SP – Brasil

Gustavo Henrique Del Vechio – gustavo.vechio@fatec.sp.gov.br  
Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga (Fatec) – Taquaritinga – SP – Brasil

DOI: 10.31510/infra.v21i1.1985

Data de submissão: 15/04/2024

Data do aceite: 10/03/2024

Data da publicação: 20/06/2024

**RESUMO**

Este artigo apresenta uma revisão bibliográfica sobre os impactos de inovações tecnológicas fundamentais ao longo da história, desde as ferramentas rudimentares da pré-história até as tecnologias digitais contemporâneas. Justifica-se pela necessidade de compreender como essas inovações transformaram as sociedades, proporcionando uma visão ampla do progresso humano e dos desafios na era digital. O objetivo geral é analisar o progresso das sociedades e suas tecnologias essenciais ao longo da história, culminando na era atual, marcada pelo impacto do universo digital e da Tecnologia da Informação. A metodologia empregada consiste na revisão de livros, artigos e materiais especializados, com o intuito de construir uma revisão bibliográfica que aborde pontos cruciais na interseção entre sociedade e tecnologia ao longo do tempo. Além disso, o estudo oferece uma reflexão sobre os caminhos percorridos pela humanidade até o presente, com vistas ao futuro. Os principais resultados destacam as tecnologias como agentes transformadores ao longo da história, desempenhando um papel crucial na evolução das sociedades e no fomento do progresso. No entanto, os avanços tecnológicos também trazem desafios éticos e sociais significativos. Nas considerações finais, é enfatizada a necessidade de uma regulamentação eficaz e de uma governança responsável, que equilibre os interesses dos governos, das empresas e dos cidadãos. Esse equilíbrio deve garantir liberdade, privacidade e igualdade de acesso à tecnologia, assegurando que o avanço tecnológico beneficie a todos de maneira equitativa. Para promover um progresso sustentável e inclusivo, é essencial continuar valorizando a inovação tecnológica e desenvolver mecanismos para mitigar seus impactos negativos.

**Palavras-chave:** Tecnologias. Sociedade. Ética. Responsabilidade social.

**ABSTRACT**

This article presents a literature review on the impacts of fundamental technological innovations throughout history, from rudimentary prehistoric tools to contemporary digital technologies. It is justified by the need to understand how these innovations have transformed societies,

providing a broad view of human progress and the challenges in the digital age. The general objective is to analyze the progress of societies and their essential technologies throughout history, culminating in the current era, marked by the impact of the digital universe and Information Technology. The methodology employed consists of reviewing books, articles, and specialized materials to construct a literature review that addresses crucial points at the intersection of society and technology over time. Additionally, the study offers a reflection on the paths humanity has taken up to the present, with a view toward the future. The main results highlight technologies as transformative agents throughout history, playing a crucial role in the evolution of societies and fostering progress. However, technological advances also bring significant ethical and social challenges. In the final considerations, the necessity of effective regulation and responsible governance is emphasized, balancing the interests of governments, companies, and citizens. This balance must ensure freedom, privacy, and equal access to technology, ensuring that technological advancement benefits everyone equitably. To promote sustainable and inclusive progress, it is essential to continue valuing technological innovation and to develop mechanisms to mitigate its negative impacts.

**Keywords:** Technologies. Society. Ethic. Social responsibility.

## 1 INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico tem impulsionado as transformações que moldam a complexa tapeçaria da história humana. Desde os primórdios até os tempos contemporâneos, as inovações tecnológicas demonstram inegável e profunda influência sobre a evolução social, suas estruturas e dinâmicas. No século XXI, em que a aceleração do progresso é ainda mais constante, torna-se fundamental compreender o papel dinâmico e multifacetado que as tecnologias desempenham na vida e no andamento das sociedades humanas.

As tecnologias apresentam, assim, papel crucial na condução da humanidade, desde as rudimentares ferramentas da pré-história até as sofisticadas tecnologias digitais da atualidade. É como uma sinfonia em constante transformação, na qual cada nova invenção, isto é, cada avanço tecnológico ecoa por séculos, deixando sua marca indelével no curso da história. O olhar atento ao passado pode, então, oferecer uma perspectiva fascinante e reflexiva acerca de como as tecnologias moldaram o destino da humanidade, convidando a refletir sobre o papel transformador das inovações tecnológicas na estruturação das sociedades e na definição do rumo que a espécie humana pode tomar em direção ao futuro (Harari, 2015).

Diante destes conceitos, este estudo tem como objetivo realizar uma análise geral quanto ao avanço das sociedades e suas tecnologias fundamentais no curso da história até alcançar a era atual, marcada pelo enorme impacto do universo digital e da Tecnologia da Informação.

Têm-se, como metodologia deste estudo, a revisão de livros, artigos e materiais especializados, a fim de construir uma revisão bibliográfica que contemple alguns pontos cruciais no curso da história envolvendo sociedade e tecnologia, bem como uma reflexão acerca dos caminhos trilhados pela humanidade até o presente, com vistas ao futuro.

A justificativa para a elaboração deste estudo incide sobre o fato de que sociedade e tecnologia caminham lado a lado, uma contribuindo com a outra no progresso histórico; logo, compreender esta simbiose é fundamental para entender melhor o presente e prever aspectos fundamentais de um futuro que, definitivamente, não deve demorar a chegar.

## **2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

A história é marcada por eventos cruciais que moldaram o curso da civilização. Dentre estes eventos, é de se supor o aparecimento, em um passado de cerca de 2.5 milhões de anos, das primeiras ferramentas desenvolvidas pela espécie humana, como artefatos rudimentares, quais sejam pedras lascadas e paus afiados (Harari, 2015). Embora muito primitivas em comparação aos recursos da atualidade, tais tecnologias foram essenciais para a sobrevivência e a evolução dos homens, permitindo a eles caçarem com mais eficiência, proteger-se de predadores e intervir sobre o ambiente a fim de atender às suas necessidades de sobrevivência.

Além de sua utilidade prática, estas ferramentas desempenharam papel crucial em relação à cognição humana: o processo de fabricação e uso de tais ferramentas, segundo Harari (2015), exigia habilidades mais avançadas, tais como planejamento, imaginação e coordenação motora refinada; logo, estas atividades contribuíram para o aprimoramento das capacidades mentais, impulsionando o progresso da espécie. Portanto, é possível afirmar que estes recursos, ainda que arcaicos, não apenas facilitaram a sobrevivência dos antepassados, mas tiveram papel fundamental na evolução das capacidades cognitivas; ao fornecer meios para enfrentar os desafios do ambiente e moldar o mundo ao seu redor, as ferramentas abriram espaço para o domínio da humanidade sobre o planeta.

### **2.1. A Revolução Agrícola**

A transição da humanidade de um estilo de vida nômade para uma sociedade sedentária, marcada pelo advento da agricultura, representa um dos momentos mais significativos na história evolutiva dos homens. Este evento, conhecido como Revolução Agrária ou Agrícola,

desencadeou mudanças profundas na organização social, economia e cultura das comunidades humanas. A Revolução Agrícola eclodiu há aproximadamente 12 mil anos, colocando-se como um ponto de inflexão decisivo no curso da civilização, sendo ainda de fundamental importância para a formação de sociedades mais complexas e o desenvolvimento de grandes civilizações. A agricultura, como explica Harari (2015), possibilitou a domesticação de plantas e animais, permitindo às comunidades cultivarem alimentos de forma mais eficiente e previsível. Tal mudança significou uma ruptura de um estilo de vida nômade, levando à criação de assentamentos permanentes e ao surgimento de estruturas sociais mais complexas. Além disso, a agricultura proporcionou uma fonte mais estável de alimentos, contribuindo para o crescimento populacional e o estabelecimento de comunidades maiores e mais povoadas.

Diamond (2017) complementa destacando a relevância da disponibilidade de plantas e animais domesticáveis para o processo evolutivo: em algumas regiões, por exemplo, do Oriente Médio, havia uma abundância de espécies adequadas para domesticação, facilitando a transição para a agricultura; em contraste, em outras regiões como na Austrália e África subsaariana, a falta de plantas e animais domesticáveis limitou e atrasou o desenvolvimento da agricultura e, conseqüentemente, o surgimento de sociedades complexas.

As análises de Harari (2015) e Diamond (2017) ajudam a compreender os complexos processos históricos envolvidos na transição da humanidade para a agricultura, pois seus estudos destacam não apenas a importância prática da agricultura na provisão de alimentos, mas também suas ramificações mais amplas para o desenvolvimento social, econômico e cultural. A Revolução Agrícola representou um ponto de virada fundamental na história, inaugurando uma nova era de sedentarismo e agricultura que moldou profundamente o curso da civilização.

## **2.2. A Revolução Científica e as tecnologias modernas**

A Revolução Científica, que teve início no século XVI, inaugurou um período em que o conhecimento científico passou a ser uma força dominante na busca pelo entendimento de cada detalhe do universo e dos seres humanos. Em outras palavras, esta revolução, impulsionada por mentes brilhantes como Galileu Galilei, Isaac Newton e Francis Bacon, mudou completamente a maneira como os seres humanos percebem e interagem com o universo que os rodeia. As descobertas científicas em áreas como matemática, física, astronomia e medicina não apenas ampliaram o conhecimento, mas catalisaram o desenvolvimento de tecnologias importantíssimas para as sociedades (Harari, 2015). Koyré (2014) complementa

que a mudança na cosmovisão, isto é, da visão aristotélica do cosmos para o modelo heliocêntrico proposto por Copérnico e Galileu, representou uma ruptura fundamental com o passado e abriu novas perspectivas para a investigação científica.

A Revolução Científica foi, inclusive, de fundamental importância para o desenvolvimento de novas tecnologias, algumas delas utilizadas até hoje. Ora, inovações como a máquina a vapor, a eletricidade, a telefonia, a biotecnologia e a computação são produtos do conhecimento científico acumulado ao longo dos séculos. Aliás, alguns séculos mais tarde, a própria Revolução Industrial foi alimentada por avanços na ciência e na engenharia, permitindo a automação e a produção em larga escala de bens manufaturados. Da mesma forma, a eletricidade transformou radicalmente a vida cotidiana, possibilitando o desenvolvimento de sistemas de iluminação, transporte e comunicação antes impensáveis, enquanto, em paralelo, avanços em biotecnologia têm permitido a aplicação de medicamentos, terapias e alimentos geneticamente modificados com enorme potencial de revolucionar a medicina e a agricultura.

### **2.3. A Revolução Industrial e a máquina a vapor**

A Revolução Industrial, com início na Europa do século XVIII, representa a próxima virada no curso da história, já que marcou uma série de mudanças sociais, econômicas e tecnológicas que transformaram a sociedade e a maneira como as pessoas viviam e trabalhavam.

Um dos pilares fundamentais da Revolução Industrial foi a invenção e a implementação em larga escala da máquina a vapor. Desenvolvida por inventores como James Watt, essa tecnologia permitiu a mecanização da produção em uma escala nunca vista. Ao substituir o trabalho manual por máquinas a vapor, a produtividade aumentou exponencialmente, abrindo caminho para o surgimento de novas indústrias e a expansão do sistema capitalista. Hartwell (1971) destaca, neste contexto, a importância da máquina a vapor como um catalisador chave para o crescimento econômico durante a Revolução Industrial: para ele, a utilização da energia a vapor não apenas transformou os processos de produção, mas sobretudo estimulou a inovação e o desenvolvimento de novas tecnologias em diversos setores da economia.

Além dos impactos econômicos, a Revolução Industrial teve consequências significativas no plano social e urbano: o surgimento de fábricas e centros industriais levou a um êxodo em massa das áreas rurais para as cidades, em busca de oportunidades de emprego. Esse fluxo populacional resultou no crescimento de cidades, dando origem a novos desafios e problemas sociais, como superlotação, poluição e condições de trabalho precárias.

A Revolução Industrial transformou, assim, a economia e a sociedade, ao mesmo tempo em que deixou um legado duradouro e que continua a influenciar o mundo contemporâneo. Seus efeitos foram sentidos não apenas na Europa, onde teve início, mas em todo o mundo, à medida que o capitalismo industrial se espalhou e se consolidou como o sistema dominante. É, afinal, inegável o papel crucial desempenhado pela máquina a vapor e pela Revolução Industrial como um todo na formação do mundo moderno.

## 2.4 A Era Digital e a Tecnologia da Informação

Nos últimos séculos, a humanidade tem sido testemunha de mais uma transformação radical, desta vez impulsionada pela ascensão da era digital e pelo avanço contínuo da Tecnologia da Informação (T.I). Pelo desenvolvimento de microchips, os consideráveis avanços dos computadores até a disseminação da Internet, as sociedades foram profundamente impactadas. Para Harari (2016), a revolução digital representa não apenas uma mudança tecnológica, mas uma transformação cognitiva e cultural fundamental, pois marca o surgimento de uma nova forma de poder: o poder dos dados. Isso significa que a coleta, análise e utilização de grandes quantidades de dados por empresas e governos redefiniram as relações de poder na sociedade, sendo que as plataformas digitais, como redes sociais e mecanismos de busca, tornaram-se não apenas ferramentas de comunicação e entretenimento, mas também instrumentos de controle e manipulação em massa.

Além disso, Harari (2016) levanta preocupações sobre o futuro do trabalho em um mundo dominado pela automação e pela inteligência artificial: para ele, a crescente automatização de tarefas pode levar ao desemprego em massa e à polarização econômica, exacerbando as desigualdades sociais e criando uma classe de "inúteis" no mercado de trabalho. Este também é o ponto de vista de Brynjolfsson e McAfee (2014), que ao discutirem sobre o impacto da automação e da inteligência artificial no mercado de trabalho e na economia, avaliam que o avanço das máquinas traz consigo uma onda de inovação que tem o potencial de aumentar a produtividade e a prosperidade, ao mesmo tempo em que apresenta desafios significativos, como o desemprego tecnológico e a desigualdade de renda.

Aliás, a Tecnologia da Informação levanta questões profundas sobre a natureza da identidade humana e da privacidade; em outras palavras, o crescente uso de algoritmos de aprendizado de máquina para análise de dados pessoais levanta preocupações sobre vigilância em massa e manipulação comportamental. Harari (2016) adverte que, à medida que as pessoas

se tornam cada vez mais dependentes da tecnologia digital para interações sociais e tomadas de decisão, correm o risco de perder a autonomia e a liberdade individual. No entanto, o autor reconhece o potencial transformador da tecnologia digital para o bem da humanidade, destacando os avanços na medicina, na educação e na pesquisa científica, como exemplos de como a tecnologia da informação pode ser usada para melhorar a vida das pessoas e resolver problemas urgentes da sociedade.

É inegável, portanto, que a era digital e a Tecnologia da Informação representam uma transformação de enormes proporções, redefinindo as sociedades contemporâneas em todos os seus níveis. Essa nova era incentiva à reflexão sobre os impactos profundos e multifacetados das transformações, bem como abre urgências sobre como se faz possível navegar neste novo mundo digital de maneira ética, responsável e humana.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1 A evolução das tecnologias e suas contribuições para a sociedade**

Como é possível observar a partir dos resgates históricos elencados anteriormente, uma das contribuições mais significativas das tecnologias para as sociedades diz respeito às melhorias das condições de vida. Ora, por meio da invenção de ferramentas, técnicas agrícolas avançadas, medicina moderna e sistemas de comunicação, a humanidade foi capaz de superar desafios e progredir em sociedade. Ao longo da história, as tecnologias têm impulsionado o desenvolvimento econômico e social, possibilitando o surgimento de civilizações complexas e o progresso humano. No entanto, Harari (2018) adverte que toda essa evolução implica não apenas em benefícios: há, por assim dizer, enormes desafios e dilemas éticos que acompanham o avanço das tecnologias. Como exemplo, avanços em inteligência artificial, manipulação genética, vigilância em massa e automação levantam preocupações sobre o impacto dessas tecnologias na sociedade e no futuro da humanidade; ou seja, a rápida evolução tecnológica pode trazer benefícios inegáveis, mas também levanta questões éticas, sociais e políticas que exigem reflexão e regulamentação cuidadosa.

#### **3.2 Regulamentação e governança das tecnologias: desafios e perspectivas**

No contexto atual, a rápida evolução tecnológica levanta questões cruciais sobre a necessidade de uma regulamentação eficaz e uma governança responsável das tecnologias. Para Lessig (1999), o design das tecnologias incorpora escolhas políticas e éticas que moldam a forma como interagimos com elas; por isso, é importante, segundo este autor, um modelo de governança que equilibre os interesses dos governos, das empresas e dos cidadãos, garantindo a liberdade, a privacidade e a igualdade de acesso à tecnologia.

Da mesma forma, Zuboff (2019), ao analisar o surgimento de um regime de poder baseado na coleta de dados pelas grandes corporações de tecnologia, alerta para os perigos da vigilância em massa, defendendo a necessidade de uma legislação robusta para proteger os direitos individuais e preservar a democracia diante do avanço das tecnologias de vigilância.

Harari (2016), então, adverte quanto aos riscos de concentração de poder nas mãos de uma elite tecnológica, defendendo a importância de um debate público informado e de mecanismos de governança democrática para orientar o desenvolvimento e o uso das novas tecnologias. Além disso, este autor destaca a necessidade de uma abordagem interdisciplinar para enfrentar os desafios éticos e sociais colocados pelo avanço das tecnologias. Há, segundo Harari (2015), uma importância significativa de colaboração entre cientistas, humanistas, políticos e líderes religiosos na busca de soluções para os dilemas éticos e existenciais que surgem com o progresso tecnológico. Sendo assim, ao promover um diálogo aberto e inclusivo sobre o futuro da tecnologia, é preciso estar mais bem preparados para garantir que as tecnologias continuem a servir ao bem-estar da humanidade e promover o progresso social e econômico de forma sustentável.

### **3.3 Desafios éticos e sociais no avanço tecnológico: reflexões e abordagens**

À medida que a humanidade avança para um futuro cada vez mais permeado por tecnologias inovadoras, é crucial considerar os desafios éticos e sociais que surgem em decorrência desse progresso. Autores como O'Neil (2016) alertam para os perigos da opacidade algorítmica e do viés nos sistemas de inteligência artificial, que podem perpetuar injustiças e desigualdades sociais; logo, propõem uma abordagem mais transparente e responsável para o desenvolvimento e a implementação de algoritmos, garantindo que sejam justos e imparciais.

Em paralelo, Noble (2018) examina como os algoritmos de busca e recomendação perpetuam estereótipos raciais e de gênero, influenciando a forma como as informações são apresentadas e acessadas on-line; destaca, neste campo, a importância de uma abordagem crítica



e consciente em relação às tecnologias digitais, buscando mitigar os impactos negativos sobre grupos marginalizados e promover uma representação mais equitativa e inclusiva na era digital.

Enquanto isso, Harari (2018), ao discutir questões como o futuro do trabalho em um mundo automatizado, ressalta o crescimento em relação às ameaças de desigualdade, bem como os desafios éticos da engenharia genética e da manipulação do cérebro humano: enfrentar esses desafios exigirá uma combinação de regulação governamental, engajamento cívico e reflexão ética por parte da sociedade. Por isso, segundo o autor, é importante investir em uma educação voltada para o pensamento crítico e a resolução de problemas, capacitando os indivíduos a compreenderem e enfrentar os desafios éticos e sociais da era tecnológica.

Em um futuro mais próximo do que se imagina, a humanidade poderá acabar lidando com questões existenciais ainda mais profundas, como a busca pela imortalidade e a ampliação das capacidades humanas por meio da tecnologia. Por isso, se faz necessária a responsabilidade ética, a transparência e os cuidados ao lidar com novas tecnologias.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este estudo procurou evidenciar as tecnologias como agentes transformadores ao longo da história, exercendo um papel crucial na evolução das sociedades e no impulsionamento do progresso. Há muito tempo, habilidades cognitivas foram fundamentais para o desenvolvimento e aprimoramento das primeiras ferramentas, não só facilitando a sobrevivência, mas também impulsionando o desenvolvimento das capacidades mentais. Outro marco significativo na trajetória humana foi a capacidade de domesticação de plantas e animais e, conseqüentemente, o estabelecimento de comunidades agrícolas e sociedades mais complexas. A disponibilidade de espécies domesticáveis desempenhou, assim, papel crucial por moldar as bases da agricultura e o desenvolvimento humano.

Já a Revolução Científica, no século XVI, desencadeou uma profunda transformação na cosmovisão humana, catalisando o desenvolvimento de novas tecnologias e abrindo caminho para a era industrial. Uma das grandes invenções humanas foi a máquina a vapor, sendo um dos pilares da Revolução Industrial e que alteraram radicalmente os processos de produção, impulsionaram a urbanização e estimularam a inovação tecnológica em larga escala.

Por consequência, o advento da era digital e da Tecnologia da Informação representam uma nova fronteira na evolução tecnológica, impulsionada por avanços como microchips, computadores e a Internet. Essas tecnologias têm causado impactos profundos em todas as

esferas da sociedade, redefinindo as relações de poder, transformando a economia e levantando uma série de questões éticas e sociais sobre o tema. Apesar dos benefícios inegáveis trazidos pelo avanço tecnológico, é claramente perceptível o surgimento de desafios éticos e sociais. A automação e a inteligência artificial, por exemplo, levantam preocupações sobre o desemprego tecnológico e a desigualdade de renda; além disso, questões relacionadas à vigilância em massa e à opacidade algorítmica suscitam preocupações sobre os direitos individuais e a democracia.

Para enfrentar esses desafios, é crucial estabelecer uma regulamentação eficaz e uma governança responsável, como um modelo de governança que equilibre os interesses dos governos, das empresas e dos cidadãos, garantindo liberdade, privacidade e igualdade de acesso à tecnologia. Além disso, é essencial promover um debate público informado e desenvolver mecanismos de governança para orientar e compreender o uso das novas tecnologias.

Além da regulamentação e governança, é fundamental abordar os desafios éticos e sociais associados ao avanço tecnológico. Destaca-se, neste contexto, a importância de uma abordagem crítica e consciente em relação às tecnologias digitais, a fim de mitigar os impactos negativos sobre grupos marginalizados. À medida que a humanidade avança em direção a um futuro cada vez mais permeado pela tecnologia, a responsabilidade ética, a transparência e os cuidados tornam-se ainda mais essenciais para garantir que as tecnologias continuem a servir ao bem-estar da humanidade e promover o progresso social e econômico de maneira sustentável, crítico e transparente.

## REFERÊNCIAS

BRYNJOLFSSON, Erik; McAfee, Andrew. **The Second Machine Age: work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies**. W. W. Norton & Company, 2014.

DIAMOND, Jared M. **Armas, germes e aço: os destinos das sociedades humanas**. 15. ed. Rio de Janeiro: Record, 2017. 476 p.

HARTWELL, R. M. **The Causes of the Industrial Revolution: an essay in methodology**. *Economic History Review*, v. 24, n. 3, p. 449-466, 1971.

KOYRÉ, Alexandre. **Estudos de história do pensamento científico**. 4. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2014.

LANIER, Jaron. **Os Quebra-Cabeças do Mundo**. São Paulo: Companhia das Letras, 2018.

LESSIG, Lawrence. **Código e Outras Leis do Ciberespaço**. São Paulo: Edipro, 1999.

HARARI, Yuval N. **21 Lições para o Século 21**. São Paulo: Companhia das Letras, 2018.

\_\_\_\_\_. **Homo Deus: uma breve história do amanhã.** São Paulo: Companhia das Letras, 2016.

\_\_\_\_\_. **Sapiens: uma breve história da humanidade.** Porto Alegre: L&PM, 2015.

O'NEIL, Cathy. **Weapons of Math Destruction.** Nova York: Crown, 2016.

NOBLE, Safiya U. **Algorithms of Oppression.** Nova York: NYU Press, 2018.

ZUBOFF, Shoshana. **A Era do Capitalismo de Vigilância.** Rio de Janeiro: Intrínseca, 2019.