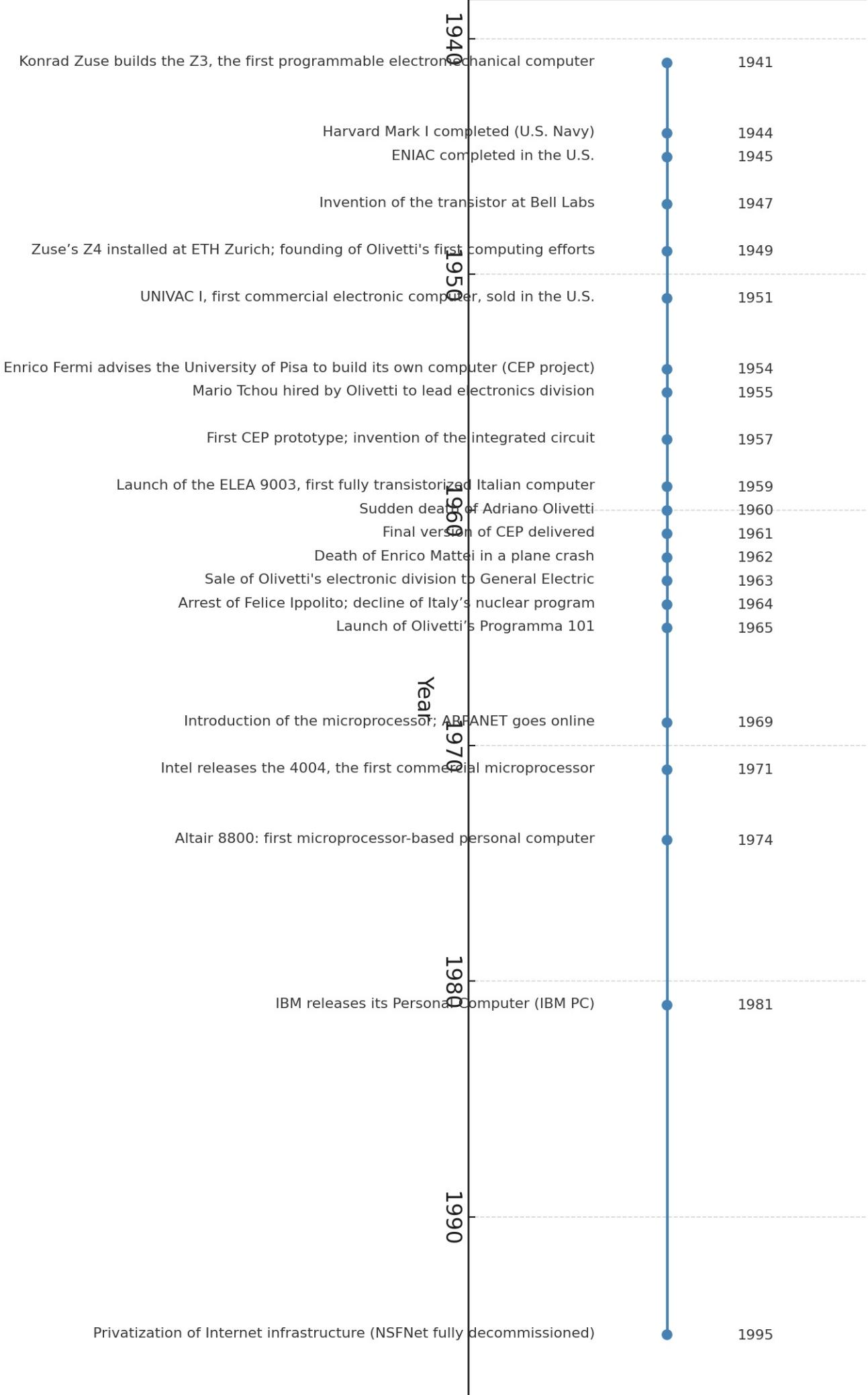


Linear Timeline of Key Events



Technology and Society

Understanding Technology's Role in Society

Technology is not just a set of tools; it is a fundamental force that shapes human civilization. Throughout history, technological advancements have influenced social structures, economic systems, and political dynamics.

1. Defining Technology

Technology can be understood as:

- **A collection of tools and techniques** used to modify the environment and solve problems.
- **A system of knowledge and practices** that evolves over time.
- **An agent of change** that interacts with society in complex ways.

Technology is not neutral—it embodies the values, intentions, and assumptions of the people and institutions that develop and deploy it.

2. The Relationship Between Technology and Society

Technology and society have a reciprocal relationship:

- **Society shapes technology:** Cultural norms, economic structures, and political decisions influence technological development.
- **Technology shapes society:** New inventions alter how we work, communicate, and govern ourselves.

Example: The printing press revolutionized access to knowledge, fostering the spread of literacy and new political ideas.

3. Technological Determinism vs. Social Constructivism

Two major perspectives on technology's influence:

- **Technological Determinism:** Technology drives social change in a linear and inevitable manner (e.g., industrialization led to urbanization and modern economies).
- **Social Constructivism:** Society influences how technology develops and is adopted (e.g., cultural preferences determine which technologies succeed).

Neither view is entirely correct—technology and society co-evolve.

4. Historical Evolution of Technology

Key moments in technological development:

- **Agricultural Revolution:** Shift from hunter-gatherer societies to settled farming communities.

- **Industrial Revolution:** Mechanization of production, leading to urbanization and capitalism.
- **Digital Revolution:** Transformation of communication, work, and economy through computing and the internet.

Each stage brought both progress and challenges.

5. Ethical and Political Dimensions of Technology

Technology raises important ethical and political questions:

- **Who controls technological development?** Governments, corporations, or individuals?
- **What are the unintended consequences?** Environmental impact, job displacement, digital privacy.
- **How can we ensure technology serves public interests?** Regulation, ethical design, democratic oversight.

6. The Future of Technology and Society

Looking ahead, we must consider:

- The role of **artificial intelligence** and automation.
- Ethical concerns surrounding **data privacy** and surveillance.
- The impact of **biotechnology** on human life.
- The potential for **climate-friendly technologies** to mitigate global warming.

Understanding these issues is crucial for navigating the relationship between technology and society in the 21st century.

The Ever-Present Concerns Around Technology

Throughout history, every technological invention has raised concerns. When the bicycle was introduced, people feared it would enable thieves to escape more easily. Similar anxieties have accompanied nearly every major technological advancement, often reflecting broader societal fears rather than actual risks within the technology itself.

The **New York Times** once had a dedicated technology section, separate from its science coverage, acknowledging the distinct impact of digital technology. However, this section no longer exists, underscoring how discussions around technology evolve over time.

The Evolution of the Word "Technology"

The term **technology** has a complex etymology, sharing roots with the word **technique**, which has long been associated with applied skills and craftsmanship. Compared to older terms like **science** and **art**, "technology" is a relatively recent addition, gaining prominence in the 20th century and seeing widespread use from the 1960s onward. Historically, **art** was synonymous with technique, encompassing applied, mechanical, and industrial arts. This

conceptual shift is evident in institutions like the **École Polytechnique** in Paris, which emphasized applied sciences.

Technology is often described as **applied science**, but this oversimplifies its nature. The ancient Greek distinction between **technē** (practical knowledge) and **epistêmê** (theoretical knowledge) remains relevant today, particularly in the contrast between technological development and natural sciences.

Defining Technology and Technique

- **Technology:**

1. The practical application of knowledge, especially in a particular field.
2. The capability provided by such an application.
3. A manner of accomplishing a task using technical processes, methods, or knowledge.
4. The specialized aspects of a particular field.

The first recorded use of "technology" in the sense of applied knowledge dates back to **1829**.

- **Technique:**

The manner in which technical details are executed, whether in writing, performance, or craftsmanship.

First recorded usage: **1817**.

Before the rise of these terms, the much older word **art** was used to describe what we now consider technology.

The Relationship Between Technology and Scientific Discovery

The period from **1850 to 1900** saw a wave of inventions that reshaped the world, sparking growing competition between inventors and scientists. This tension persists today, particularly in fields like **artificial intelligence**, where experts from **computer science, statistics, and physics** compete for funding and recognition.

Sometimes, **scientific discoveries lead to technological breakthroughs**, but the reverse is also true—technological inventions can pave the way for scientific advancements. For instance, **Maxwell's Equations** were initially regarded as purely theoretical, with no foreseeable practical application. While some claim that radio technology emerged directly from Maxwell's work, early radio pioneers created functional systems without fully understanding the underlying physics. The British Empire quickly adopted radio for naval communication, replacing older methods like signal flags and flashing lights. This highlights a fundamental truth: **technology must fulfill a necessity to be widely adopted**.

The Ingredients of Technological Innovation

Successful technological development depends on several factors:

1. **Systematic experimentation** – Trial and error play a critical role. Thomas Edison, for example, tested hundreds of materials before selecting the right filament for the light bulb.
2. **Availability of suitable materials** – Even a groundbreaking idea requires accessible and manufacturable materials.
3. **Organizational structure** – Large-scale technological projects, such as the development of the atomic bomb, require interdisciplinary collaboration across multiple sectors.
4. **Tacit knowledge** – Not all knowledge can be codified; practical, hands-on experience is essential.
5. **Productive capacity** – The ability to scale production determines whether an invention will have a widespread impact.
6. **Open innovation** – Users often discover ways to improve technology that the original inventors did not anticipate. Nations that lead in **submarines, aircraft, and satellite technology** follow this model.

An example of this complexity is the **ballpoint pen**. Producing the tiny, precisely round ball required for smooth ink flow was a technological challenge. Switzerland mastered this process long before China, which only achieved it five years ago. This demonstrates how dependence on foreign suppliers for key technologies can have **geopolitical consequences**.

Technology as a Strategic Asset

Advanced technology is not evenly distributed among nations. Few countries can produce state-of-the-art submarines, helicopters, or satellites—not because others lack scientific knowledge, but because mastering these technologies requires industrial expertise, infrastructure, and supply chain control.

Technology is more than just a commercial product; it is a **strategic asset**. The United States, for instance, controlled access to computers when they were first developed, restricting certain countries, including France, from acquiring them. The geopolitical significance of technological control was evident in the **De Gaulle gold exchange controversy**: it exemplifies how economic power and technological dominance intersect. Similarly, Italy once controlled all its communication devices, illustrating how nations that lose technological self-sufficiency often struggle to regain it.

Countries that cannot produce essential technology must **buy it**—but purchasing advanced equipment does not guarantee autonomy. They remain dependent on the seller for spare parts, maintenance, and future upgrades. This underscores why viewing technology purely as a **market commodity is shortsighted**. Recent global crises, including **trade wars and pandemics**, have exposed the fragility of supply chains, reinforcing the importance of technological self-reliance.

This is why **technological, educational, scientific, innovation, economic, industrial, foreign, security, and industrial policies should all be linked together**—a connection that

has been neglected in **Italy and much of Europe** for years.

10 Key Lessons on Technology

The control of technology is neither neutral nor inevitable; it is the result of deliberate decisions made by governments, corporations, and institutions that shape its development, availability, and impact on society. This reality highlights a fundamental principle: technology does not exist in isolation but is deeply intertwined with political, economic, and social forces. Consequently, to understand the role of technology both in the present and the future, we must acknowledge key lessons that emerge from its history and evolution.

- 1. Humans are technological beings.** Technology is not external to humanity; without it, we do not exist. While humans are also social, rational, and spiritual, technology remains a fundamental aspect of our existence.

Technology is, therefore, culture. It includes/requires creativity, values, desire to contribute to society, expression of one's individuality, and much more.

- 2. Technology is not nature:**

It does not emerge autonomously like natural phenomena, it is not like the rain or a earthquake. Nor technology is an autonomous, out of control Moloch and "only a god may save us".

While it can shape our environment, it always requires human effort and resources to evolve.

Technology is produced and shaped by forces that have "first name, last name and nickname" (cit., just like "the markets")

Technology is entirely a human creation, shaped by our needs, values, and creativity. Since it is made by people, it can also be controlled and directed by society.

- 3. Technology is Political**

Given its impact on human affairs, it must be subject to political debate and governance. Technology is deeply intertwined with society; as technology evolves, so do we. This process of coevolution is an undeniable reality. If politics cannot influence the role of technology, then it fails to shape one of the fundamental factors determining our future, alongside sociopolitical, economic-financial, geopolitical, and environmental considerations. Our current crisis has made it clear that technology is not merely a commodity that can be purchased and deployed at will. Instead, it exists within larger power structures that determine its accessibility, regulation, and impact.

- 4. Kranzberg's First Law: "Technology is neither good, nor bad, nor is it neutral"**

Every technological decision carries consequences, often with ethical and societal implications.

The belief that technology is neither good nor bad often shifts responsibility onto users, disregarding the crucial steps that led to its creation and deployment. Kranzberg rejected this view, emphasizing that while technology itself does not inherently possess moral value, it is far from neutral. Some technologies, like cars, can be broadly categorized as tools that are shaped by their use. However, certain exceptions exist, particularly in cases such as atomic and biological weapons, where the potential for harm is built into their very design.

Technology always carries consequences, and these consequences, whether intended or unintended, bring ethical and societal responsibilities. When automobiles were first introduced, they were envisioned simply as a mechanical replacement for horse-drawn carriages. However, the widespread adoption of cars fundamentally reshaped societies, leading to the construction of roads, traffic laws, and urban expansion, none of which had been initially anticipated. Similarly, the telephone was originally designed as a device for carrying human voices. The telecommunications industry focused on optimizing voice transmission, yet users discovered and embraced SMS messaging, which was initially considered a minor feature. This phenomenon underscores how users often repurpose technology in ways that creators had not foreseen.

The effects of technology can be immediate, but more often, they unfold over time. By the time a technology becomes widely available, it has already undergone a lengthy process involving proof of concept, securing investment, obtaining government approval, overcoming societal resistance, and mass production. These steps can span years or even decades. For instance, in 1855, an Italian lawyer from Novara invented an early typewriter, the

Cembalo Scribano, but it failed to gain traction because society had no perceived need for it at the time. Similarly, the expansion of railroads required the development of the telegraph, highlighting how infrastructure and complementary innovations often shape the adoption of technology.

The assumption that technology is neutral ignores the complex decisions that determine how, when, and at what speed it is introduced. The case of ChatGPT illustrates this point. When the first version of ChatGPT was released, it lacked safeguards, enabling it to provide potentially harmful responses to sensitive questions. Although OpenAI later implemented corrections and issued apologies, it is likely that the company was aware of these risks before launch. This exemplifies how technology is often deployed with known flaws, only for corrections to follow once public scrutiny demands them.

The responsibility of creators has long been debated. Since the Renaissance, inventors have been compared to artists, responsible not only for their creations but for the consequences they unleash upon society. The case of the atomic bomb is a stark example of this dilemma. J. Robert Oppenheimer, one of the lead scientists in the Manhattan Project, later expressed profound moral conflict over the weapon's use, famously remarking,

"As researchers, remember that you are nesting the eggs—you have a hunch whether

it's a cobra or a dove." This sentiment highlights the weight of technological responsibility, emphasizing that once something is created, it cannot exist in isolation from its consequences.

Beyond ethical concerns, the production and deployment of technology require vast amounts of energy and resources. In the decades following World War II, the global population tripled, while the number of cars increased from millions to billions. Today, 1.5 billion smartphones are produced annually, consuming enormous amounts of materials and energy. The rapid expansion of artificial intelligence has further exacerbated this demand, leading to the reopening of power plants to support the growing needs of data centers. In response to concerns over energy consumption, companies often argue that AI itself will eventually be smart enough to solve the problems it exacerbates—a justification that raises further ethical questions.

5. Technology and Power Relationships

Technology is shaped by identifiable individuals and institutions.

It is not an anonymous force but the product of choices made by people with specific interests.

Technology is not shaped in a vacuum; it is molded by existing power structures that determine its accessibility and impact. The personal computer, for example, empowered individuals by allowing them to process data independently, eliminating the need for institutional intermediaries and reducing direct surveillance. Similarly, the internet, initially a government-funded project restricted to academics, later became widely available and was initially perceived as a democratizing force. However, as its influence grew, governments and corporations imposed increasing levels of regulation and control.

The notion that technology inevitably leads to societal transformation is a misconception. Consider the printing press: within 50 years of its invention, millions of books were produced, drastically increasing literacy rates and reshaping intellectual discourse. However, this newfound accessibility also triggered censorship efforts, as authorities sought to control the spread of information. A similar dynamic occurs whenever disruptive technologies emerge; those who benefit from the current system resist changes that threaten their power, intervening once a technology becomes financially or politically significant.

Technological progress does not follow a predetermined trajectory, nor is it an unstoppable force. Certain technologies are deliberately delayed or suppressed. For example, FM radio was developed in the 1930s but was sidelined to protect the profits of AM radio broadcasters. Electric cars existed as early as the 1980s and 90s, yet industries invested in fossil fuels diverted attention toward gasoline-powered vehicles. The development of magnetic tape recording was likewise delayed by the U.S. telephone industry, which feared that call recording would undermine privacy expectations and disrupt their business model. Similarly, television technology was ready for widespread

use by the late 1920s, but commercial introduction was postponed until after World War II to avoid competing with the profitable radio industry.

A radical lack of imagination underpins many of these decisions. Technologies could be designed in countless ways, yet commercial interests often steer development toward specific paths. Apple's decision to make iPhone batteries non-removable exemplifies this trend—by preventing users from easily replacing their batteries, the company ensured greater reliance on proprietary repair services. These choices are rarely framed as business strategies; instead, they are presented as the only logical course of action, creating the illusion that technological evolution follows an inevitable path.

6. Modernity: The Freedom to Introduce New Technologies ← Technology and democracy

Definition of Modernity

Modernity, beginning in the 18th century, is characterized by the introduction of machines. Until the Middle Ages and the early phases of modernity, when someone introduced a new technology with potential consequences, political powers—such as monarchs—often intervened to assess and sometimes halt its adoption. For instance, monarchies resisted the introduction of agricultural machinery that could have displaced peasants from their work.

Later, companies gained the freedom to innovate with fewer constraints, prioritizing productivity. The Industrial Revolution was neither wholly good nor bad; it introduced complexities that required careful consideration.

Regulation and Consumer Protection

Today, we have consumer protection and regulatory constraints that help control technological advancements. However, this was not always the case. When AI, such as ChatGPT, was introduced, it faced little to no regulation because the industry itself was still emerging.

Similarly, social media, a relatively recent phenomenon (approximately 20 years old), seemed initially harmless. However, corporate decisions regarding its algorithms have led to significant social consequences, such as psychological burdens on teenagers. Regulations to address these impacts may take another decade to materialize, as historically, technological advancements were not immediately scrutinized.

Modernity allows for extreme freedom in introducing new technologies—particularly for those with the power and resources to do so.

Lack of Preemptive Regulation

There are very few ex-ante (preemptive) filters before new technologies are introduced. These filters are often neither scientific nor democratic. Instead, regulatory actions tend to be ex-post (reactive) and occur only after clear problems have emerged.

Unfortunately, such actions are often delayed for years or even generations due to factors such as:

- Lobbying efforts
- Regulatory capture
- The deliberate production of doubt
- Corruption

The Role of Lobbying

Lobbyists operate by identifying potential regulatory threats and then hiring professionals to influence lawmakers. These professionals are often highly educated and equipped with convincing materials. Lawmakers, who lack expertise in every subject they regulate (e.g., AI), rely on these well-prepared lobbyists. Additionally, politicians do not always have access to strong political parties with in-house experts or dedicated research teams. As a result, they are susceptible to persuasion by lobbyists, especially when faced with economic threats such as job losses or company relocations.

A fundamental issue in lobbying is that the general public interest is not represented—no one funds lobbyists to advocate for the public good.

Copyright as a Case Study in Lobbying

Copyright is a state-granted and state-enforced monopoly. Originally, copyright lasted only seven years. Today, it extends to 70 years after the author's death. This expansion was driven by corporate lobbying. Companies holding the rights to novels pressured lawmakers to extend copyright duration to maximize their profits, despite the public interest in having works enter the public domain. A robust public domain allows for cheaper versions of books and freely available translations.

Governments should ideally represent public interests in these matters, but even well-intentioned officials lack the expertise to counteract powerful industry lobbying. A notable example is the European Commission, which commissioned legal experts to study the potential extension of music copyrights. The experts advised against it, yet the extension was granted due to overwhelming pressure from the music industry (e.g., Beatles, Queen, etc.).

Revolving Doors and Regulatory Capture

Former politicians often become lobbyists, leveraging their insider knowledge and networks. This "revolving door" effect is common in the U.S., where individuals transition between politics, lobbying, industry, and academia.

In the past century, many countries, including the U.S. and Italy, introduced independent regulatory agencies to oversee specific industries. These agencies, such as the [Federal Radio Commission](#), the [Securities and Exchange Commission \(SEC\)](#), the [Environmental Protection Agency \(EPA\)](#), and the [Food and Drug Administration \(FDA\)](#), are not part of the original constitutional framework but were created to regulate sensitive sectors.

However, regulatory capture occurs when these agencies are influenced by the industries they are meant to regulate. This happens when industries fund scientific studies, provide career opportunities to regulators, and engage in lobbying efforts. A

stark example is Tommaso Valletti, a former chief economist at the European Commission. While working on cases against Google, he had a small team of 30 experts, whereas Google employed 30 experts dedicated solely to countering those cases, offering significantly higher salaries and career prospects in the industry.

Make feel the regulator "bad" by employing important scientists that follow their

Lobbying is more explicit explanation of the interest of a party← they go to the parliamentary and explain the reason to not make pass a law

They are contiguous

The Production of Doubt

Industries often manufacture doubt to delay regulations. This tactic was used extensively in the tobacco industry. When evidence linked smoking to cancer, tobacco companies funded research suggesting pollution was the real cause. While this was not outright corruption, it effectively weakened the claims against smoking by advocating for more research—delaying action for decades.

A prime example is documented in the book

Merchants of Doubt, which details how industries exploit scientific uncertainty to resist regulation.

Case Studies in Regulatory Delay

Asbestos – Initially praised for its heat resistance, asbestos was later found to be highly toxic. Concerns about its safety emerged as early as the 1910s, yet industries delayed regulatory action, arguing that no other countries had banned it. Italy was the first country to ban asbestos in 1994—almost a century after the first scientific evidence of its dangers.

Tobacco – During World War I, cigarettes were widely distributed to soldiers. Soon after, doctors observed a rise in lung cancer. For 50 years, tobacco companies launched campaigns to discredit the link between smoking and cancer. In Western countries, restrictions have since reduced smoking rates, but consumption has risen in places like China. Additionally, the rise of vaping has introduced new concerns.

Tobacco companies notably hired Edward Bernays, Sigmund Freud's nephew, who pioneered public relations. He successfully embedded smoking into popular culture by having movie stars smoke on screen. Interestingly, when Bernays later realized the health risks of smoking, he ceased working with the industry.

Sugar and the Obesity Epidemic – The modern obesity crisis stems in part from misleading industry-funded studies. In the 1940s, the U.S. had high rates of malnutrition. The health sector debated whether fats or sugars posed a greater risk. The sugar industry funded studies emphasizing the dangers of fats, leading to widespread anti-fat campaigns. A Harvard professor even excluded inconvenient data from his research, ignoring evidence that French people consumed high-fat diets yet had lower heart disease rates.

For decades, people avoided fats while remaining unaware of the dangers of excessive

sugar consumption. The result was a dramatic rise in obesity and diabetes. Today, new research suggests that highly processed foods are a primary driver of these health issues, highlighting the complexity of diet-related concerns.

Conclusion

Modernity has granted unprecedented freedom in the introduction of new technologies. However, the absence of proactive regulation often leads to unintended consequences, which are only addressed decades later due to lobbying, regulatory capture, and the deliberate production of doubt. As history demonstrates, effective regulation must balance innovation with public welfare to prevent harmful outcomes.

7. The Role of the USA in Technology Development

The electronic computer and the internet, two of the most transformative technologies of the modern era, were both invented and mastered by the United States. This dominance has solidified American influence over global digital infrastructure, shaping international power dynamics in ways that extend far beyond the realm of technology.

8. The Libertarian Potential of the Internet

Due to specific architectural design choices, the internet initially had strong libertarian characteristics, though these have diminished over time.

- **Personal Computers (PCs):** In the 1960s and 1970s, PCs were designed with libertarian ideals—promoting individual freedom and autonomy, without state control.
- **PCs sold as kits:** Users had full control, no external interference, no internet connectivity—isolated but free.
- **Packet-Switching Network:** Unlike traditional telephone networks, the internet was built using packet-switching, allowing decentralized communication.
- **Lack of Authentication:** In its early form, the internet did not require user authentication, reinforcing its open and decentralized nature.

Over time, societal structures have influenced technology, shifting the internet away from its original libertarian identity.

Freedom in Personal Computing

Early computing allowed for significant user freedom, including:

1. **Freedom to Modify:** Users could alter systems to fit their needs.
2. **Freedom to Choose Operating Systems:** No dependence on a single OS.
3. **Freedom to Run Any Application:** Unlike modern app stores, early PCs imposed no restrictions.

The Erosion of Internet Freedom

In the last 20 years, several factors have reshaped digital technology:

- **Devices have become increasingly difficult to modify** (especially mobile devices).

- **Architectures have become more centralized**, leading to greater corporate control.
- **Surveillance and vertical integration have increased**, creating a stark divide between Big Tech and independent developers.
- **Standardized communication methods dominate** (e.g., email), making it difficult for alternatives to emerge due to state retreat from digital governance.

9. The Digital Gold Rush - Digital Revolution

The “digital gold rush” of the last 40 (25) years have produced major actors—both companies and individuals—who have radically transformed the profile of international capitalism.

1. First Wave (1970s–1990s):

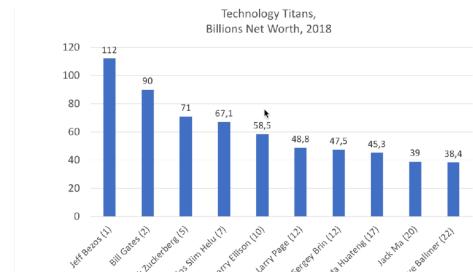
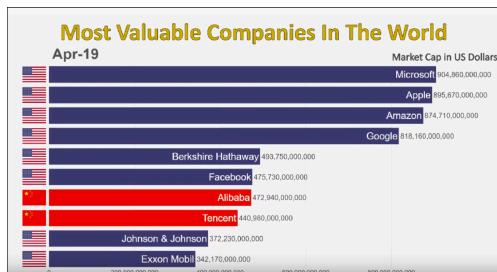
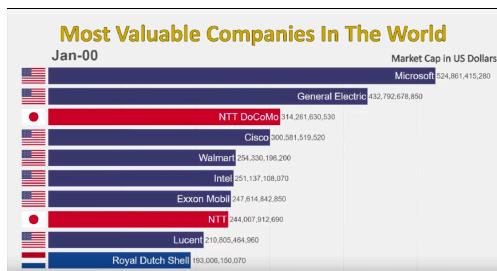
- Examples: Bill Gates (Microsoft), Steve Jobs (Apple), Adobe founders.
- Key developments: The rise of personal computing and early software dominance.

2. Second Wave (1990s–2000s):

- Examples: Jeff Bezos (Amazon), Mark Zuckerberg (Facebook).
- Shift from software to internet-based services and platforms.

3. Union of Big Tech Giants:

- The convergence of these two waves created today’s digital powerhouses—companies that wield significant economic and political influence.
- Example: Microsoft, Amazon, Google, Facebook (Meta).



10. Europe's Struggle in the Digital Age

Europe failed to recognize the strategic importance of digital technologies, focusing instead on traditional industries such as automotive, aerospace, and fashion.

- **Initial European Strength:** Early computing innovations occurred in England and Germany but did not translate into global leadership.
- **Underestimation of Digital Technologies:** Many European policymakers viewed digital technologies as a sub-industry rather than a transformative force.
- **Failure to Protect Data Sovereignty:** The EU initially accepted the Safe Harbor agreement with the U.S. (2000s), which was later overturned due to insufficient data protection measures.
- **Dependence on Foreign Tech:** Europe lags behind in key areas such as:
 1. Advanced microprocessors
 2. Operating systems (Android, iOS dominate smartphones)
 3. Transoceanic communication cables
 4. Large-scale data centers

Why Are the U.S. and China Digitally Stronger?

Several factors contributed to the digital dominance of the U.S. and China:

- **Big Tech emerged through market forces** in the U.S.
- **Strategic, top-down planning** in China fostered technological growth.
- **Early recognition of technology's strategic value** by financial and industrial leaders.
- **Government investment in digital infrastructure** (e.g., U.S. funding for military and research purposes).
- **Integration of all media into the internet** (TV, journalism, telecommunications, etc.).

China's approach included:

- **Five-year plans incorporating digital technologies**
- **Support for national tech champions** (e.g., Huawei, Alibaba)
- **Strategic investment in AI and internet infrastructure**

Cultural and Policy Differences in Digital Strategy

The U.S. invested in interdisciplinary approaches since the 1940s, integrating sociologists, historians, and philosophers into technology planning. This broad thinking helped anticipate and mitigate social consequences.

- **Example:** Steve Jobs benefited from a culture that encouraged creative and technological convergence.

Moving Forward: Regulating Digital Technologies

Three key proposals for governing digital technologies:

1. Democratic Regulation:

- Balance innovation with accountability.
- Implement both ex-ante (preemptive) and ex-post (reactive) regulations.

2. Predicting and Evaluating Consequences:

- Understand potential risks before implementation.
- Conduct democratic debates on new technologies.

3. Fighting Negative Effects:

- Monitor social impact.
- Take collective action when necessary.

The Myth of the Luddites

The term "Luddite" is often misused to describe those who resist technology.

Historically, the Luddites (1811–1816) were not against technology itself but opposed the social and economic consequences of automation—such as mass unemployment caused by industrial machinery.

Understanding their struggle helps frame modern debates on automation and digital labor displacement.

Luddites were not against technology per se, they were against starvation

Internet Freedom and Technology Control

One of the fundamental aspects of the original Internet architecture was the absence of mandatory ex-ante authentication. This meant that anyone could access the network without restrictions imposed by a central authority. Additionally, its decentralized structure allowed any node to freely receive and transmit information, making the system open and accessible to all.

Despite this, Europe faces significant challenges in four key areas of digital technologies, remaining dependent on the United States and China. A major issue is the lack of a standardized method to determine the best technological decisions. Furthermore, access to databases and algorithms is often restricted, hindering a full understanding of how digital systems operate and preventing transparent oversight of the technologies in use.

In the United States, technology has long been considered a strategic asset, comparable to natural resources. During and after World War II, the government established the **Office of Technology Assessment (OTA)**, an agency tasked with evaluating the impact of technological innovations and providing analysis for political decision-making. This approach has enabled the U.S. to maintain its leadership in innovation, whereas Europe has struggled to develop a similarly effective strategy. Therefore, it is crucial to envision new proposals for the future of technological regulation within the European context.

Another critical aspect is the need for Europe to establish its own digital decision-making center, akin to a "capital," that can serve as a strategic reference point for technology

governance. Without a clear vision, the continent risks falling further behind the major technological powers.

From an ethical, political, and legal perspective, regulating digital privacy presents a complex challenge. Antonio Rodotà, the first president of the Italian Data Protection Authority, emphasized the importance of an open debate on these issues. Digital privacy remains insufficiently regulated, and there is a lack of definitive policies that can ensure a balance between technological innovation and the protection of individual rights. Since there is no single correct perspective, it is essential to foster ongoing dialogue among experts, institutions, and citizens to address emerging issues in the digital world.

Relationship Between Communication Technologies and Society

[attachment:917b2dcd-01b6-4e93-9ba3-3972e8efcb06:Slide-RAI-DeMartin-2024-EN G-Benkler-Winston.pdf](#)

Can we develop a scheme that helps us think about this relationship?

1st Scheme for Reflecting on the Relationship Between Communication Technologies & Society

There was a lot of excitement for how the internet allowed for the peer-to-peer exchange of knowledge (wikipedia)

Yochai Benkler ← its book is a very positive and anti-capitalistic outlook

Elements:

- Technology
- Cost: technology is expensive
- Organization
- Social relationships
- Institutional form and rules

Evolution of Communication Technologies

Manuscript Era

- **Technology:** Manuscript
- **Cost:** Low capital, high labor - more or less because papirus for example was expensive, but still the biggest thing was the labour ← Boccaccio has to copy himself all 30 copies of his book that were then available to buy.
- **Organization:** Monastic copying
- **Social relationships:** Monastic monopoly on knowledge ← some book were not copied simply bc they held no monastic interest
- **Institutional form and rules:** No copyright; Church controls knowledge

Early Print Era

First used in Korea and China, then "invented" by Gutenberg in Europe and perfected it.

- **Technology:** Printing press
- **Cost:** Mid-capital - It could be operated by 2 people and the equipment wasn't excessively expensive.
- **Organization:** market-based artisan-printers, early capitalists ← In a couple decades people entered the business bc it was a good way to make money, not just for the culture like in the early days
- **Institutional form and rules:** Heterodox literature, expanding literacy, artisan mobility (e.g., Netherlands, Switzerland)
- **Social relationships:** Copyright emerges even tho not in the modern sense - some publishers started to wait for other publishers to print the book first, wait the response of the market AND THEN print it, thus not taking on the risk ← pirates → publishers asked the ruler to be protected - saying no other publisher was allowed to print the same book in the next 5-7 years;
Reformation and vernacular reading;
Censorship/sponsorship (e.g., Stationers' monopoly, Index) - censorship is an example of how tech shapes power.
- **Production Rate:**
 - Amanuensis: 1 book/year
 - Printer: 1 book/day
 - In Venice (1481-1501), 286 printers printed 2 million books ← Italy capital of the printing press - Aldo Manuzio introduced the first portable books and the preface

Industrial Information Economy - 1850 ca

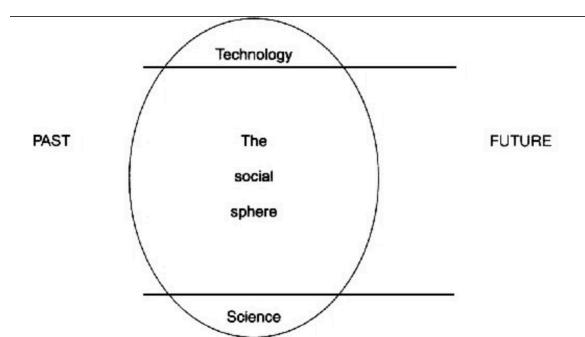
- **Technology:** Mechanical print ← powered by steam and then electricity → (hundreds) thousand of copies, telecoms, radio, etc.
- **Cost:** High capital; high initial and running costs; low cost of single copies
- **Organization:** Industrialization of print, higher dependence on marketing ← you need to sell as many as possible copies to cover costs and make a profit, professionalization - specialization of labour: the journalists only write, some people only sell the papers...
- **Social relationships:** Passive consumption patterns of mass media
- **Institutional form and rules:** Stronger copyright/patent; stronger press freedom and mobilization; PTT monopoly & subsidies
- **Example:** Newspaper startup cost in 1835 (New York Herald) was \$500 (~\$10,400 in 2005 dollars)

Remind ourselves that the starting point is technological, but we need to take into consideration at least these other points.

2nd Model for Understanding the Evolution of Communication Technologies

Brian Winston - Based on the book *Media Technology and Society*

There is a pattern in the evolution of ...



Science: Maxwell equation ← the application as a Technological product were not foreseen from Maxwell.

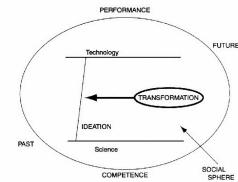
Technology: Adoption of the Radio
What is going on in the middle?

We have a scientific base, then the first step is the ideation (not the idea - all the basis of science somebody envisions the use of a technology for a goal ← based on science and with some arguments someone says that it is possible to do something).

The ideation can be an encouragement for inventors to actually experiment etc. and then achieve the goal (that's the case for television).

Transformation phase: is when many attempts are made, by several people across several people (someone can do great microphone but not audio, some other can do great audio but not...)

What is innovation then?



Prototypes: if there is a supervening social necessity (not a lot of people - but a given human entity calls for its development for military/economic purposes) and to have this entity calling for the development, they need to first see the prototype. mPrototypes can o not be already working

We THEN have the "Invention" ← the invention is a collective effort, but the Inventor is the one who patented it first.

Prototypes are not tech widespread in society. For that you need a supervening social necessity.

If there is a supervening social necessity someone will be motivated to put money on it and then we will have an invention and an inventor.

There is a strong tendency to follow this pattern even in modern time.

For a long time communication was on a physical support, the only other option was optical communication (torri saracene - hundreds in Italy - to communicate between each other with good weather conditions and very limited amount of info trasmissible) In Europe in ... there was an effort to build towers for optical communication.

Electricity (beginning of the XIX) starts the movement of trying to send info through it → telegraphs (scientists built it for the use of scientists - prototype: none else was really interested)

The first great invention instead were trains - it needed a great investment. Communication still was bound to the velocity of horses

With the train we "discovered" time in the modern sense because it was needed to coordinate train ← national time - clocks and their synchronization.

At the time there were a lot of prototypes of telegraph - two Englishmen (?) understood that the telegraph could be used in the railway network ← social necessity (1840s)

The telegram then takes off even outside the railway industry because at this point the investment were already made and the tech was thus available and other applications can be

Telegraph: internet of the ... age - the impact on society was huge.

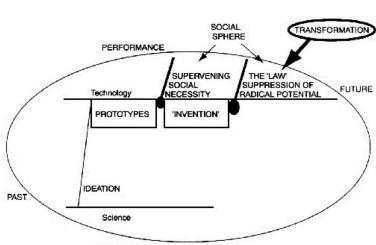
Newspaper "the telegraph": we use the telegraph - we have quick, up to date information. It also impacted the language, that became much more standardized, because ppl from different part of the country are communicating.

? The supervening social necessity for the radio was the need for not optical communication (ships)?

Radio: wireless telegraph - "Marconist": someone that has training to use the radio

The scaling of happens when someone gives the capital

LAW of suppression of radical potential ← not necessarily a bad thing



Communication tech is necessarily politically sensitive, even non electric (like printing press)

Social-economical-religious forces react to the technology.

Also modern mail had this reaction - created from the need of big organization to send info in a reliable fashion → huge infrastructure (eg. post station). In England the king (Charles I) has its royal mail and opened it to the public (on payment - to distribute the infrastructure huge costs) ← beginning of the mail in the modern sense.

Taxis Und Turm was a family that became the official monopolist to send info in a part of Europe since reliable.

When the system became well established (persone diventano alfabeto e iniziano a usare il sistema anche in modo potenzialmente sensibile per la religione o lo stato) → Censorship of the mail - filters - ability to unseal and reseal the letters without leaving traces of it.

It took quite a bit of time to develop the idea that citizens had the right to secret correspondence (not reserved or confidential - *secret* ← can be opened only with the approval of a judge).

Electronic communication does not fall under the same protection - even email (considered by law as a postcard).

Censorship in Internet began with the employment of admins - from the companies wanting to shape their product in a certain way. Then states started to tell companies that certain contents should be banned (Biden to Trump - change of terms - istigazione all'odio ?) but not by law (because some of these things were legal - so they could not) → soft law: we talk to MEta (...) and convince them to do as we want (by threats to the business?)

Telephone - one to many - with the centralino one could be connected to many lines - but it was never allowed for the public, because you would be able to mobilize a lot of people with one call → chain of calls (first person calls the second, the second calls the third... hours to mobilize 30 people)

This possibility was used by the phone company itself as a service (eg. chronicles of a soccer match in broadcast to the abbonati to the service; music without advertisement: filodiffusione a special speaker to listen to music without interruption)

Calcolare

La nascita del calcolo organizzato e della visione tecnocratica

Nel XIX secolo, in piena rivoluzione industriale, prende forma la necessità di effettuare calcoli in modo rapido ed efficiente in una varietà di ambiti: dalla scienza alla tecnica, dalla logistica militare all'industria. È in questo periodo che iniziano a nascere organizzazioni complesse dedicate proprio alla gestione sistematica dei calcoli. Il termine "computer" stesso, che oggi associamo alle macchine elettroniche, in origine indicava una persona — e precisamente una persona che svolgeva calcoli per professione. Questo uso è documentato già nel 1613.

All'inizio del Novecento, in Italia, anche figure come Enrico Fermi iniziano ad affrontare alcuni problemi fisici con approccio numerico. Il Consiglio Nazionale delle Ricerche, allora diretto da Guglielmo Marconi, organizza gruppi di persone incaricate di effettuare calcoli astronomici e trigonometrici in modo preciso e affidabile. All'inizio si trattava quasi esclusivamente di uomini, ma con il tempo sempre più donne iniziano a ricoprire questi ruoli, fino a farne una professione tipicamente femminile. Ricevevano a casa i fogli con le istruzioni, eseguivano i calcoli a mano e spedivano i risultati: una forma primitiva di lavoro a distanza.

Questo modello di organizzazione si basa su un principio fondamentale, mutuato dal mondo delle fabbriche: la divisione del lavoro. Se un calcolo complesso richiede un mese a un piccolo gruppo, e un singolo errore può compromettere tutto il lavoro, la soluzione consiste nel scomporre il compito in micro-compiti, ciascuno assegnato a una persona diversa. Lo stesso sotto-calcolo può essere svolto da più persone per verificarne la correttezza. Nasce così un approccio sistematico, standardizzato, quasi industriale al pensiero computazionale.

Nonostante questo modello risultasse efficace, l'adozione dei computer elettronici fu inizialmente lenta. Solo verso la fine degli anni Cinquanta si inizia a vedere una loro diffusione più ampia. Eppure, il sogno di una macchina a cui non solo fornire dati da calcolare, ma anche istruzioni — un algoritmo — aveva radici lontane. È il passaggio da una macchina per calcolare a una macchina per ragionare.

Le radici culturali del "calcolatore universale"

L'idea di un calcolatore universale — una macchina capace non solo di eseguire calcoli numerici, ma anche di riprodurre deduzioni logiche — ha origini profonde. Jonathan Gray, in un saggio intitolato *Let Us Calculate*, e Martin Davis, con *Il calcolatore universale*, ne tracciano la genealogia. Tra i primi a immaginare un pensiero matematico sistematico c'è Raimondo Lullo, che nel Medioevo elabora una teoria combinatoria: se potessimo elencare tutti i concetti fondamentali (come virtù, saggezza, ecc.), potremmo combinarli in ogni modo possibile. Molti risultati sarebbero privi di senso, ma tra questi emergerebbero anche le verità.

Con Descartes, nel Seicento, prende forma una visione meccanica dell'essere umano. Il corpo è paragonabile a una macchina, a un orologio, formato da ruote e ingranaggi. Gli animali, secondo lui, non provano dolore: sono automi privi di anima. Il dualismo cartesiano separa nettamente mente e corpo. Hobbes riprende questa visione nel *Leviatano*: la vita non è altro che movimento di arti, il corpo umano è un meccanismo, e Dio è l'orologiaio. L'idea si estende alla politica: in una società ben ordinata, ciascuno ha il proprio ruolo, e il sovrano è colui che fa funzionare il tutto.

Anche Leibniz partecipa a questa visione. Non solo sviluppa la logica binaria e progetta (intorno al 1710) una macchina calcolatrice in base 2 — più complessa ma più semplice da costruire — ma propone anche un sogno più ambizioso. Se fosse possibile formalizzare tutti i concetti fondamentali in un alfabeto della ragione, si potrebbe trasformare ogni problema in un calcolo. Così, "uomini seri e di buona volontà" potrebbero sedersi, formulare il problema in termini logici e dire: *Calculemus!* — calcoliamo. Una visione razionalista che vuole depoliticizzare i conflitti attraverso il rigore del dato.

In questo spirito, Leibniz tenta anche di matematizzare la logica classica di Aristotele. Non ci riesce, ma intravede che è possibile. La sua idea anticipa le radici di un'utopia tecnocratica, in cui i problemi umani possono essere affrontati e risolti con strumenti computazionali.

La percezione culturale del calcolo nel tempo

Trascrizione 27 Marzo

Il calcolo come disciplina virtuosa

Durante la lezione abbiamo tracciato una panoramica storica e culturale dell'evoluzione del concetto di calcolo, mettendo in luce non solo le svolte teoriche e tecnologiche ma anche le trasformazioni del pensiero intorno alla razionalità, alla macchina e all'intelligenza.

Nel XVII secolo, in un'Europa appena uscita dalla devastazione della Guerra dei Trent'Anni, il calcolo razionale viene percepito come un'attività virtuosa, capace di incanalare le energie umane verso obiettivi pacifici. L'élite intellettuale del tempo considera l'atto di calcolare non solo utile, ma anche nobile: pensare con lucidità, misurare costi e benefici, esercitare il controllo sulle passioni sembrano vie per evitare il ritorno alla violenza. Hirschman, citato a lezione, sottolinea come l'intenzione fosse proprio quella di deviare l'aggressività umana verso attività socialmente costruttive.

Dall'Illuminismo al Romanticismo: il declino del prestigio del calcolo

Con il passaggio al Romanticismo, l'atmosfera cambia. L'ispirazione, l'emozione, la creatività diventano valori centrali, mentre il calcolo perde prestigio. Questo mutamento culturale rende più accettabile l'idea che il calcolo possa essere affidato a persone meno istruite o addirittura a macchine. Così nasce la visione "industriale" del calcolo, una visione impersonale e meccanizzata.

L'uomo come macchina e la metafora di Frankenstein

È proprio in questo contesto che si fa strada la concezione dell'uomo come macchina, un'idea che si era già intravista in filosofi come Cartesio e Hobbes. Ma è nel XIX secolo, con il romanzo "Frankenstein" di Mary Shelley, che questa visione si traduce in immaginario collettivo. La figura del mostro assemblato pezzo per pezzo è la metafora perfetta dell'essere umano pensato come strumento. Da allora, l'idea dell'uomo-macchina è diventata un archetipo culturale ricorrente.

George Boole: la logica diventa algebra

Nel frattempo, George Boole porta avanti un progetto ambizioso: dimostrare che il ragionamento logico può essere formalizzato con strumenti matematici. Riprendendo le intuizioni di Leibniz, Boole riesce a rappresentare la logica attraverso l'algebra, trasformando sillogismi in formule simboliche. Sebbene all'inizio questa scoperta appaia priva di applicazioni concrete, nel giro di un secolo cambierà la storia.

Shannon e la riscossa della logica "inutile"

Negli anni Trenta del Novecento, Claude Shannon, giovane studente al MIT, intuisce che l'algebra di Boole può servire per progettare circuiti di commutazione telefonica. È un momento cruciale: il sapere teorico e apparentemente inutile della logica diventa improvvisamente un elemento chiave dell'ingegneria delle telecomunicazioni. È un esempio potente di come la conoscenza ritenuta "inutile" possa rivelarsi fondamentale.

Abraham Flexner e il valore della ricerca libera

Abraham Flexner, in un celebre saggio, lo aveva già intuito: molte delle scoperte più importanti nascono dalla ricerca libera, non finalizzata. È con questo spirito che nasce anche l'Institute for Advanced Study a Princeton, luogo di ricerca pura che ospitò figure come Einstein, Gödel, Von Neumann.

Charles Babbage e la macchina analitica

In quel contesto culturale, Charles Babbage, nel pieno dell'epoca industriale, osserva i limiti del calcolo manuale e progetta una macchina capace di automatizzare la produzione di tavole matematiche. Nasce così la Difference Engine, seguita da un progetto ancora più ambizioso: la Analytical Engine. Non si tratta più solo di calcolo automatico, ma di un'autentica macchina programmabile, alimentata a manovella e controllata tramite schede perforate.

L'Italia e la nascita del software: Menabrea e Lovelace

Torino gioca un ruolo inatteso ma significativo in questa storia. Nel 1840, Babbage presenta la sua invenzione in una conferenza. Tra i presenti c'è Luigi Federico Menabrea, che ne scrive una dettagliata descrizione pubblicata in francese. Ada Lovelace, matematica inglese e figlia del poeta Byron, traduce e arricchisce il testo, proponendo anche un primo vero e

proprio programma e anticipando che quella macchina avrebbe potuto, un giorno, comporre musica o gestire simboli.

La crisi dei fondamenti: Hilbert e Gödel

Nel frattempo, la matematica affronta una crisi di fondamenti. David Hilbert, uno dei matematici più influenti del primo Novecento, propone un programma ambizioso: dimostrare che la matematica è completa, coerente e decidibile, cioè in grado di dimostrare ogni verità interna al proprio sistema con un algoritmo. Ma nel 1931, un giovane Kurt Gödel dimostra che tale sogno è irrealizzabile. Ci sono verità matematiche che, pur essendo vere, non possono essere dimostrate all'interno del sistema. E, ancora più sorprendente, un sistema coerente non può dimostrare la propria coerenza.

Turing e la macchina che può tutto (o quasi)

Alan Turing, matematico britannico, riprende queste riflessioni e propone un modello teorico capace di definire con precisione cosa significhi "eseguire un algoritmo". Nasce così la Macchina di Turing, una macchina ipotetica che esegue operazioni elementari su un nastro teoricamente infinito. Turing dimostra che una macchina del genere può rappresentare qualsiasi algoritmo possibile, ma allo stesso tempo che ci sono problemi (come il problema dell'arresto) per cui non si può sapere se la macchina si fermerà.

La nascita dell'informatica moderna

Questa intuizione non solo fonda teoricamente l'informatica moderna, ma segna anche l'ingresso in un'epoca in cui le macchine non sono più meri strumenti, ma entità capaci di "simulare" processi mentali. La lezione si conclude sottolineando come dietro ogni sviluppo tecnico si nasconde una visione del mondo, una filosofia, e che riflettere su questi aspetti sia essenziale per comprendere il significato dell'intelligenza artificiale oggi.

La macchina di Turing: immaginare il calcolo universale

Trascrizione 31 Marzo - DA FINIRE

Turing, Gödel e la formalizzazione dell'algoritmo

Il celebre articolo di Alan Turing nasce come risposta al programma di Hilbert, che voleva dimostrare che la matematica poteva essere fondata su basi complete e coerenti. Turing affronta una questione centrale: che cos'è un algoritmo? E come si può formalizzare in modo preciso una procedura meccanica e automatica per eseguire un algoritmo?

Attraverso un esperimento mentale, Turing immagina una macchina semplice che possa svolgere qualsiasi operazione algoritmica. Non ha l'intento di costruire una macchina fisica, ma di risolvere un problema teorico. Ispirandosi a ciò che fanno gli esseri umani quando

eseguono calcoli (come le moltiplicazioni con riporti), definisce una macchina che esegue una sola operazione alla volta, su un nastro infinito.

Con un teorema, Turing dimostra che tale macchina è in grado di eseguire qualunque algoritmo. Ma dimostra anche che ci sono problemi per i quali la macchina non si ferma mai: questi sono problemi indecidibili. In questo modo, Turing offre una nuova dimostrazione, alternativa ma equivalente, ai teoremi di incompletezza di Gödel.

Joseph Weizenbaum e l'etica dell'intelligenza artificiale

Joseph Weizenbaum, ricercatore tedesco naturalizzato statunitense, è stato uno dei pionieri dell'intelligenza artificiale. Dopo essersi trasferito negli Stati Uniti negli anni '30, studia informatica e negli anni '60 sviluppa ELIZA, il primo chatbot.

ELIZA era un programma che simulava una conversazione tra un paziente e uno psicoanalista, rispondendo alle affermazioni dell'utente con domande riformulate. Nonostante la sua semplicità, suscitava reazioni emotive profonde, rivelando come anche interazioni artificiali potessero sembrare umane.

Nel 1976 pubblica il libro "Computer Power and Human Reason", dove si interroga non solo su ciò che i computer possono o non possono fare, ma anche su ciò che dovrebbero o non dovrebbero fare, aprendo il campo a un'etica dell'informatica ancora oggi attualissima.

La necessità sociale della computazione

I computer elettronici nascono per rispondere a una necessità sociale concreta, esplosa con la Seconda Guerra Mondiale. Già durante la Prima Guerra Mondiale, l'uso massivo della radio, della chimica e delle mitragliatrici rese chiaro il legame tra scienza, tecnologia e guerra. Dopo il conflitto, molte nazioni fondarono enti di ricerca: in Italia, ad esempio, nasce il Consiglio Nazionale delle Ricerche.

Durante la Seconda Guerra, questa connessione diventa ancora più stretta. L'urgenza non riguarda solo l'atomica o il radar, ma anche la creazione di tabelle balistiche. Ogni modello di cannone richiede un proprio libretto di dati con circa 3.000 righe di calcoli, tenendo conto di altitudine, temperatura, vento, materiali, condizioni ambientali. Produrre questi dati richiede mesi e moltissime persone.

Tre paesi, tre bisogni: Germania, Regno Unito e USA

Germania

Nel contesto tedesco, il bisogno è legato allo sviluppo di missili. Konrad Zuse costruisce la prima macchina programmabile (Z3), ma il suo impatto resta limitato e la macchina viene distrutta durante la guerra.

Regno Unito

Qui il problema è decifrare i codici di Enigma. Alan Turing lavora a Bletchley Park progettando una macchina elettromeccanica per accelerare la crittoanalisi. Il contesto è quello di una feroce guerra industriale e commerciale che risale già agli anni '70-'90 del XIX secolo, quando i tedeschi avevano sviluppato Enigma per proteggere comunicazioni commerciali.

Stati Uniti

Negli USA, l'urgenza riguarda le tabelle balistiche e, successivamente, il Progetto Manhattan. L'enorme mole di calcoli porta alla nascita di progetti sistematici per automatizzare i calcoli, sostenuti da enti militari e accademici.

Un esempio è quello di Howard Aiken, professore che nel 1937 propone di costruire un computer elettromeccanico per applicazioni civili. Grazie a fondi della US Navy e alla collaborazione con IBM, nasce il Harvard Mark I (1944), celebrato dai giornali come un "cervello elettronico". Tuttavia, all'epoca non c'è ancora una necessità sociale, e la macchina resta marginale.

L'ENIAC e l'inizio della computazione elettronica

Nel frattempo, nel Midwest americano, il fisico John Atanasoff e il suo studente Clifford Berry progettano e costruiscono nel 1941 un computer elettronico basato su valvole. Non è meccanico, non ha relè, e può commutare più di 100.000 volte al secondo.

La notizia arriva a John Mauchly, che scrive un memorandum per proporre una versione molto più grande e potente. Con fondi militari, nasce così l'ENIAC, completato nel 1945. Con 18.000 valvole è in grado di calcolare una traiettoria in 20 secondi, mentre a mano ci volevano tre giorni e con una macchina analogica 30 minuti. Viene reso pubblico solo nel febbraio 1946, ma rappresenta l'inizio dell'era del calcolo automatico.

Dal decimale al binario: EDVAC e von Neumann

Dopo l'ENIAC, Mauchly e Eckert lavorano al progetto EDVAC, con l'aiuto di John von Neumann, che pubblica il famoso rapporto sull'architettura dei computer. Qui nasce il concetto di programma in memoria e l'adozione del sistema binario, più semplice da gestire elettricamente rispetto al sistema decimale.

Von Neumann propone una memoria unica per dati e istruzioni, in contrapposizione all'architettura di Harvard che separava i due. Questa idea, già presente nei lavori di Turing, verrà adottata come standard.

Von Neumann non era solo un teorico: costruisce anche i propri calcolatori, collabora allo sviluppo della bomba H, ed è tra i primi a scrivere veri programmi. Inoltre, è co-autore della teoria dei giochi, applicata strategicamente durante la Guerra Fredda per modellare situazioni di deterrenza nucleare. Tuttavia, questo modello viene poi criticato per assumere razionalità perfetta e assenza di comunicazione tra avversari, cosa non sempre realistica in ambito geopolitico.

L'importanza strategica della computazione

Con l'ENIAC e i progetti successivi, gli Stati Uniti comprendono rapidamente che la velocità di calcolo può diventare un vantaggio strategico in molti ambiti, non solo militari. La computazione automatica permette di accelerare processi decisionali e scientifici un tempo impensabili. La possibilità di risolvere equazioni differenziali, simulare processi fisici,

analizzare dati su larga scala non è più solo una questione accademica: diventa un elemento cruciale per la competizione geopolitica, tecnologica ed economica.

Fin dalla fine della Seconda Guerra Mondiale, gli Stati Uniti decidono di investire massicciamente nella ricerca computazionale. Il computer smette di essere un semplice strumento da laboratorio: diventa un oggetto strategico, tanto quanto l'energia nucleare. Questa consapevolezza è alla base della corsa tecnologica del dopoguerra, ed è ancora oggi presente nelle tensioni attuali intorno ai microprocessori e ai supercomputer.

Norbert Wiener e la nascita della cibernetica

Una figura centrale in questo scenario è Norbert Wiener, matematico e filosofo della scienza, che nel 1948 pubblica il libro *Cybernetics: Or Control and Communication in the Animal and the Machine*. Il termine "cybernetics" deriva dal greco *kybernetēs*, timoniere, e si riferisce allo studio del controllo e della comunicazione nei sistemi biologici, meccanici e sociali.

Durante la guerra, Wiener lavora a MIT su sistemi radar e predizione del movimento degli aerei nemici. Il suo obiettivo è progettare sistemi semi-automatici che permettano all'artiglieria antiaerea di anticipare i movimenti dei piloti. Per farlo, intervista i piloti, studia i limiti fisici degli aerei e cerca di modellare matematicamente il comportamento umano in condizioni di incertezza e reazione.

Nasce così un'idea potente: i sistemi, siano essi umani o artificiali, interagiscono con l'ambiente, ricevono feedback e modificano il proprio comportamento. Questo meccanismo di adattamento, chiamato appunto feedback, diventa la pietra angolare del pensiero cibernetico.

Le Macy Conferences e l'interdisciplinarità

Nel 1946, solo un mese dopo la presentazione pubblica dell'ENIAC, iniziano a New York le Macy Conferences, una serie di incontri che per la prima volta riuniscono scienziati di discipline diverse: matematici, ingegneri, neurofisiologi, psicologi, antropologi, filosofi.

Lo scopo è discutere l'organizzazione dei sistemi complessi, il concetto di apprendimento, l'emergere dell'intelligenza e la relazione tra uomo e macchina. Si trattava di un vero esperimento di transdisciplinarità: ogni incontro era introdotto da un partecipante diverso e seguito da discussioni animate in cui si cercava di comprendere il linguaggio e le categorie epistemologiche dell'altro.

I temi centrali includevano:

1. La modellazione dei neuroni e l'idea di reti neurali artificiali;
2. La possibilità che le macchine imparassero a imparare;
3. La simulazione dell'apprendimento e del comportamento umano;
4. L'analisi sistemica del concetto di controllo e autoregolazione.

Sebbene non portassero subito a risultati applicativi, le Macy Conferences furono fondamentali per creare una cultura comune tra scienze umane e scienze dure, e per gettare

le basi dell'intelligenza artificiale e della scienza dei sistemi complessi.

Introduzione alla cibernetica

La lezione del 3 aprile si apre con un riferimento storico e teorico alla cibernetica, una disciplina nata negli anni Quaranta che ha avuto un impatto profondo su numerosi ambiti del sapere: dalla biologia all'economia, dall'informatica all'ingegneria dei controlli. La parola "cybernetics" viene coniata da Norbert Wiener e indica lo studio scientifico della comunicazione e del controllo nei sistemi animali e meccanici.

L'aspetto centrale della cibernetica è il concetto di **feedback**: un meccanismo in cui un sistema produce un effetto sull'ambiente, il quale a sua volta influisce nuovamente sul sistema stesso, provocandone un adattamento. Sebbene il concetto di feedback fosse già noto nelle macchine meccaniche dell'epoca industriale, l'intuizione di Wiener fu quella di riconoscerne l'importanza sistemica e la sua applicabilità trasversale.

Il feedback nella cultura e nella politica

Per secoli, in Europa, la macchina per eccellenza fu l'orologio meccanico, simbolo di ordine e precisione. La metafora dell'universo come orologio, e di Dio come orologiaio, era dominante. In Inghilterra, tuttavia, si sviluppa una cultura differente: l'interesse si sposta verso macchine **autorregolanti**, che incorporano feedback. Questo si riflette anche in ambito politico ed economico. La teoria dell'economia di Adam Smith, formulata nel 1776, poggia sull'idea che l'interazione tra attori economici individuali, ognuno dei quali persegue il proprio interesse, genera un ordine spontaneo attraverso meccanismi di prezzo e scambio. È la metafora della **mano invisibile**, un sistema autoregolante che si contrappone all'approccio **top-down** delle economie pianificate, paragonabili a un orologio governato da un sovrano.

Dalla cibernetica all'intelligenza artificiale

Negli anni Quaranta, con la nascita dei primi computer elettronici, la cibernetica si interseca con la nascente informatica, l'ingegneria dei controlli automatici e, successivamente, con l'intelligenza artificiale. Le discipline inizialmente sono unite: molti dipartimenti universitari, come quello del docente, includono nel nome sia "automatic control" sia "computer engineering", a testimonianza della loro origine comune.

La cibernetica ha applicazioni in numerosi settori: biologico, ingegneristico, economico. In particolare, ha influenzato la riflessione sulle **economie pianificate** e sulle loro potenzialità. Durante la Grande Depressione del 1929, mentre il mondo capitalista era in crisi, l'Unione Sovietica appariva isolata e immune agli effetti della crisi globale. Ciò stimolò un dibattito teorico importante sul confronto tra economia pianificata e mercato.

Il "calculation debate" e il confronto tra sistemi economici

Tra il 1929 e il secondo dopoguerra, nelle grandi università come Harvard e Cambridge si svolse un dibattito fondamentale: è possibile che un'economia pianificata sia più efficiente di

un'economia di mercato? Nelle economie di mercato, i prezzi agiscono come segnali, riflettendo la domanda e l'offerta. Nessuno pianifica centralmente cosa produrre: l'informazione è distribuita tra tutti gli attori economici. Ma è proprio questa distribuzione che secondo Friedrich Hayek, economista austriaco, costituisce l'unico modo possibile per gestire sistemi così complessi. Per Hayek, l'economia è epistemologicamente **inconoscibile** nella sua totalità, e quindi l'unica soluzione è affidarsi a un sistema decentralizzato.

Dall'altro lato, i sostenitori dell'economia pianificata ribattevano che, grazie alla raccolta sistematica di dati, si poteva creare un piano razionale e coordinato. Anche se nella pratica il sistema sovietico risultava spesso inefficiente, l'argomento rimaneva teoricamente valido. Negli ultimi anni, con la disponibilità di **enormi quantità di dati e di potenza computazionale senza precedenti**, il dibattito si riapre. Aziende come **Amazon**, che disponono di informazioni su milioni di consumatori e produttori, sembrano incarnare un nuovo modello di pianificazione privata algoritmica.

Cibernetica socialista: il caso del Cile

Il caso più noto di applicazione esplicita dei principi cibernetici a un'economia nazionale è quello del **Cile socialista** sotto la presidenza di Salvador Allende (1970-1973). In quegli anni, un gruppo di intellettuali e tecnici cileni immagina un'economia più flessibile e partecipata, fondata su tecnologie di comunicazione e gestione distribuita. Viene chiamato Stafford Beer, uno dei massimi esperti mondiali di cibernetica applicata al management, che progetta per il Cile un sistema di monitoraggio in tempo reale dell'economia nazionale basato su **telex** e terminali remoti, collegati a un computer a Santiago.

Il progetto, noto come **Cybersyn**, viene interrotto dal colpo di stato del generale Pinochet nel 1973. Tuttavia, rimane una delle esperienze più interessanti di cibernetica applicata al governo. Per approfondire, si consiglia la lettura del libro *Cybernetic Revolutionaries* di Eden Medina e l'ascolto del podcast *The Santiago Boys* di Evgeny Morozov.

La situazione nei paesi socialisti e asiatici

Anche nell'Unione Sovietica si manifestò un certo interesse per la cibernetica, soprattutto dopo la morte di Stalin. A Kiev fu costruito il primo computer elettronico programmabile dell'URSS, e la città divenne un centro importante per lo sviluppo informatico sovietico.

In **Cecoslovacchia**, negli anni Sessanta, si tentò di sviluppare un socialismo "dal volto umano" che integrasse elementi cibernetici. Il tentativo fu represso dall'invasione sovietica del 1968.

In **Cina**, dopo la lunga parentesi della Rivoluzione Culturale (durante la quale le università furono chiuse per dieci anni), la svolta arriva nel 1978 con **Deng Xiaoping**, che promuove ricerca, sviluppo, educazione e in particolare l'informatica. Questa svolta è considerata una delle basi che oggi rendono la Cina competitiva sul piano tecnologico.

In **Giappone**, invece, il percorso è completamente diverso. Dopo la sconfitta nella Seconda Guerra Mondiale, il paese viene supportato dagli Stati Uniti nello sviluppo economico e

tecnologico. Nascono così i giganti dell'elettronica e dell'automotive, e il Giappone diventa pioniere nell'applicazione dei **transistor** in dispositivi di consumo.

La commercializzazione dei computer

Il primo computer commerciale in Europa continentale è la **Z4 di Konrad Zuse**, venduta nel 1950 al Politecnico di Zurigo. Negli Stati Uniti, la transizione verso il mercato avviene con la **UNIVAC**, il primo computer venduto commercialmente nel 1951. I primi acquirenti sono enti federali come il **Census Bureau**, l'**US Air Force**, l'**Atomic Energy Commission**. Solo in seguito la tecnologia raggiunge grandi aziende come General Electric, DuPont e Metropolitan Life.

UNIVAC diventa famoso nel 1952 quando, durante una trasmissione televisiva, riesce a prevedere correttamente la vittoria elettorale di Eisenhower, guadagnando un'enorme visibilità.

La legge di Moore e la Silicon Valley

Nel 1965, **Gordon Moore**, cofondatore di Intel, formula una previsione divenuta celebre: il numero di transistor nei circuiti integrati raddoppierà ogni 18 mesi a parità di costo. Questa "legge" si è rivelata vera per decenni, grazie anche a un effetto auto-avverante: l'industria ha investito per rispettarla. Il cuore di questa rivoluzione tecnologica è la **Silicon Valley**, in California, dove nascono Intel, AMD, e altri giganti.

Il caso italiano: tra opportunità e oblio

Anche l'Italia ha avuto una breve ma significativa stagione di protagonismo nell'informatica. Il primo computer arriva nel 1954 al Politecnico di Milano, grazie anche ai fondi del **Piano Marshall**.

Pochi anni dopo, **Enrico Fermi**, in una lettera al rettore dell'Università di Pisa, suggerisce di costruire un calcolatore elettronico invece di acquistarlo: sarebbe un investimento per tutto il sistema della ricerca. Così nasce il progetto **CEP**(Calcolatrice Elettronica Pisana), sviluppato in collaborazione con l'Olivetti.

Olivetti, negli anni successivi, progetterà l'**Elea 9003**, uno dei primi computer commerciali completamente transistorizzati al mondo, ma nonostante il potenziale, il progetto verrà abbandonato. Questo episodio è oggi ricordato come una delle occasioni mancate più clamorose dell'industria tecnologica italiana.

Olivetti, Mario Ciu e l'informatica in Italia negli anni '50-'60

Trascrizione

Contesto storico e avvio del progetto italiano

Negli anni '50, l'Italia avviò un progetto concreto per la costruzione di un calcolatore elettronico completamente nuovo. Il progetto culminò nello sviluppo del calcolatore elettronico di Pisa. La prima macchina fu completata nel 1957, mentre la versione finale fu rilasciata nel 1961. Si trattava di una macchina con transistor e tubi a vuoto, una delle prime a sfruttare il linguaggio Fortran, molto popolare per il calcolo scientifico.

Nel 1949, Enrico Fermi – in visita a Olivetti – osservò il potenziale emergente dei calcolatori elettronici, suggerendo all'azienda di non trascurare questa nuova tecnologia.

Adriano Olivetti: industria, design, cultura

L'azienda Olivetti fu fondata da Camillo Olivetti e si specializzò inizialmente in macchine da scrivere e dispositivi da ufficio meccanici. Suo figlio, Adriano Olivetti (1901-1960), si laureò in ingegneria chimica al Politecnico di Torino e divenne presto Direttore Generale dell'azienda, per poi diventare Presidente nel 1938.

Adriano era una figura poliedrica, appassionato di architettura, storia, design e con una visione ampia del ruolo dell'industria. Fu tra i primi a capire l'importanza del design industriale, collaborando con architetti e designer per creare macchine non solo efficienti ma anche belle. Questo approccio è stato spesso paragonato alla filosofia di Apple e Steve Jobs, che conosceva bene la storia di Olivetti.

L'azienda, in un periodo definito "età dell'oro", raggiunse margini di profitto molto elevati, vendendo macchine calcolatrici fino a dieci volte il costo di produzione. Questo garantì enormi risorse per R&D, progetti culturali e iniziative sociali a favore dei lavoratori.

L'avvio della divisione elettronica e l'incontro con Mario Ciu

Nel 1952 Olivetti aprì un centro di ricerca elettronico a New Canaan, nel Connecticut. Nel 1954, Adriano Olivetti incontrò a New York Mario Ciu (nato nel 1924), giovane ingegnere elettronico italo-cinese figlio dell'ambasciatore cinese in Vaticano, cresciuto a Roma e poi laureatosi e docente alla Columbia University.

Ciu era un tecnico brillante ma anche dotato di carisma e capacità organizzativa. Secondo la visione di Olivetti, per creare qualcosa di nuovo occorreva affidarsi a persone giovani, con competenze e visione. Ciu fu convinto a lasciare la carriera accademica per lavorare al progetto del calcolatore elettronico a Pisa e poi nella nuova divisione elettronica di Olivetti.

Nel 1955 nasce il laboratorio VisA a Pisa, poi nel 1957 viene fondata la Società per i semiconduttori. Nel 1958 viene ufficializzata la divisione elettronica Olivetti, situata lontano da Ivrea per creare una cesura simbolica e geografica con la tradizione meccanica.

La nascita dell'ELEA 9003

Ciu ricevette il mandato di costruire un computer elettronico da zero, completamente a transistor, vendibile sul mercato. Il progetto prese il nome di **ELEA** (acronimo di "Elaboratore Elettronico Aritmetico"), con richiami anche alla filosofia greca.

Dal 1955 al 1959, in soli quattro anni, Olivetti realizzò:

- un prototipo a tubi a vuoto (1957),

- un prototipo a transistor (1958),
- e infine un modello commerciale completamente transistorizzato: l'**ELEA 9003**.

Il 9003 fu il primo computer interamente a transistor pronto per il mercato, precedendo persino i modelli IBM e Siemens. Oltre all'innovazione tecnica, il progetto incorporava anche un'attenzione estetica rara per l'epoca: l'interfaccia utente era organizzata cromaticamente per facilitare l'interazione, rendendolo pionieristico dal punto di vista del design industriale.

Tecnologia della memoria

La memoria era realizzata con **anelli di ferrite**, ognuno dei quali memorizzava un bit. Ogni modulo conteneva 70.000 anelli disposti su 7 strati. L'assemblaggio era manuale, spesso affidato a donne per la precisione richiesta, e richiedeva una complessa rete di fili e nuclei magnetici.

Impatto commerciale

Il primo ELEA fu venduto alla Marzotto, una nota azienda tessile italiana. Ne furono venduti circa 40 esemplari, ad aziende, banche e pubbliche amministrazioni. Olivetti conquistò circa il 40% del mercato italiano dei calcolatori, una cifra significativa considerando la concorrenza di IBM.

Cultura aziendale e comunicazione

Olivetti fu pioniera anche nel modo in cui raccontava la propria identità. Assunse figure provenienti dalle scienze umane e dalla letteratura. Realizzò documentari per spiegare i calcolatori elettronici al pubblico, con interviste a Mario Ciù e narrazioni visive pensate per mostrare come i nuovi strumenti si differenziassero dalle macchine meccaniche.

Nel 1959, durante la presentazione ufficiale dell'ELEA al Presidente della Repubblica, Adriano Olivetti tenne un discorso memorabile che sottolineava il potenziale etico, scientifico e sociale dell'elettronica:

**"L'Italia è al pari dei paesi più avanzati quanto a qualità delle macchine.
Ma altrove gli investimenti pubblici sono ingenti, mentre noi siamo soli."**

E ancora:

"Questa macchina non serve solo a fare calcoli, ma a liberare l'uomo da compiti ripetitivi, a offrire nuove possibilità di conoscenza e progresso."

Annunciò inoltre che la macchina sarebbe stata messa a disposizione delle università, come il Politecnico di Milano, per la ricerca.

Crisi e smantellamento della divisione elettronica

Purtroppo, nel 1960 Adriano Olivetti morì improvvisamente. L'anno dopo, nel 1961, Mario Ciu morì in un incidente automobilistico. Entrambe le morti alimentarono sospetti e teorie complottiste, ma senza prove concrete.

Nel 1963, con una crisi finanziaria in corso, il controllo dell'azienda passò a un consorzio di banche e imprese, tra cui **Fiat**. La nuova dirigenza – guidata da **Aurelio Peccei**, figura poi centrale nella nascita del Club di Roma – giudicò l'elettronica troppo costosa e decise di smantellare la divisione.

Nel 1964, la divisione elettronica di Olivetti fu venduta a **General Electric**, che non aveva precedenti nel settore. GE continuò comunque a produrre computer in Italia (es. GE 115), venduti anche negli Stati Uniti, con oltre 600 unità esportate.

Il declino della meccanica

Nonostante il progresso elettronico evidente a livello mondiale (Intel, Texas Instruments, Giappone), la nuova Olivetti insistette sulla meccanica.

Nel 1965 fu lanciata la **Logos 27**, una calcolatrice meccanica da 3.700 pezzi. Era bella, ma fragile, costosa e talvolta sbagliava i calcoli: un problema inaccettabile. Fu l'ultimo grande prodotto meccanico prima dell'inevitabile declino.

Nel frattempo, all'estero, iniziavano a diffondersi i primi calcolatori da tavolo elettronici a circuiti integrati. Il futuro era chiaramente elettronico, ma Olivetti perse il treno.

L'eredità culturale e sociale di Olivetti

Olivetti rimane una delle più affascinanti avventure industriali italiane:

- Una visione dell'impresa come attore sociale e culturale.
- Una pioniera del design e della responsabilità sociale d'impresa.
- Un raro caso di industria italiana in grado di competere, nel dopoguerra, sul fronte dell'alta tecnologia.

Ivrea oggi è un patrimonio UNESCO, con edifici progettati da architetti di fama mondiale, testimonianza concreta della visione umanistica di Adriano Olivetti.

Fonti e approfondimenti consigliati

- *Il laboratorio Olivetti* (sociologia e storia dell'industria)
- Giuseppe Rar, articoli su Mario Ciu e l'ELEA
- Club di Roma e il report *The Limits to Growth* (1972), promosso anche da Peccei
- Archivio de *La Stampa*, per articoli storici su Olivetti e Mario Ciu

Storia dell'innovazione tecnologica in Italia e nascita del personal computer

Connessione con l'attualità

C'è una connessione tra ciò che è stato raccontato finora e quello che sta succedendo in Europa in questi mesi. Da circa tre mesi, infatti, molti paesi europei si stanno rendendo conto di essere improvvisamente incapaci di produrre alcune tecnologie digitali fondamentali. Questo scenario fa riflettere sulla situazione storica degli anni '50 e '60, in cui paesi come Francia, Germania, e l'Italia stessa, si trovavano a dover fare i conti con tecnologie emergenti come il computer.

L'Italia, in particolare, durante il boom economico, era in forte crescita industriale e tra i protagonisti nello sviluppo tecnologico: non solo nei computer, ma anche nell'energia nucleare e nel settore petrolifero. Ancora oggi, questi tre settori sono considerati strategici.

Il caso ENI e Enrico Mattei

Uno degli attori centrali fu **Enrico Mattei**, partigiano durante la Resistenza, che assunse la guida di una piccola azienda petrolifera statale con l'obiettivo di chiuderla. Invece, fece l'esatto contrario: la trasformò in una grande realtà, l'**ENI**(Ente Nazionale Idrocarburi). Negli anni '50, Mattei riuscì a creare una compagnia petrolifera nazionale indipendente, sfidando i colossi globali del settore come quelli americani e olandesi. L'ENI propose contratti molto più vantaggiosi ai paesi produttori, guadagnandosi però anche forti inimicizie.

Mattei morì in un misterioso incidente aereo nel 1962: l'aereo esplose vicino a Pavia. Si sospetta un sabotaggio. La sua figura è oggi nuovamente centrale nel dibattito sull'indipendenza energetica italiana.

Felice Ippolito e l'energia nucleare

Subito dopo la Seconda guerra mondiale, ci fu molto entusiasmo per l'energia nucleare, anche per usi civili. Si pensava che avrebbe portato energia quasi gratuita e illimitata. L'Italia, che ha da sempre un problema strutturale di scarsità di fonti energetiche, vide una grande opportunità.

Felice Ippolito, geologo e ingegnere, fu tra i primi a promuovere l'uso civile del nucleare. Fondò l'ente per lo sviluppo dell'energia nucleare (CNEN), con grandi ambizioni. Anche **Fiat** si interessò al settore, poiché le industrie energivore vedevano nel nucleare una fonte strategica.

Nel 1964, Ippolito venne **arrestato** per presunte irregolarità amministrative nella gestione del CNEN. Questo portò alla sua estromissione e, nei fatti, al ridimensionamento dell'intero settore nucleare italiano.

Altri centri di eccellenza scientifica italiani

- **Domenico Marotta**, chimico, fondò un centro di ricerca genetica di rilievo internazionale.
- **Adriana Concetta Valerio**, creò un laboratorio a Napoli con grande prestigio globale.

Tuttavia, molti di questi centri non hanno mantenuto il loro potenziale nel lungo periodo.

Nel 1964, l'Italia diventa il **terzo paese al mondo a lanciare un satellite**, dopo USA e URSS. Un fatto oggi poco noto. Torino e Capua sono ancora oggi tra i centri nevralgici del settore aerospaziale italiano.

L'interpretazione complottista (e non solo)

Esistono interpretazioni complottiste secondo cui l'Italia sarebbe stata ostacolata nei suoi tentativi di avanzare in settori strategici. Si tratta di teorie che, pur con eccessi, fanno riferimento a dinamiche reali: fragilità politica, pressioni internazionali, errori interni.

Il giornalista **Gianni Riotta** ha parlato dei tre grandi appuntamenti mancati dell'industria italiana: informatica, petrolio e nucleare. Più che complotti, si tratta di **occasioni perse**, spesso per cause multiple.

Il caso della Programma 101

Dopo la cessione della divisione elettronica di Olivetti a General Electric, un gruppo di ingegneri tornò a Ivrea e, nel tempo libero, progettò una nuova macchina: **la Programma 101**, il primo computer da tavolo programmabile della storia. Fu un successo clamoroso: venduta in 44.000 esemplari, fu utilizzata anche dalla **NASA** per i calcoli delle missioni Apollo.

Progettata da **Pier Giorgio Perotto**, era grande come una macchina da scrivere, usava **schede magnetiche** per i programmi e poteva essere programmata senza intermediari. Lanciata a New York nel 1965, ebbe così tanto successo che Olivetti cedette i diritti per la produzione americana a Hewlett-Packard.

Il suo ideatore la descriveva così:

"Sognavo una macchina amica, che potesse eseguire compiti noiosi, programmabile da chiunque, senza bisogno di un operatore in camice bianco."

Gli anni '70 e '80: altri tentativi

Olivetti proseguì lo sviluppo di prodotti innovativi:

- **Macchine da scrivere computerizzate**, con schermo e possibilità di modifica prima della stampa.
- **M20**: un personal computer con sistema operativo tutto italiano (PCOS) e processore Zilog Z8001.
- **M24**: compatibile con IBM, molto potente, con CPU Intel 8086.
- **Il Quaderno**: notebook leggerissimo da 1kg, con modem e registratore vocale integrati.

Ma l'avanzata americana e asiatica divenne inarrestabile. Negli anni '90, Olivetti, come molte aziende europee, **uscì definitivamente** dal mercato dei computer.

La nascita del personal computer negli USA

Negli USA, la nascita del personal computer è strettamente legata a una certa **cultura della controcultura**. Negli anni '60, con il movimento hippie, nacque una sensibilità verso l'autonomia, l'accesso diretto, e la sfiducia verso le grandi istituzioni. Questo portò alla creazione di strumenti "personalni", tra cui i computer.

Un esempio emblematico è il **Whole Earth Catalog** (1968), un catalogo postale ideato da **Stewart Brand**, che raccoglieva strumenti per la vita autonoma, sostenibile e creativa. Era un manifesto culturale di empowerment tecnologico.

L'arrivo delle foto della Terra vista dallo spazio rafforzò il senso di comunità globale. Queste immagini furono pubblicate sulla copertina del catalogo, contro il parere iniziale del governo americano, che temeva un messaggio troppo pacifista.

Il microprocessore e la rivoluzione PC

Nel 1971, l'Intel 4004 (primo microprocessore) fu sviluppato da **Federico Faggin, Mazor, Hoff e Shima**. Da lì nacque tutto:

- **Altair 8800** (1974): primo personal computer, venduto in kit. Bill Gates fonda **Microsoft** per scrivere il linguaggio BASIC.
- **Apple I e Apple II**: Steve Jobs e Steve Wozniak portano il computer fuori dai garage, dentro le case.
- Nascono le console (es. **Atari**) e giochi come **Pong** (interamente hardware, senza software).

Negli anni '80 ci fu un'esplosione di modelli (Commodore 64, Amstrad, Sinclair...), tutti **incompatibili** tra loro.

IBM PC e la standardizzazione

Nel 1981 IBM lanciò il suo **PC 5150**, basato su processore Intel 8088 e sistema operativo MS-DOS di Microsoft. Era un prodotto più vecchio di altri, ma affidabile e facile da produrre in massa. Diede vita allo standard "**IBM compatibile**", che portò alla diffusione globale dei personal computer.

La compatibilità divenne un vantaggio enorme per gli sviluppatori software e per gli utenti.

Conclusione

Il personal computer, come anche internet, non nascono solo da esigenze tecniche o industriali, ma da una precisa **visione culturale e politica**: quella di un mondo in cui ogni individuo può avere accesso diretto alla tecnologia, può programmare, controllare, esplorare.

Capire questo contesto è fondamentale per riflettere sulle tecnologie di oggi e sul ruolo che l'Europa (e l'Italia) possono ancora giocare nel futuro dell'innovazione.

L'evoluzione del personal computer e la standardizzazione

Trascrizione migliorata della lezione del 10 aprile

IBM decise, con un'azione rivoluzionaria, di rendere completamente aperte le specifiche hardware del suo personal computer. Questo permise a terze parti di produrre componenti

compatibili (come tastiere, dischi, ecc.), dando così vita allo standard "IBM compatible", che è ancora dominante nel mondo PC. In contrasto, Apple mantenne un'architettura proprietaria e chiusa, salvo una breve parentesi negli anni '90 in cui concesse licenze ad altri produttori.

Questa apertura architettonica garantiva agli utenti finali maggiore libertà: si potevano installare sistemi operativi diversi e qualsiasi applicazione desiderata, riflettendo una filosofia di apertura e personalizzazione. Tuttavia, ciò comportava anche una maggiore esposizione a problemi di sicurezza, in un'epoca in cui il malware non era ancora una preoccupazione significativa.

Grace Hopper e il ruolo delle donne nella storia dell'informatica

Una figura chiave della storia è **Grace Hopper**, pioniera dell'informatica nella marina americana e co-inventrice del linguaggio **COBOL**, orientato al business. Viene anche riconosciuta per l'invenzione del **compilatore**, strumento fondamentale per rendere più accessibile la programmazione.

Hopper è nota anche per un'espressione diventata celebre in Silicon Valley:

"It's much easier to apologize than to get permission."

Il suo lavoro riflette un'epoca in cui molte **donne erano centrali nel settore informatico**, soprattutto negli Stati Uniti, dove le prime imprese software erano spesso fondate e gestite da donne. A differenza dell'Europa, dove l'informatica rimase a lungo un dominio esclusivamente maschile e ingegneristico, negli USA le programmatrici erano comuni anche per motivi culturali e storici (i "computers umani" erano spesso donne).

Un'altra figura di spicco è **Margaret Hamilton**, che scrisse il codice per l'Apollo Guidance Computer nella missione Apollo 11. Solo molti anni dopo ricevette riconoscimenti ufficiali, come la **Presidential Medal of Freedom**.

Il crollo della partecipazione femminile in informatica (1984)

Una svolta cruciale avviene **nei primi anni '80**, con un **calo drastico della presenza femminile in informatica**, mentre aumentava in altre discipline STEM. Il grafico citato mostra un picco attorno al 1984, seguito da un crollo. Le cause ipotizzate:

- **Marketing culturale**: film come *WarGames* e pubblicità dell'epoca promuovevano il personal computer come oggetto "maschile", da regalare ai figli maschi.
- **Effetto culturale retroattivo**: meno donne scelsero l'informatica → percezione rafforzata di settore "maschile" → ulteriore dissuasione per nuove generazioni.

Un confronto con i paesi ex socialisti mostra che lì le donne in STEM sono ancora oggi numerose, a dimostrazione che il fattore chiave è **culturale e reversibile**.

Il conflitto tra industria telefonica e packet switching

Negli anni '50 e '60, la rete telefonica era basata sul **circuit switching**: una connessione fisica stabile tra due punti, ottimizzata per chiamate vocali di circa 3 minuti. Ma l'uso remoto dei computer richiedeva connessioni molto più lunghe e irregolari → il **circuit switching era inefficiente** per questo scopo.

Alcuni ricercatori, come **Paul Baran** (RAND Corporation) e **Donald Davies** (UK), proposero invece il **packet switching**: i dati sono suddivisi in pacchetti, ciascuno instradato indipendentemente → più efficienza, resilienza e robustezza anche in caso di attacchi (es. guerra nucleare).

L'industria telefonica (AT&T) rifiutò persino finanziamenti statali per studiare packet switching, temendone l'impatto destabilizzante. Questo viene presentato come un esempio della **legge della soppressione del potenziale radicale**: chi detiene una tecnologia dominante tende a ostacolare l'adozione di tecnologie alternative che potrebbero minarne il potere.

La nascita di ARPANET e di Internet

Dopo il trauma dello **Sputnik (1957)**, gli USA investirono massicciamente in ricerca tecnologica. Nel 1958 nacque **DARPA**, agenzia del Ministero della Difesa pensata per finanziare ricerca di frontiera e ad alto rischio. Tra i progetti: **ARPANET**, la prima rete a commutazione di pacchetto (packet switching), creata nel 1969.

ARPANET fu sviluppata in modo **collaborativo, flessibile e orizzontale**, molto diverso rispetto ai progetti europei odierni rigidamente regolati. Il primo messaggio tra UCLA e Stanford fu inviato il 29 ottobre 1969.

Nei primi anni '70, ARPANET si espanse e si iniziarono a sviluppare **servizi come l'e-mail**, standardizzata tra i vari nodi della rete. Questo rafforzò un senso di **appartenenza comunitaria all'Internet**, ancora presente nel 2012 quando utenti e sviluppatori riuscirono a bloccare alcune proposte di legge ritenute dannose per la rete (es. SOPA/PIPA).

Conclusione: potere, cultura e infrastrutture

L'evoluzione dell'infrastruttura digitale mostra:

- **Conflitti tra vecchie e nuove tecnologie**, simili al passaggio dai canali ferroviari alle ferrovie nel XIX secolo.
- **L'importanza della cultura** nel determinare l'adozione tecnologica (es. il gender gap nell'informatica).
- **Il ruolo strategico dei dati**, come fonte di potere tecnico, politico ed economico (conceitto che risale già all'Ottocento).
- **Le decisioni infrastrutturali sono spesso guidate da ipotesi sul futuro**, difficilmente dimostrabili con certezza.

La nascita di una nuova infrastruttura di comunicazione

Nel 1972 esistevano già diverse reti consolidate: i satelliti erano operativi, le reti telefoniche ben sviluppate e anche la rete telegrafica, seppur più datata, era ancora funzionante e impiegata in contesti professionali – ad esempio il sistema Telex era ampiamente utilizzato da aziende, redazioni giornalistiche e uffici pubblici.

Sopra questa stratificazione di reti – telegrafo e telefono – si avvia negli Stati Uniti la costruzione di una nuova rete di comunicazione, indipendente ma destinata a fondersi con quella telefonica negli anni '90. Si tratta di ARPANET, la rete sperimentale che nel 1969 collega istituti come UCSB (Santa Barbara), UCLA e l'università dello Utah.

Nel 1972 ARPANET ha nodi distribuiti su entrambe le coste degli USA e nel centro del paese, includendo università (Harvard, MIT), aziende (come BBN), enti governativi (il Pentagono), e addirittura connessioni internazionali come quella con la Norvegia (paese NATO) tramite satellite. È chiaro che la rete stia diventando una "rete di reti", cioè una struttura capace di interconnettere sistemi diversi – satelliti, reti telefoniche, ecc. – anticipando così l'idea di Internet.

Le prime applicazioni: email, condivisione dei paper e comunicazioni real-time

A metà degli anni '70, ARPANET inizia a essere usata per applicazioni concrete:

- **Condivisione di articoli scientifici** tra ricercatori;
- **Email**, la cui standardizzazione inizia proprio in questi anni.

Contemporaneamente, alcuni iniziano a esplorare l'uso della rete per comunicazioni in tempo reale. In quegli anni, l'unico tipo di comunicazione real-time praticabile è quella vocale, poiché il video è troppo pesante da trasmettere e gestire.

Telefonia vocale e limitazioni tecniche

Il **telefono** è la prima tecnologia capace di mediare la voce umana. Tuttavia, la voce trasmessa al telefono ha una **fedeltà molto più bassa** rispetto a quella naturale. Il motivo è tecnico ed economico: non si poteva trasmettere l'intera gamma sonora udibile (20Hz-20kHz), quindi si è scelto un compromesso che garantisse l'intelligibilità con un costo e complessità contenuti. Il risultato è la **banda telefonica tradizionale**, che va da circa **300Hz a 3.4kHz**.

Nel passaggio da analogico a digitale (anni '60), la voce viene digitalizzata con una frequenza di campionamento di 8kHz, portando a un bit rate di **64kbps** (codifica PCM). Questo formato è noto come **narrowband digital speech**.

Compressione e crittografia della voce

Poiché la rete telefonica gestisce milioni di chiamate, era essenziale comprimere ulteriormente i dati vocali:

- **ADPCM (Adaptive Differential PCM)** riduce a **32kbps**;
- Alcuni codec portano il bit rate fino a **2.4kbps**, per consentire l'uso via modem (che supportavano 1.2–2.4kbps) o su **link satellitari** molto lenti.

Ma perché comprimere digitalmente la voce quando si potrebbe semplicemente trasmettere in analogico? La **motivazione chiave** è la **crittografia**: solo una voce digitalizzata può essere cifrata. Negli anni '70, dopo uno scandalo che rivelò attività di intercettazione da parte dell'URSS, il governo USA volle sviluppare telefoni criptati. Il risultato furono telefoni speciali (soprattutto per ambasciate) che comprimevano e cifravano la voce prima di inviarla.

Video dimostrativo (1977): chiamata vocale via ARPANET

Nel video mostrato in aula:

- Si organizza una conference call tra membri distribuiti della rete ARPANET;
- Uno dei partecipanti si collega da una cabina telefonica, ma viene escluso perché il collegamento non è sicuro;
- Gli altri utenti usano "ARPANET phones" dotati di codec vocale e cifratura;
- È presente un **rudimentale sistema di voto elettronico**;
- La comunicazione avviene a turni (una persona alla volta), con indicazioni come "over to you".

Considerazioni tecniche

- Le chiamate vocali digitali compresse a **2.4kbps** erano una conquista, ma la qualità era mediocre;
- Solo con lo sviluppo successivo (Skype, WhatsApp, LTE) si è passati a **wideband speech**, campionato a 16kHz e codificato a 12–16kbps;
- Gli standard ITU (es. G.729) hanno abbassato il bitrate fino a **1.8kbps**, al limite dell'intelligibilità.

Internet: una scelta politica e tecnica diversa

Negli anni '70, mentre la rete ARPANET cresceva, si affermava anche l'idea che le reti del futuro dovessero essere capaci di **interconnettere reti eterogenee** (locali, satellitari, mobili, ecc.). Nel 1973 nasce quindi il protocollo **IP**, base di Internet.

A differenza dell'approccio centralizzato dell'**ITU** (agenzia ONU per le comunicazioni), i ricercatori ARPANET decidono di definire standard in modo **decentralizzato, informale e collaborativo**:

- Nascono i **Request for Comments (RFC)**: documenti tecnici condivisi liberamente nella comunità;

- Nel 1980 viene fondata l'**Internet Engineering Task Force (IETF)**, che lavora per "rough consensus and running code": nessun voto formale, solo umori ("humming") e codice funzionante.

Il ruolo del governo USA e la standardizzazione di TCP/IP

Nel 1981 il governo USA decide che tutti gli apparati di rete acquistati dovranno supportare **TCP/IP** (dal 1° gennaio 1983). Questo meccanismo di "government procurement" ha favorito TCP/IP rispetto a tecnologie concorrenti (es. token ring di IBM). Fino a quel momento, i risultati della ricerca finanziata dal governo dovevano essere di dominio pubblico. Solo dal 1981, con il **Bayh-Dole Act**, le università USA hanno potuto brevettare i risultati delle ricerche pubbliche.

La fine di ARPANET e il passaggio alla National Science Foundation

Negli anni '90, il progetto ARPANET termina formalmente. La parte militare si separa creando la rete .mil, mentre la porzione civile e accademica passa sotto il controllo della **National Science Foundation (NSF)**, una delle principali agenzie americane di finanziamento alla ricerca di base.

La NSF si occupa del mantenimento dell'infrastruttura, i cui costi iniziano a essere sostenuti dallo Stato. Si parte da velocità molto basse (56kbps nel 1986) fino a raggiungere i 45Mbps e oltre. Questo spiega perché una semplice chiamata vocale a 64kbps poteva già saturare un collegamento negli anni '80.

Le alternative a IP e la concorrenza negli anni '90

Fino ai primi anni '90, la tecnologia IP non era l'unica opzione. Grandi aziende come **IBM**, **Microsoft**, **Novell**, e **Digital** promuovevano soluzioni proprietarie (es. Token Ring). Anche gli operatori telefonici scommettevano su architetture a commutazione di circuito come **ATM (Asynchronous Transfer Mode)**, che tuttavia non ebbero successo sul lungo periodo.

Molti imprenditori e politici sottovalutarono l'importanza di Internet, considerandola una tecnologia accademica e poco professionale. In Italia, alcuni decisero di non investire nel web proprio per questo motivo.

Il Minitel e i giardini recintati

Un precursore del web fu il **Minitel**, sistema sviluppato in Francia negli anni '80 che consentiva accesso a servizi digitali (comprare biglietti, consultare riviste, pagine aziendali, ecc.) tramite terminali distribuiti gratuitamente dallo Stato. Si basava su una grafica rudimentale ma raggiunse 25 milioni di utenti. Anche l'Italia aveva un servizio simile chiamato **Videotel**.

Negli USA, servizi come **CompuServe** e **Prodigy** offrivano contenuti digitali in ambienti chiusi, i cosiddetti *walled gardens*. Non erano parte del web aperto.

La svolta commerciale di Internet (1994)

Fino al 1994, Internet era ad uso **esclusivamente non commerciale**. Anche pubblicare un annuncio per vendere una bicicletta era considerato una violazione. La **Clinton Administration** rimuove progressivamente queste restrizioni:

- Affida la gestione della rete al settore privato;
- Liberalizza la creazione di **Internet Service Provider (ISP)**, che potevano operare acquistando linee e modem;
- Abbandona il finanziamento pubblico delle dorsali, permettendo ai provider di guadagnare vendendo accesso.

Nel 1994, Clinton e Al Gore lanciano la visione dell'**information superhighway**: tutto, dalla stampa alla televisione ai film, sarebbe migrato su Internet. Sebbene mancassero ancora risorse per gestire il video, la direzione era chiara.

ISP "artigianali" e deregulation

Negli anni '90, un ISP poteva essere fondato da poche persone, semplicemente acquistando:

- Un numero telefonico;
- Alcuni modem;
- Accesso alla rete di Telecom Italia.

Il provider offriva connettività ai clienti, mentre l'operatore telefonico aveva **l'obbligo legale di fornire** la connessione. Si crearono centinaia di ISP, molti fallirono, ma alcuni divennero attori di rilievo.

I principi fondanti di Internet

Internet, progettata negli stessi anni del personal computer, fu fondata su 4 principi:

1. **Internetworking** – Capacità di connettere reti eterogenee tramite IP.
2. **End-to-end principle** – L'intelligenza della rete è ai margini (nei dispositivi), non nel core.
Il network si limita a trasportare pacchetti.
3. **Best effort** – Nessuna garanzia di qualità del servizio; i pacchetti vengono inoltrati nel miglior modo possibile, senza priorità o controlli.
4. **Net neutrality** – Tutti i pacchetti sono trattati allo stesso modo, indipendentemente da contenuto, mittente o destinatario.

End-to-End: reti "stupide", dispositivi intelligenti

A differenza della rete telefonica, dove l'intelligenza era nella rete (e i telefoni erano "stupidi"), Internet viene progettata come una rete "stupida", in grado solo di inoltrare pacchetti, lasciando la complessità alle estremità (PC, server).

Questo favorisce l'innovazione: chiunque può creare un'applicazione (come Skype) e distribuirla senza dover ottenere autorizzazioni da un'autorità centrale o da un operatore telefonico. In quegli anni nascono servizi come:

- **Webmail**
- **Streaming audio/video**
- **Skype**, creato da tre sviluppatori estoni senza chiedere il permesso a nessuno.

Neutralità della rete (Net Neutrality)

La **net neutrality** implica che:

- Gli operatori di rete **non possano discriminare** i pacchetti in base a contenuto, mittente o destinazione.
- Non possano **dare priorità** o rallentare traffico di specifici servizi (es. zero-rating per Instagram o Facebook).

Negli anni 2000, gli operatori telefonici cercarono di far pagare aziende come Google, Netflix e Facebook per trasportare i loro dati, affermando che stessero sfruttando l'infrastruttura senza contribuire ai costi.

Conflitto economico e politico

- Gli OTT (Over-the-Top, come Google e Facebook) guadagnano miliardi grazie a Internet.
- Gli operatori (TIM, Vodafone, ecc.) forniscono la rete, ma ottengono solo i canoni di accesso.
- Alcuni volevano imporre **tariffe differenziate** in base al valore del contenuto trasportato.

La **comparazione metaforica** proposta dai sostenitori della net neutrality è:

“Paghi l'autostrada per il camion, non in base a cosa trasporta – oro o cipolle.”

Net neutrality divenne quindi un tema politico:

- Obama favorevole (con appoggio di Google, Facebook, ecc.);
- Trump contrario (eliminò regolazioni dell'FCC);
- Biden ha tentato di ripristinarle.

Il timore è che, in assenza di net neutrality, si aprano le porte alla **censura selettiva** (rallentare o bloccare certi siti), senza che l'utente ne sia consapevole.

I big tech costruiscono la propria infrastruttura

Negli ultimi 10 anni, aziende come Google e Facebook hanno investito per:

- **Posare cavi sottomarini** propri;

- **Connettersi direttamente** ai nodi della rete (bypassando gli operatori);
- In alcuni casi, **diventare essi stessi provider**, come Google Fiber negli USA.

Questo consente loro di ridurre al minimo la dipendenza dalle infrastrutture degli operatori tradizionali e trattare da una posizione di forza.

Il web prima del web: FTP, Gopher e la nascita dell'HTML

Prima del Web:

- Si usava **FTP**, sistema testuale per scaricare file (senza anteprima né struttura navigabile);
- **Gopher**, sviluppato dall'Università del Minnesota, offreva una navigazione simile a directory grafiche, ma fu abbandonato perché l'università voleva monetizzarne l'uso.

Il web, come lo conosciamo oggi, nasce con **Tim Berners-Lee** al CERN:

- Per risolvere il problema di condivisione delle informazioni tra i vari laboratori;
- Sviluppa:
 - **HTML** (linguaggio di markup);
 - **HTTP** (protocollo di trasferimento);
 - **URL** (sistema di indirizzamento).

Il CERN decise di rendere tutto **di dominio pubblico**, seguendo l'approccio aperto di ARPANET e TCP/IP. Questa apertura fu cruciale per la rapida adozione globale del web.

La versione ufficiale sulla nascita di Internet e le sue lacune

Iniziamo un viaggio alle origini di Internet, non per limitarsi alla versione ufficiale, ma per arricchirla con una prospettiva complementare. Quella che spesso viene presentata — in slide educative o nei racconti comuni — è una narrazione ufficiale che, pur corretta, omette elementi fondamentali di contesto.

La versione tradizionale racconta che il packet switching emerse come un metodo più efficiente per l'invio di dati, tecnicamente superiore rispetto ai metodi precedenti. Si riconosce che alcuni volevano costruire una rete più robusta, capace di resistere anche a un attacco nucleare sovietico, ma l'enfasi resta sempre sui vantaggi tecnici ed economici, piuttosto che sulle motivazioni militari. Il packet switching viene così presentato come semplicemente un modo migliore di trasmettere dati — e questa rappresentazione diventa la narrazione dominante.

Questa versione non è sbagliata, ma è incompleta. Spesso viene menzionato il coinvolgimento dell'ARPA (Advanced Research Projects Agency), ma la natura e l'estensione di questo coinvolgimento vengono minimizzate. L'ARPA è coinvolta in molti progetti non esplicitamente militari, ma ciò non toglie che l'origine del progetto fosse profondamente

legata al contesto della guerra e della difesa. Anche nei testi accademici — come *Inventing the Internet* di Janet Abbate (MIT Press, 1999), punto di riferimento per molti — troviamo un racconto ricco di dettagli, ma ancora parziale.

Per capire davvero le tecnologie digitali e l'ascesa dell'intelligenza artificiale, dobbiamo scavare più a fondo nel contesto storico e sociale. Torniamo quindi alla Seconda Guerra Mondiale, al laboratorio di radiazioni del MIT, dove si svilupparono armi e tecnologie fondamentali per lo sforzo bellico. Uno dei progetti più importanti fu quello guidato da Norbert Wiener, che cercava di automatizzare le armi contraeree modellando il comportamento dei piloti nemici.

La guerra rese chiaro un principio: la superiorità scientifica garantisce la superiorità militare. Questo concetto fu formalizzato nel celebre rapporto *Science, the Endless Frontier* di Vannevar Bush (1945), che propose un sostegno sistematico e permanente alla ricerca scientifica anche in tempo di pace. Il rapporto portò, tra l'altro, alla creazione della National Science Foundation (NSF) nel 1950, che, pur essendo un ente civile, ha tra i suoi obiettivi il rafforzamento della difesa nazionale.

Dopo la guerra, eventi come la bomba atomica sovietica (1949) e il lancio dello Sputnik (1957) accentuarono l'urgenza di investire nella scienza. Il lancio del primo satellite sovietico mostrò che, se un paese è capace di mettere un satellite in orbita, può anche lanciare una bomba atomica intercontinentale. Per proteggersi, gli Stati Uniti svilupparono sistemi come il SAGE (Semi-Automatic Ground Environment), basato su radar distribuiti e un primitivo sistema di networking tra computer incompatibili, per rilevare attacchi aerei.

Fu in questo contesto che nacque l'idea di migliorare le comunicazioni militari. La videoconferenza fu immaginata non per riunioni aziendali, ma per permettere la comunicazione in tempo reale tra i comandanti sul campo e la Presidenza. Gli anni '50 videro la Guerra di Corea e molti altri conflitti, ma le comunicazioni restavano lente e inaffidabili. I missili balistici intercontinentali (ICBM) divennero la nuova minaccia, richiedendo sistemi informatici e reti più sofisticati.

ARPA e il contesto del Vietnam

Nel 1958, gli Stati Uniti fondarono l'ARPA in risposta allo Sputnik. L'agenzia doveva gestire progetti tecnologici troppo rischiosi per l'industria privata. Quando le tecnologie erano troppo speculative, le aziende non investivano: ARPA riempiva quel vuoto.

Nel frattempo, la situazione globale si complicava. Il Vietnam, diviso in due dopo la sconfitta francese, vedeva il Nord comunista sostenuto da Cina e URSS, e il Sud appoggiato dagli USA. Gli americani si trovarono coinvolti in una guerra irregolare, in cui le strategie convenzionali fallivano.

ARPA promosse allora progetti come lo sviluppo del defoliante Agent Orange (con Monsanto e DuPont), e il finanziamento di studi sociali su larga scala in Vietnam, Thailandia, Laos e Cambogia. Antropologi, sociologi ed economisti intervistarono popolazioni rurali per raccogliere dati su strutture tribali, leadership, credenze e paure. Questo rappresentò la prima grande militarizzazione delle scienze sociali.

La mole di dati raccolti fu immensa. L'elaborazione manuale risultava lenta, perciò si cercò subito di digitalizzare, condividere e analizzare i dati in modo dinamico. Ciò portò allo sviluppo di sistemi informatici e database, proprio come nel censimento USA del 1890 (Hollerith, precursore di IBM).

Contemporaneamente, il sistema SAGE era ormai obsoleto. I missili viaggiavano troppo velocemente per essere tracciati dai radar. Si avvertiva l'esigenza di una comunicazione militare globale in tempo reale, tra basi, comando e Presidenza. Due sfide erano prioritarie: difendere il territorio dagli ICBM e migliorare le comunicazioni globali. Da queste esigenze nacquero ARPANET, le reti wireless, e le comunicazioni satellitari.

Sorveglianza e scienze sociali

La necessità di migliorare le comunicazioni globali in ambito militare stimolò un nuovo interesse per la videoconferenza. L'idea era semplice ma rivoluzionaria: i generali sul campo dovevano poter comunicare in tempo reale con il Presidente e con gli altri comandanti.

Uno dei primi discorsi di John F. Kennedy al Congresso nel 1961 affrontava proprio questo problema: le infrastrutture comunicative militari erano obsolete. La crisi dei missili di Cuba del 1962 rese evidente il pericolo di questa carenza. Le informazioni arrivavano lentamente, erano incomplete e la nebbia dell'incertezza aumentava il rischio di guerra nucleare.

Pertanto, migliorare le tecnologie comunicative non era un progetto teorico, ma una questione di sopravvivenza nazionale. La difesa contro i missili, il comando globale e la condivisione in tempo reale dell'informazione divennero priorità assolute per lo sviluppo tecnologico.

Nel sud-est asiatico, intanto, la guerra del Vietnam spingeva ulteriori sperimentazioni. La rete di sensori ARPA nei territori vietnamiti includeva microfoni, sensori sismici e chimici per rilevare presenza umana o animale. I dati confluivano in tempo reale in un centro di comando a Saigon, con schermi che visualizzavano la situazione sul campo.

Il sistema consentiva interventi militari mirati, anticipando le future sale di comando informatizzate. Versioni aggiornate di questa rete furono usate anche sul confine USA-Messico a metà anni '70. Ma il successo tecnico non garantiva risultati militari: i guerriglieri svilupparono contromisure per ingannare i sensori, portando infine alla sconfitta americana.

Parallelamente, ARPA finanziò indagini culturali e sociali: gli "archeo-scientifici" (antropologi, sociologi, economisti, psicologi) intervistarono villaggi e gruppi tribali, in particolare nel nord-est della Thailandia. Le informazioni raccolte erano dettagliatissime e miravano a capire chi deteneva il potere locale, quali valori guidavano le decisioni, quali bisogni dominavano.

Scopo non era accademico: i pianificatori militari volevano sapere come conquistare la popolazione o come reprimere l'insurrezione. Dovevano scegliere tra riforme agrarie, intimidazione, distribuzione di risorse. La mole di dati portò a un'accelerazione verso la digitalizzazione, l'analisi statistica automatica e la condivisione rapida tra agenzie.

Questo contribuì allo sviluppo di database, sistemi di recupero informativo e protocolli di rete, tutti fondamenti dell'odierno Internet. Senza la spinta militare e i fondi dell'ARPA, molti di

questi sviluppi sarebbero stati molto più lenti.

L'emergere delle comunicazioni digitali

Negli anni '60, la visione militare delle comunicazioni digitali si fece più ambiziosa. L'ARPA voleva connettere computer incompatibili di Marina, Aeronautica, Esercito e altri rami militari, creando uno standard di interoperabilità.

Le storie su ARPANET spesso si concentrano su centri come UCLA, Stanford o MIT, ma è fondamentale ricordare che l'obiettivo militare fu sempre centrale: creare una rete resiliente, distribuita, capace di resistere a guasti e attacchi.

ARPANET nacque nel 1969 con i nodi iniziali a UCLA, Stanford Research Institute, UC Santa Barbara e Utah. Fu il prototipo di una rete a pacchetti distribuita. Subito si pensò al wireless e alle comunicazioni via satellite, fondamentali per le unità mobili sul campo.

Il mondo civile ereditò presto questi sviluppi: Wi-Fi, Internet mobile, Starlink. La videocomunicazione — nata per esigenze di comando militare — divenne FaceTime, Zoom, Teams. Kennedy, già nel 1961, aveva colto che la mancanza di comunicazioni poteva essere fatale. La crisi di Cuba lo dimostrò.

Il mondo digitale di oggi nasce quindi da un intreccio di ingegno tecnico, urgenza politica, necessità militare e contesto storico.

Raccolta dati e controllo sociale

Riprendendo il tema della raccolta dati su larga scala, ci spostiamo in Thailandia. Psicologi e antropologi statunitensi condussero valutazioni su soldati tailandesi. Ufficialmente si trattava di bisogni logistici; in realtà si trattava di profilazioni psicologiche e politiche.

Ogni soldato aveva un dossier dettagliato: credenze religiose, lealtà politiche, opinioni sulla monarchia. Obiettivo: prevedere chi potesse disertare, chi potesse diventare informatore o leader. Il vero scopo era il controllo comportamentale predittivo.

Questo concetto si estese alla società intera. Così come il sistema SAGE rilevava aerei sovietici, ora si voleva creare un "radar" sociale per anticipare rivolte o movimenti rivoluzionari. Negli anni '60, figure come Martin Luther King Jr. che cercavano alleanze tra neri e lavoratori bianchi erano viste come minacce.

L'esercito iniziò a parlare di controinsurrezione interna. Questa visione — nata 60 anni fa — è oggi realtà con smartphone, social media e sorveglianza digitale. Ma all'epoca serviva un apparato enorme: milioni di informatori, come nella Stasi. Costi e incompatibilità con la democrazia rendevano il progetto problematico.

La privacy divenne un tema urgente. Alla fine degli anni '60, cresceva la preoccupazione per i dossier personali. Le carte di credito contribuirono: per decidere a chi concedere credito, le aziende iniziarono a creare punteggi — i credit score. Ogni comportamento economico influiva sul punteggio. Ma le persone non sapevano come veniva calcolato né come correggere errori.

Negli anni '70 nacquero le prime leggi sulla privacy. È importante ricordare che il sistema di credit scoring statunitense — forma di punteggio sociale — è molto più antico e radicato di

quello cinese.

Programmi di sorveglianza governativi

Mentre le banche e le agenzie di credito accumulavano dati a fini finanziari, le agenzie governative costruivano profili ancora più inquietanti per motivi politici. Il Federal Bureau of Investigation (FBI), diretto per decenni da J. Edgar Hoover, era noto per la sua autonomia e tendenze autoritarie. Formalmente, non poteva creare dossier su cittadini senza motivi criminali; in pratica, ne accumulò su oltre 100.000 persone: attivisti, sindacalisti, studenti, intellettuali e anche Martin Luther King Jr.

Anche l'esercito, sebbene legalmente escluso da operazioni interne, iniziò a raccogliere dossier politici, giustificandoli come "controinsurrezione domestica". La NSA (National Security Agency), fondata negli anni '50, si concentrava sulle comunicazioni, operando in segreto. Le rivelazioni di Snowden hanno mostrato quanto fossero già vasti questi programmi anche all'epoca.

Le reti delle agenzie erano incompatibili. Era necessario creare un'infrastruttura che li collegasse — nasceva così la necessità dell'internetworking, che portò direttamente allo sviluppo di ARPANET. Anche la sicurezza era cruciale: i telefoni analogici erano facilmente intercettabili. Il passaggio a comunicazioni digitali criptate era una priorità strategica.

Le videoconferenze su ARPANET non erano un effetto collaterale: erano parte integrante della visione militare. Intanto, nel mondo accademico, crescevano le preoccupazioni. Studenti e giornalisti di MIT e Harvard temevano che l'informatizzazione avrebbe concentrato troppo potere nelle mani di élite politiche o industriali.

Nel 1969, in un contesto di proteste studentesche, emersero accuse secondo cui ARPANET veniva usata per distribuire dossier militari illegali. Il Cambridge Project, frutto della collaborazione tra ARPA, MIT e Harvard per creare database sociali su larga scala, divenne simbolo delle potenzialità repressive delle tecnologie digitali.

Fin dalle origini, quindi, Internet fu intrecciato a potere, sorveglianza e repressione. La retorica utopistica degli anni '80-'90 contrasta con le reali origini di queste tecnologie.

Scandali ARPANET e transizione

Nel 1975, esplose uno scandalo: l'esercito USA stava ancora circolando dossier illegali attraverso ARPANET. Fred W. Rowan denunciò pubblicamente l'uso improprio della rete per la sorveglianza. Il Congresso convocò udienze, e l'opinione pubblica iniziò a interrogarsi sui rischi delle reti digitali distribuite.

Questa consapevolezza portò alla realizzazione che le tecnologie digitali, pur vantaggiose, comportavano anche rischi enormi per la privacy e la democrazia. Un esempio moderno è Intellipedia: una versione classificata di Wikipedia usata dagli 007 americani.

Nel frattempo, ARPANET stava maturando. Nel 1980, l'ARPA dichiarò conclusi i suoi obiettivi di ricerca. La gestione passò alla National Science Foundation (NSF), che creò NSFNet: una rete accademica che collegava migliaia di università USA. Questa segnò l'inizio della "civilizzazione" di Internet.

La rete divenne più veloce, regionale e sofisticata. Ma il clima politico degli anni '80 (era Reagan) favoriva la privatizzazione. NSFNet, pur pubblica, fu progressivamente aperta a fornitori privati. Nessun dibattito pubblico: la transizione fu decisa da tecnici e burocrati.

Gli ISP (Internet Service Provider) iniziarono ad accettare clienti commerciali. Quando NSFNet fu smantellata nel 1995, l'infrastruttura era completamente privata. La rete pubblica, costruita con fondi pubblici e ricerca militare/accademica, divenne la base del web commerciale globale.

Il percorso verso la privatizzazione

Tra la fine degli anni '80 e il 1995, la privatizzazione dell'Internet si completò. La NSF continuava a finanziare l'infrastruttura, ma permetteva ai fornitori regionali di accettare clienti commerciali. Il confine pubblico-privato si sfumava.

La privatizzazione non fu discussa pubblicamente. Nessun referendum, nessun dibattito: fu un processo amministrativo silenzioso. Entro il 1995, l'intera infrastruttura (cavi, router, data center) era in mani private. Aziende come MCI, IBM e altri gestivano porzioni strategiche della rete.

Alcuni politici tentarono di riservare una parte della banda a usi civici (educazione, ONG). Ma anche le proposte più moderate fallirono. Il senatore Al Gore sostenne la commercializzazione.

L'effetto fu duplice: da un lato, la rete crebbe rapidamente, con innovazione e accesso globale. Dall'altro, il controllo sui dati, l'infrastruttura e la comunicazione si concentrò nelle mani di privati, riducendo l'accountability pubblica.

Si crearono le basi per l'economia digitale odierna, ma anche per la sorveglianza, l'estrazione di dati e i monopoli delle piattaforme. Le discussioni su neutralità della rete, privacy e big tech derivano direttamente da quel periodo.

Chi vuole approfondire può leggere *Surveillance Valley* di Yasha Levine (2018), che documenta le origini militari e di sorveglianza di Internet.

In conclusione, il nostro mondo digitale — web, smartphone, social — non nasce solo dall'ingegno imprenditoriale, ma da un intreccio di necessità militari, fondi pubblici, decisioni amministrative e appropriazione privata.

Transizione storica: dall'ARPANET alla rete commerciale

Riprendiamo il discorso già avviato sulle origini militari e di sicurezza dell'infrastruttura Internet. Negli anni '70, la tecnologia del packet switching raggiunge una certa maturità: il protocollo TCP/IP fu sviluppato nel 1975 e divenne obbligatorio per i contratti governativi USA nel 1999.

Abbiamo visto che l'agenzia militare responsabile di ARPANET creò, a un certo punto, una rete separata e fisicamente distinta per usi militari, ancora basata su packet switching. Entro il 1986, ARPANET venne progressivamente sostituita da NSFNet (National Science

Foundation Network), che collegava circa 1.300 università e college negli Stati Uniti, oltre ad alcune istituzioni all'estero (tra i primi: Norvegia, Inghilterra e Italia). In Italia, il primo nodo Internet fu stabilito a Pisa nel 1986 con una connessione satellitare al Pennsylvania, grazie al CNR.

Nel periodo 1986–1995 avvenne la transizione da rete pubblica a rete privata. Nel 1986 la rete era ancora pubblica; nel 1995, la presenza di provider commerciali come Microsoft e Apple cambiò lo scenario. Pur già esistenti, queste aziende non furono i protagonisti dell'innovazione: furono superate da nuovi attori più agili come Amazon (fondato formalmente nel 1994), che puntava fin dall'inizio a diventare uno store universale online.

Anche prima di Amazon, esistevano negozi online testuali, accessibili tramite indirizzi IP o domini, ma non erano user-friendly. Google nacque da due studenti PhD di Stanford, Larry Page e Sergey Brin. A questo punto, diventa interessante esplorare la relazione tra queste nuove aziende e il mondo della sicurezza militare. Se le agenzie militari hanno le loro reti e computer, cosa accade quando milioni di persone iniziano a connettersi a Internet tramite i fornitori commerciali?

La produzione e raccolta di dati su larga scala

Con la diffusione del Web, cresce esponenzialmente la quantità di persone che vanno online. I server raccolgono automaticamente dati sugli utenti: indirizzi IP, contenuti visitati, orari, preferenze. Questo nuovo flusso informativo interessa profondamente le agenzie come FBI, NSA, CIA, che già da decenni raccoglievano profili comportamentali (ad esempio, dei soldati thailandesi durante la guerra del Vietnam).

La novità non è la raccolta dati in sé, ma la **scala** e la **pervasività**. Internet (IP, email, HTTP) trasmetteva tutto in chiaro. Nessuno aveva previsto la necessità di criptare i pacchetti IP. Il risultato? Ogni azione online diventava tracciabile e analizzabile, e i dati erano nelle mani di chi possedeva i server.

Questi soggetti (i provider) cominciarono a rendersi conto del valore di quei dati: dalle preferenze di consumo alle informazioni predittive sul comportamento umano. La pubblicità mirata fu solo l'inizio: il sogno di prevedere il comportamento, già presente nei programmi di controinsurrezione degli anni '60, tornava in chiave commerciale.

Motore di ricerca e potere informativo

Per orientarsi nel Web, gli utenti avevano bisogno di strumenti. Inizialmente, i provider offrivano directory statiche tematiche. Ma il numero crescente di siti rese questo metodo insostenibile. Nascono i motori di ricerca: Altavista, Yahoo, e poi Google.

Essere il server che offre un servizio di ricerca genera potere: le ricerche degli utenti sono rivelatrici di bisogni, paure, desideri, malattie. Legare queste query a un'identità permette di costruire un profilo dettagliato. Google introdusse il login proprio per collegare le ricerche agli individui.

All'interno degli uffici Google era visibile un display che mostrava in tempo reale le ricerche effettuate nel mondo. Larry Page si rese conto del potenziale intrusivo di questa

visualizzazione. La strategia divenne offrire servizi gratuiti per incentivare l'uso continuativo e l'autenticazione.

Già nel 2005, grazie anche a un nuovo CEO, il fatturato pubblicitario di Google passò da 8 a 80 miliardi di dollari. Da quel momento, Google divenne un attore dominante anche nei rapporti con il governo.

Collaborazioni dirette con le agenzie governative

Le agenzie di intelligence (NSA, CIA, ecc.) iniziarono a collaborare apertamente con aziende tech. Google sviluppò motori di ricerca custom per NSA e CIA, così come aveva fatto per università e aziende. Anche strumenti come Gmail, Google Docs, Google Meet vennero adattati in versioni sicure per le istituzioni governative.

Un caso emblematico: **Google Maps**. Google acquistò una startup che sviluppava mappe fotografiche e la ribrandizzò. Subito i militari chiesero versioni speciali (es. Google Earth in 3D con overlay di obiettivi militari). Le mappe, da sempre strumenti di conquista, tornavano centrali.

Le rivelazioni di Snowden e Assange

Le collaborazioni tra big tech e sicurezza nazionale furono confermate da due fonti chiave:

- **Edward Snowden**, contractor della NSA, rivelò nel 2013 il programma PRISM: le agenzie avevano accesso diretto ai dati di aziende come Microsoft, Apple, Google, Facebook. Non si trattava solo di invio dati, ma di personale NSA all'interno delle aziende con accesso diretto ai server.
- **Julian Assange**, fondatore di WikiLeaks, descrisse nei dettagli i legami tra Google e i governi nel libro *When Google Met WikiLeaks*.

Le rivelazioni evidenziarono anche un paradosso legale: gli utenti Gmail concedono a Google il permesso di leggere le proprie email, ma i mittenti no. Eppure anche quei messaggi sono conservati nei server Google.

Dopo il 2001, il Patriot Act ampliò i poteri di sorveglianza. Dopo Snowden, il Congresso chiese se questi strumenti avessero mai sventato attentati. Le agenzie non furono in grado di fornire nemmeno un esempio.

Tor, crittografia e l'ambiguità della privacy

Per reagire alla sorveglianza, nasce Tor: una rete per navigare anonimamente. Fu inizialmente finanziata dalla **US Navy** per permettere ai propri agenti di operare senza essere rintracciati (es. modificare Wikipedia senza lasciare l'IP).

Tor è open-source e usato anche da attivisti, dissidenti, e cittadini attenti alla privacy. Negli anni 2010–2012, fu promosso dal Dipartimento di Stato USA nei movimenti democratici del Medio Oriente.

Tor è al centro della cultura **cypherpunk**: ideologia libertaria che cerca nella tecnologia (es. Signal, crittografia) una protezione dalla sorveglianza statale e aziendale. Ma Tor è tuttora

largamente finanziato dal governo USA (fino al 90%).

Alcuni giornalisti hanno ipotizzato che:

1. Più utenti usano Tor → meno identificabili sono gli agenti USA che lo usano.
2. Gli utenti Tor si autosegnalano come interessanti → attirano attenzione.
3. Essendo open source, il governo può monitorarne lo sviluppo senza necessariamente inserirvi backdoor.

Il caso Silk Road (negozi online illegali) dimostra che, con risorse adeguate, è possibile anche deanonymizzare utenti Tor.

Considerazioni finali

Tor e strumenti simili sono preziosi ma non invincibili. L'illusione libertaria che la tecnologia da sola possa proteggere la libertà è pericolosa. Serve anche politica, attivismo e regolazione. La difesa dei diritti digitali passa per un equilibrio tra strumenti tecnici e democrazia sostanziale.

Etica e Tecnologia

L'etica della scienza e della tecnologia

Passiamo ora a un tema fondamentale per il nostro corso: l'etica. Un argomento centrale, anche se spesso trascurato nell'ambito ingegneristico. L'etica è una disciplina a sé stante, parte della filosofia morale. Al Politecnico, da circa tre anni, abbiamo per la prima volta una docente di filosofia morale, un cambiamento significativo per un'istituzione tecnica in Italia (già diffuso altrove in Europa e negli Stati Uniti). Attualmente, la professoressa in questione è associata al Dipartimento di Elettronica e Telecomunicazioni.

Chi insegna etica agli ingegneri nota spesso che la richiesta tipica è: "Cosa devo fare? Dicci cosa è giusto". Ma l'etica non fornisce risposte univoche: esistono diverse scuole di pensiero (italiana, biologica, antropologica, ecc.) e le risposte possono variare. Come nel diritto: ci sono casi chiari e altri grigi, che richiedono valutazioni e interpretazioni.

In termini semplici, l'etica ruota attorno alla domanda: "Come dovrei vivere?" È legata alla filosofia fin dai tempi della Grecia antica. I filosofi non erano solo logici, ma si interrogavano su cosa significa vivere bene, cosa sia una vita "buona" e degna. In questo senso, ogni giorno ci poniamo domande etiche: "Cosa devo fare?", "Come devo reagire?", "Qual è la scelta giusta?"

Etica nella scienza

Nel contesto della scienza — intesa come produzione di conoscenza sul mondo — sorgono già questioni etiche. Non esiste un unico "metodo scientifico": ogni disciplina ha processi diversi, che evolvono nel tempo. Anche all'interno della fisica, ciò che viene considerato "buona scienza" cambia con gli anni. Questo è particolarmente evidente nelle scienze prive di capacità predittiva immediata.

Gli scienziati, esseri umani inseriti nel proprio tempo e contesto, fanno scelte: decidono cosa studiare. Questo porta con sé responsabilità etiche. Per esempio, scegliere di lavorare su armi chimiche implica già una presa di posizione morale. Anche nei progetti finanziati dall'ARPA durante la guerra del Vietnam, molti ricercatori accettarono di contribuire alla produzione di conoscenza funzionale alla controinsurrezione. La produzione di conoscenza, dunque, non è mai del tutto neutra.

Esempio emblematico: la bomba atomica. Alcuni scienziati che parteciparono al Progetto Manhattan si ritirarono quando divenne chiaro che la Germania era ormai sconfitta, rifiutando di proseguire nella costruzione di un'arma di distruzione di massa. Dopo il 1945, un gruppo di fisici diede vita al "Bulletin of the Atomic Scientists" e al concetto di Doomsday Clock, per sensibilizzare l'opinione pubblica sui rischi globali legati alla scienza.

Molti scienziati presero posizione pubblica contro le armi nucleari (Einstein, Bertrand Russell, ecc.) dando vita alle conferenze di Pugwash e altre iniziative come l'associazione ISODACO, che ancora oggi promuove corsi estivi su temi come l'IA militarizzata e i conflitti cibernetici.

Etica nella tecnologia

Con la tecnologia le questioni etiche si fanno ancora più concrete. Fin dall'inizio del corso abbiamo sottolineato che la tecnologia non è né buona né cattiva, ma nemmeno neutra. Ogni tecnologia porta conseguenze, spesso imprevedibili, e comporta responsabilità.

Un esempio storico è Alfred Nobel, inventore della dinamite. Pur non avendo inventato la nitroglicerina, la rese stabile e commerciabile. La dinamite fu utile sia per scopi civili (es. costruzione di ferrovie) sia per fini distruttivi. Nobel si sentì moralmente responsabile delle vite perse a causa della sua invenzione e istituì i Premi Nobel per "il maggiore beneficio all'umanità".

Nota: il premio Nobel per l'Economia non fu voluto da Nobel, ma creato nel 1968 dalla Banca Centrale di Svezia per promuovere una scuola economica alternativa al keynesismo. Il primo premio fu assegnato a Friedrich Hayek e Milton Friedman. Solo nel 2008 venne assegnato per la prima volta a una donna, Elinor Ostrom.

Altri esempi di tecnologie problematiche: le armi chimiche (prima guerra mondiale), le armi biologiche (seconda guerra mondiale, guerra di Corea), le armi atomiche. Ma anche tecnologie comuni come i medicinali possono sollevare dilemmi etici: bilanciare effetti benefici e collaterali è una questione non banale.

In alcuni paesi (es. Svezia, Paesi Bassi), i corsi di ingegneria includono obbligatoriamente l'etica della tecnologia. L'obiettivo è rendere gli ingegneri consapevoli del fatto che introdurre una tecnologia nel mondo implica responsabilità.

Pensatori critici e strumenti

Dopo la seconda guerra mondiale, si sviluppa un pensiero critico sulla tecnologia. Walter Anders, filosofo tedesco allievo di Heidegger, scrive "L'uomo è antiquato" (1956). Sostiene che l'umanità ha creato strumenti troppo potenti rispetto alla propria capacità di comprenderli e controllarli — la bomba atomica ne è l'esempio emblematico.

Jacques Ellul, pensatore francese, descrive la società moderna come una macchina di cui l'umanità è vittima. Scrive anche uno dei primi testi moderni su *Propaganda* (finalmente tradotto in italiano). Edward Bernays, nipote di Freud, fu il primo a usare la parola "propaganda" in senso positivo per descrivere le relazioni pubbliche.

Neil Postman, studioso statunitense, propose un approccio accessibile all'etica della tecnologia: **porre domande**. Sviluppò un elenco di cinque domande da porsi per valutare qualsiasi tecnologia. Ellul ne propose addirittura 70. L'obiettivo è stimolare il pensiero critico.

Le prime due domande di Postman:

1. **Qual è il problema per cui questa tecnologia sarebbe la soluzione?** – Non è banale: molte tecnologie sono "soluzioni in cerca di un problema". – Facebook ad esempio fu presentato come soluzione alla solitudine, ma in realtà ha avuto effetti molto diversi.
2. **Il problema di chi?** – Il problema che la tecnologia risolve è davvero mio, o è di qualcun altro (azienda, governo)? – Ad esempio: i suggerimenti di Amazon sembrano aiutare l'utente, ma in realtà servono a far vendere di più.

Domande di questo tipo aiutano a interrogarsi su implicazioni spesso nascoste o trascurate.

La lezione termina qui: il tema proseguirà nella prossima lezione del lunedì successivo.

Introduzione: Etica e Tecnologia

In questa lezione si riprende il discorso sull'etica della tecnologia, senza la pretesa di fare filosofia morale in senso stretto, ma cercando di offrire strumenti utili per pensare criticamente l'impatto delle tecnologie. L'approccio proposto è quello di porre le *domande giuste* per comprendere meglio l'etica dell'innovazione.

Due pensatori vengono richiamati come riferimento fondamentale:

- **Neil Postman**, che propone una serie di 5 domande da porsi di fronte a ogni nuova tecnologia.
- **Jacques Ellul**, filosofo francese, che elabora una lista molto più estesa di domande per analizzare la "totalità" di una tecnologia, non solo dal punto di vista tecnico o economico, ma anche sociale, ambientale, culturale e morale.

Le 5 domande di Neil Postman

1. Qual è il problema per cui questa tecnologia è la soluzione?

- Molte innovazioni sono "soluzioni in cerca di problemi". Un esempio attuale è l'IA generativa, lanciata sul mercato senza una reale domanda iniziale ma con l'idea che si troverà un'applicazione utile in seguito.
- Un altro esempio emblematico è la blockchain: tecnologia brillante, ma spesso adottata senza un chiaro problema da risolvere.

2. Di chi è il problema?

- La tecnologia può essere presentata come risposta a un problema della collettività, ma in realtà può risolvere anche (o solo) problemi di chi la sviluppa.
- I social network, ad esempio, sono stati presentati come soluzioni alla solitudine, ma servono anche (forse soprattutto) a raccogliere dati sulle reti sociali degli utenti.

3. Chi potrebbe essere danneggiato da questa tecnologia?

- Non tutte le innovazioni sono neutrali. Quando Uber fu introdotto, per esempio, il dibattito pubblico tendeva a schierarsi pro o contro, senza analizzare cosa realmente comportasse la deregolarizzazione di un servizio regolamentato come il taxi.
- È importante analizzare anche chi perde potere, stabilità o sicurezza con l'introduzione di una nuova tecnologia.

4. Quali nuovi problemi saranno creati dalla soluzione di questo problema?

- Ogni soluzione tecnologica porta potenzialmente con sé nuove problematiche.
- ChatGPT, ad esempio, ha risolto il problema della scrittura veloce di testi ma ha creato confusione nei contesti educativi, portando alcune università a tornare agli

esami scritti in presenza.

- I social network, pensati per connettere, hanno portato a nuovi problemi di salute mentale, in particolare tra gli adolescenti.

5. Chi ottiene il potere da questa tecnologia?

- Ogni innovazione riorganizza i rapporti di potere.
- L'automobile, ad esempio, ha trasformato interi settori economici, facendo scomparire professioni legate ai cavalli e creando nuove concentrazioni di ricchezza e influenza.

Le domande di Jacques Ellul

Ellul propone una griglia di **76 domande**, suddivise in varie categorie, per analizzare ogni tecnologia nella sua totalità. Qui se ne presentano alcune tra le più significative:

Sezione Ecologica

- Quali effetti ha sulla salute delle persone e del pianeta?
- Preserva o distrugge la biodiversità?
- Genera sprechi o inquinamento?
- È progettata con principi ecologici?
- Preserva o riduce la diversità culturale?

Esempio: lo smartphone, dalla produzione all'uso e allo smaltimento, impatta su lavoratori, ambiente, salute mentale e cognitiva.

Sezione Sociale

- Serve la comunità o la indebolisce?
- Cambia la nostra percezione dei bisogni?
- Sostituisce o rafforza forme tradizionali di relazione e conoscenza?
- Favorisce la dipendenza?

Esempio: la televisione ha alterato le abitudini familiari e contribuito alla suburbanizzazione e all'isolamento sociale.

Sezione Economica e Tecnica

- Chi ne beneficia?
- Può essere riparata da chiunque o solo da esperti?
- Quanto costa produrla, usarla e smaltirla?
- Può essere usata per ignorare o evitare la realtà sociale?

Esempio: la costruzione delle autostrade ha separato fisicamente le persone dalle città, contribuendo alla segregazione sociale.

Sezione Morale

- Quali valori promuove?
- Cosa si perde con il suo utilizzo?
- Ha effetti negativi sulle fasce più svantaggiate della società?

Esempio: l'automobile ha ampliato le distanze sociali e modificato la distribuzione del lavoro e della residenza, rafforzando disparità.

Queste domande non pretendono di fornire risposte univoche, ma servono da stimolo per una riflessione critica. Sono uno strumento accessibile a tutti – anche agli ingegneri – per affrontare l'etica della tecnologia con maggiore consapevolezza.

L'invito finale è a non assumere mai l'innovazione come *intrinsecamente positiva*, ma ad analizzarla nella sua complessità e nei suoi effetti – previsti o imprevisti – su persone, società e ambiente.

Energia, Potere e Concentrazione

Negli anni '70 si sviluppa un vivace dibattito sul tema dell'energia. Si mettono a confronto due modelli di produzione: da un lato, quello altamente centralizzato del nucleare, che richiede grandi risorse, investimenti ingenti, sicurezza stringente e controllo da parte di tecnocrati; dall'altro, quello decentralizzato e individuale dell'energia solare, più economico, più sicuro e meno soggetto a militarizzazione. Il modello solare, pur meno potente, ha un valore simbolico e pratico importante: democratizza l'accesso all'energia e diffonde il potere.

Tecnologia e Guerra

La guerra in Ucraina è uno degli esempi recenti più evidenti dell'uso massivo dell'intelligenza artificiale in ambito militare. La cosiddetta "intelligence fusion" consente la raccolta e analisi in tempo reale di dati provenienti da satelliti, droni, sensori, ecc., per fornire supporto decisionale immediato a comandanti e operatori sul campo. Questa guerra viene vista anche come terreno di prova perfetto per testare tecnologie innovative, cosa che accade da sempre nella storia della guerra e della tecnologia.

Responsabilità e Automazione

Ci si interroga sul ruolo e sulla responsabilità degli operatori umani quando un software suggerisce obiettivi militari: di chi è la colpa in caso di errore? Del programmatore? Del governo? Dell'operatore? Questo tipo di riflessione è emerso in varie conferenze e analisi giuridiche, che evidenziano l'urgenza di chiarire le responsabilità nel rapporto uomo-macchina.

Globalizzazione e Capitale

Il capitale richiesto per sviluppare e accedere a certe tecnologie gioca un ruolo centrale nella loro distribuzione e nella concentrazione del potere. Alcuni modelli di IA sono rimasti per lungo tempo appannaggio esclusivo delle grandi corporation, ma oggi stiamo assistendo a un parziale decentramento. Tuttavia, il collegamento tra digitalizzazione e globalizzazione

è profondo: la seconda ondata globalizzante (dagli anni '90 in poi) è resa possibile proprio dalle tecnologie digitali.

Accelerazione Tecnologica e Qualità della Vita

La pervasività degli smartphone ha aumentato la velocità della vita quotidiana. Secondo molti sociologi e psicologi, questo ha modificato in modo significativo la qualità della vita, più che il tenore materiale, esponendoci a un flusso continuo di stimoli e comunicazioni.

Professione e Deontologia

Si riflette sul concetto di professione, distinto da quello di semplice impiego. Una professione (medico, avvocato, ingegnere) richiede anni di studio, conoscenze specialistiche e un comportamento eticamente regolato. Da qui la necessità degli Ordini professionali e dei codici deontologici, che prescrivono come comportarsi in casi concreti. L'idea è che il professionista agisca nell'interesse dell'altro, non per interesse personale.

Nel passato, professioni come quella medica o giuridica erano protette dalle logiche di mercato. Il neoliberismo ha minato questa autonomia, trasformando ospedali, università e perfino l'istruzione in aziende in competizione.

Il Codice Etico dell'Ingegnere Informatico

Le associazioni professionali, come l'ACM o l'IEEE, pur non essendo Ordini, vincolano i loro membri a codici di condotta. L'ultima revisione dell'ACM (2018) include la sezione 1.4 "Take Action", che incoraggia i professionisti dell'informatica a progettare sistemi accessibili e inclusivi, ed evitare tecnologie che discriminino o escludano gruppi vulnerabili.

L'Importanza del Contesto

L'ingegneria informatica forma spesso professionisti competenti sul piano tecnico, ma poco abituati a riflettere sul contesto sociale ed etico delle tecnologie. Eppure, operazioni comuni come classificare utenti o lavorare con dataset possono avere conseguenze gravi, come nel caso dei censimenti usati per l'internamento dei nippo-americani nella Seconda Guerra Mondiale o nella Shoah.

Conclusione

Le professioni – e in particolare quella dell'ingegnere – richiedono oggi più che mai consapevolezza, responsabilità e formazione etica, per non diventare strumenti ciechi nelle mani del potere o del mercato.

Le professioni: natura, ruolo sociale e autonomia

La lezione inizia con un richiamo alla discussione precedente sul concetto di **professione**. Le professioni non sono attività qualsiasi: sono attività che richiedono anni di studio, formazione intensiva e, almeno idealmente, una **vocazione**. Medici, avvocati, insegnanti, infermieri: queste figure svolgono un ruolo sensibile nella società. Hanno in mano la salute, la libertà, la sicurezza dei cittadini.

Storicamente, proprio per la loro rilevanza sociale, queste professioni sono state **protette dalle logiche del mercato** e hanno ottenuto **privilegi legali** in cambio di una responsabilità: agire in scienza e coscienza. Il medico, ad esempio, deve prendere decisioni fondate sulla conoscenza scientifica (scienza) e sulla propria coscienza morale (coscienza), senza secondi fini economici.

Nel pensiero **liberale classico** (es. Inghilterra vittoriana), le università e le professioni erano considerate spazi sottratti al potere del denaro. Le università come Oxford e Cambridge erano viste come luoghi dove il denaro non doveva influenzare la ricerca e la formazione. Allo stesso modo, le professioni dovevano essere protette dal mercato per garantire fiducia e integrità.

Per esercitare una professione servono:

1. **Laurea** (condizione necessaria ma non sufficiente);
2. **Esame di Stato** (o equivalente, per garantire un ulteriore livello di controllo);
3. **Iscrizione all'Ordine** (che comporta doveri, regole, codice deontologico);

Gli ordini professionali sono enti pubblici. Chi viola le norme può essere radiato e perdere il diritto a esercitare, perdendo così la propria fonte di sostentamento.

Le tre scuole principali dell'etica

L'etica è un campo complesso, ma si possono identificare **tre grandi scuole** nella tradizione occidentale:

1. Consequenzialismo (es. Utilitarismo)

Valuta la moralità di un'azione in base alle **conseguenze**.

- Il principio guida dell'utilitarismo è: **massimizzare il benessere del maggior numero di persone**.
- Jeremy Bentham è il padre dell'utilitarismo e anche dell'idea del **Panopticon**, una prigione che consente il controllo totale con minime risorse, spesso citata nelle discussioni sulla sorveglianza digitale.
- Un esempio moderno è il **trolley problem**, spesso usato nei dibattiti sull'IA (es. auto a guida autonoma): sacrificare uno per salvare molti?

Limiti: può giustificare azioni moralmente discutibili se producono benefici per molti (es. sacrificare una persona per salvarne dieci).

2. Deontologia (es. Kant)

Valuta le azioni in base a **regole morali assolute**, indipendentemente dalle conseguenze.

- Esempio: "Non uccidere" vale sempre, anche se uccidere porterebbe a un beneficio complessivo.
- È il modello alla base di molti **codici deontologici professionali** (es. medici, avvocati).

Limiti: può portare a rigidità e deresponsabilizzazione ("ho seguito le regole" anche quando le conseguenze sono gravi).

3. Etica delle virtù

Focus sull'**agente morale**, non sull'azione in sé.

- L'obiettivo è coltivare **virtù personali** (prudenza, temperanza, giustizia) che permettano di agire eticamente anche in situazioni nuove.
- Presente storicamente nella formazione delle élite (es. università inglesi) dove il professore era figura *in loco parentis*, cioè sostituiva la famiglia.
- In Italia, per motivi storici e religiosi, la distinzione tra istruzione (scuola) ed educazione (famiglia o chiesa) è rimasta più netta.

Vantaggio: fornisce strumenti morali interiorizzati che guidano il comportamento in modo flessibile.

Oggi, nei contesti professionali, si tende a privilegiare la **compliance alle regole** (deontologia) piuttosto che la formazione del carattere (etica delle virtù).

ACM e IEEE: codici etici nelle professioni informatiche

Le due principali associazioni professionali internazionali nel campo dell'ingegneria informatica sono:

- **ACM** (Association for Computing Machinery);
- **IEEE** (Institute of Electrical and Electronic Engineers).

Anche se non sono ordini professionali vincolanti, propongono **codici etici** e di condotta che i membri accettano volontariamente. I codici sono diventati molto diffusi anche nel settore pubblico (es. università italiane) sulla scia del modello anglosassone.

Le tre sezioni aggiunte al codice ACM

1. Inclusività e non discriminazione

- Invita a **pensare in fase di progettazione** alle possibili discriminazioni implicite.
- Non si tratta di accuse, ma di prevenzione: spesso i bias non sono intenzionali, ma derivano da mancanza di consapevolezza.
- Esempi noti: sensori che non funzionano con pelle scura, tecnologie disegnate solo sul corpo maschile, ecc.

2. Rispetto della privacy

- Il termine "privacy" ha connotazioni anglosassoni: difesa di uno spazio privato (es. la casa).
- In Europa continentale si è sviluppata una **sensibilità più ampia**, legata alla **protezione dei dati personali** (post-nazismo, fascismo, Stasi, ecc.).

- L'uso massiccio dei dati da parte delle aziende ha portato a regolamentazioni come il **GDPR**, che però ha avuto un'efficacia limitata: spesso gli utenti devono accettare tutto per poter usare un servizio.

3. Responsabilità per le infrastrutture sociali

- Molti sistemi informatici oggi diventano parte delle infrastrutture sociali (sanità, mobilità, istruzione, ecc.).
- Le **organizzazioni che li sviluppano** (tipicamente aziende) hanno responsabilità etiche particolari.
- Gli ingegneri dovrebbero essere consapevoli che ciò che sviluppano può avere impatti sociali molto più ampi di quanto inizialmente previsto.

Lavoratori e responsabilità

I **lavoratori delle big tech** (es. Google, Microsoft) hanno tentato in passato di opporsi a usi militari dell'IA o ad altre pratiche discutibili. In alcuni casi sono stati **licenziati** per aver espresso dissenso (es. caso Gebru, proteste su Israele).

In USA il lavoro è a **volontà dell'azienda** (at-will employment), con meno tutele rispetto all'Europa. Inoltre, la **perdita del lavoro implica anche la perdita dell'assicurazione sanitaria**, il che rende i lavoratori più ricattabili.

Conclusione

Non possiamo chiedere all'individuo di portare tutto il peso etico sulle proprie spalle. Le decisioni devono coinvolgere anche **livelli politici, giuridici e sociali** più ampi. Per affrontare i dilemmi dell'IA in modo serio, serve un dialogo costante tra ingegneria, storia, diritto, scienze sociali e umanistiche.

Kenneth Keniston e la crisi dell'algoritmo ingegneristico

Nel 1994, il professore del MIT Kenneth Keniston, psicologo sociale e all'epoca preside delle scienze umane presso il MIT, tenne una conferenza a Torino intitolata *The Crisis of the Engineering Algorithm*. La sua riflessione parte dal ruolo dell'educazione ingegneristica in una società in trasformazione e dalla necessità di rivedere i metodi educativi e professionali degli ingegneri.

Il contesto storico e accademico

Il MIT, sebbene noto per la sua eccellenza tecnica, vanta anche un settore umanistico molto sviluppato, che impone agli studenti di ingegneria di seguire almeno il 25% dei corsi in discipline umanistiche e sociali. Questo approccio mira a formare non solo esecutori tecnici, ma futuri leader consapevoli delle implicazioni sociali, etiche e culturali del loro operato.

Due modelli di università tecniche

Keniston distingue due modelli di scuole tecniche:

1. **Scuole di esecutori:** formano tecnici altamente specializzati, pensati per eseguire direttive nell'industria.
2. **Scuole di leader:** formano ingegneri con visione critica e capacità di leadership, come il MIT.

Storicamente, il Politecnico di Torino apparteneva al primo gruppo, fortemente connesso all'industria, in particolare a Fiat. Tuttavia, nel tempo alcuni suoi studenti hanno assunto ruoli di leadership.

Cos'è l'algoritmo ingegneristico?

È il metodo con cui gli ingegneri affrontano i problemi:

- Il problema deve essere **quantificabile**.
- Deve poter essere **scomposto in sotto-problemi** più semplici.
- Si risolvono i sotto-problemi e si **ricompongono** per ottenere la soluzione complessiva.

Questo approccio ha funzionato molto bene per problemi infrastrutturali, fisici e materiali, specie durante la seconda rivoluzione industriale. Ma ha mostrato i suoi limiti con problemi **umani e sociali**, difficilmente riducibili o quantificabili.

Il pericolo dell'applicazione cieca dell'algoritmo

Keniston evidenzia un fenomeno di **iperapplicazione** dell'algoritmo:

- I problemi non affrontabili con questo metodo vengono ignorati.
- Si forzano problemi complessi (come l'intelligenza o la qualità scientifica) in **metriche numeriche** riduttive, come l'IQ o l'H-index.

Questa "fascinazione per i numeri" porta a distorsioni gravi nella comprensione della realtà.

Gli esempi includono:

- L'uso dell'IQ per selezionare soldati o discriminare gli immigrati.
- La riduzione della qualità scientifica a un singolo indice numerico.

La necessità di un'evoluzione

Keniston propone una revisione dell'educazione ingegneristica per:

- Riconoscere i **limiti epistemologici** dell'approccio ingegneristico.
- Inserire consapevolezza storica, sociologica, filosofica ed etica nella formazione.
- Favorire il dialogo tra discipline diverse.

Questa consapevolezza è cruciale per lavorare in team multidisciplinari, affrontare problemi complessi, e agire in contesti pubblici, industriali o accademici.

Esempi storici di fallimenti dell'approccio meccanicistico

Il caso di **Frederick Taylor** e del **Taylorismo** (fine '800, inizio '900) mostra i limiti del trattare i lavoratori come macchine. Solo con l'integrazione di psicologia e sociologia, negli anni

'50-'70, si è migliorata la gestione del lavoro.

Altri esempi dimostrano come l'approccio puramente incentivi/sanzioni (carota e bastone) sia inefficace:

- La **donazione di sangue** pagata ha ridotto i donatori.
- L'introduzione di **multe per i genitori in ritardo all'asilo** ha peggiorato i ritardi.

Le implicazioni per oggi

- L'algoritmo ingegneristico rimane **potente**, ma è uno **strumento grezzo**.
- L'educazione ingegneristica deve includere **epistemologia, critica dei numeri e coscienza dei limiti**.
- Serve **umiltà e interdisciplinarietà**.

Conclusione

Oggi più che mai, in un mondo ipercomplesso, interconnesso e in crisi ecologica, l'ingegneria ha bisogno di rifondarsi in dialogo con le scienze umane. La formazione del futuro ingegnere non può più prescindere da consapevolezza etica, sociale e storica. Come suggerisce Keniston, dobbiamo superare la crisi dell'algoritmo senza buttarlo via, ma rendendolo più maturo, riflessivo e umano.

Crisi delle élite universitarie e trasformazioni globali

La lezione si apre con una riflessione provocata da un commento di una studentessa: davvero oggi le università come Harvard o Yale producono ancora i leader del mondo, mentre studenti tecnici del MIT, più competenti, rimangono subordinati? Il docente spiega che lo scenario tradizionale (Harvard forma i leader, MIT i tecnici) è ormai cambiato. Negli ultimi 30 anni, con la rivoluzione digitale, le aziende tecnologiche sono diventate centrali e i loro fondatori spesso provengono proprio da scuole tecniche come il MIT o Stanford.

Tuttavia, il docente propone una visione più ampia: negli ultimi decenni, le università che storicamente producevano le élite (es. Harvard, Sciences Po, LUISS, Bocconi) hanno visto un **crollo della qualità della leadership** formata. Questa trasformazione è dovuta a un cambiamento storico profondo: la **fine della Guerra Fredda**.

Durante il conflitto bipolare (1946–1991), l'Occidente doveva competere sia internamente (tra classi sociali) sia esternamente (con l'URSS). Questo obbligava le classi dirigenti a essere preparate, meritocratiche e inclusive. Con la fine della competizione sistemica, questa urgenza è venuta meno: "abbiamo vinto", quindi perché continuare a studiare le lingue degli altri o capire davvero come funziona il mondo?

Università e crisi della formazione

Negli anni '90 e 2000, molti centri studi, fondazioni e think tank sono stati chiusi. L'idea dominante era: **non serve più capire il mondo**, abbiamo il potere. Oggi però, con le difficoltà

che l'Europa sta affrontando, forse qualcosa sta cambiando: torna l'urgenza di formare cittadini e professionisti consapevoli.

Una studentessa osserva che studiare Intelligenza Artificiale oggi è estremamente impegnativo: troppe nozioni, troppi esami, poco tempo per assimilare davvero. Il docente risponde che la quantità di contenuti è cresciuta perché:

- L'università risponde alla richiesta di competenze "di mercato"
- Gli studenti stessi vogliono accumulare skill per il CV

Ma avverte: questo approccio rischia di formare individui sovraccarichi, poco consapevoli, incapaci di distinguere cosa è importante. Serve ridefinire gli obiettivi formativi: **che tipo di persona vogliamo facilitare come università?**

Educazione vs addestramento

Si distingue tra:

- **Training:** addestramento tecnico, focalizzato sulle competenze pratiche. "Il training è per i cani", dice provocatoriamente il docente.
- **Education:** formazione completa, che include anche aspetti umani, sociali, politici.

L'università dovrebbe contribuire – almeno in parte – all'evoluzione degli studenti come esseri umani e cittadini, non solo come futuri lavoratori.

Esperienze al Politecnico

Negli ultimi anni, il Politecnico ha cercato di invertire la tendenza con alcune iniziative:

- **"Grandi sfide":** corsi nel triennio tenuti da un docente tecnico e uno umanista su temi come clima, energia, trasporti, digitale.
- **Assunzione di docenti umanisti:** storici della scienza e tecnologia, sociologi della tecnica, ecc.

L'obiettivo è **arricchire la formazione tecnica con strumenti critici**, anche se non direttamente spendibili sul mercato del lavoro, ma utili per formare persone più complete e soddisfatte.

Software, trasparenza e potere

Si passa poi al tema del software. Oggi tutto ciò che ha un computer (dallo smartphone alla TV) esegue software chiuso, opaco. L'utente non sa cosa sta accadendo davvero. A cosa serve il software? Cosa fa con i dati? Dove li manda?

Già negli anni '70 e '80, alcuni ricercatori del MIT (tra cui Richard Stallman) capirono il rischio: **il software può diventare uno strumento di potere**, se non è trasparente. Con la diffusione dei personal computer, nacque il software proprietario: il codice sorgente venne chiuso per proteggere il modello di business basato sulla vendita di copie (es. Microsoft).

Il copyright come strumento di controllo

Il problema legale era: **come proteggere economicamente il software?** La scelta fu inserirlo nel diritto d'autore (copyright), pur essendo una soluzione inadeguata. Il software è diverso da un romanzo o una canzone, ma fu comunque incluso nella legge sul copyright per motivi di rapidità.

Il copyright:

- Protegge automaticamente ogni opera originale (anche un software) alla sua creazione
- Dura 70 anni dopo la morte dell'autore (o regole diverse per aziende)
- Conferisce un monopolio economico e il controllo su riproduzioni, traduzioni, adattamenti

Il docente osserva che questa protezione è **eccessiva e mal calibrata** per il software, che ha cicli di vita molto più brevi.

Il movimento del software libero

In reazione al copyright del software nasce il **Free Software Movement**, guidato da Richard Stallman. La strategia fu usare il copyright stesso per scrivere licenze che **garantissero la libertà dell'utente** (es. GNU GPL).

Si tratta di una battaglia legale e culturale per la **trasparenza, la condivisione e la libertà digitale**. Il software libero è anche il fondamento di Internet come lo conosciamo oggi (es. Linux, Apache, Mozilla).

Evoluzione storica del copyright

Il docente ripercorre la storia del copyright:

- Prima della stampa, nessuno si preoccupava di protezione: copiare un libro a mano era già un limite
- Con la stampa, nacquero gli editori, e poi i "pirati" (altri editori che copiavano i bestseller)
- Le prime leggi proteggevano gli **editori**, non gli autori
- Solo tra '700 e '800, con l'Illuminismo e il Romanticismo, nasce il diritto dell'autore

Oggi il copyright:

- È automatico e senza formalità
- Ha una durata lunghissima
- È spesso sfruttato da editori e aziende più che dagli autori

Il dominio pubblico e i problemi attuali

Con la scadenza dei copyright, le opere entrano nel **dominio pubblico**. Ma:

- Le aziende cercano di prolungare la protezione il più possibile (es. Disney con Topolino)
- Le traduzioni, i film, le co-autorialità complicano le scadenze

- Il software è particolarmente caotico: aziende fallite, autori sconosciuti, licenze opache

Progetti per preservare il software

Un progetto interessante è **Software Heritage**, promosso da un ricercatore francese e sostenuto anche da Microsoft e UNESCO. Mira a:

- Catalogare e conservare il software storico
- Evitare la perdita di codice importante per motivi culturali e scientifici

Conclusione provvisoria

Il copyright, pensato per proteggere autori e creatività, è diventato uno **strumento ambiguo**, spesso usato per concentrare potere. La questione della proprietà del software è centrale nel dibattito sulla tecnologia responsabile.

(segue nella seconda parte della lezione)

Il dominio pubblico e il valore collettivo

Il dominio pubblico rappresenta un interesse collettivo fondamentale: è l'insieme delle opere che non sono più protette da copyright e che quindi possono essere utilizzate liberamente. Quando un'opera entra nel dominio pubblico, si aprono nuove possibilità: si possono realizzare versioni economiche, edizioni illustrate, traduzioni, adattamenti cinematografici, fumetti, edizioni annotate, e molto altro. Questo genera pluralità di offerte e accessibilità.

Per esempio, il libro *Il piccolo principe*, dopo essere entrato nel dominio pubblico (l'autore morì durante la Seconda guerra mondiale), fu subito oggetto di nuove edizioni e traduzioni in molte lingue. Questo beneficio culturale e commerciale è possibile solo grazie all'ingresso dell'opera nel dominio pubblico.

Problemi legati alla durata eccessiva del copyright

Oggi il copyright protegge automaticamente qualsiasi opera per 70 anni dopo la morte dell'autore. Ma la maggior parte dei libri scompare poco dopo la pubblicazione e non ha valore economico duraturo. Tuttavia, resta tecnicamente sotto copyright, rendendo difficile anche solo digitalizzarla e metterla online per fini educativi o accademici.

Questa situazione ha creato un "buco nero del XX secolo": moltissime opere senza più valore commerciale restano inaccessibili perché non si riesce a rintracciare gli eredi o i titolari dei diritti. Biblioteche e università evitano di digitalizzare per paura di cause legali, anche quando l'interesse culturale sarebbe evidente.

La proposta della tassa su Internet e il sostegno agli autori

In passato (anni 2007–2015), in Europa si discusse la possibilità di una tassa minima sulla connessione Internet per sostenere economicamente gli autori e permettere l'accesso legale libero a tutte le opere. Questo avrebbe creato un modello più equo e sostenibile per la diffusione culturale.

Studi dimostrarono che solo una piccola percentuale del prezzo di copertina di un libro arriva all'autore (spesso 7-10%). Lo stesso vale per la musica. Quindi si potrebbe redistribuire meglio il valore economico.

Tuttavia, nessuna riforma concreta fu adottata. L'industria culturale si oppose e oggi il copyright continua a rafforzarsi, con pene più severe, mentre la maggior parte delle opere resta bloccata.

Il manifesto del dominio pubblico

Da questi dibattiti nacque il **Public Domain Manifesto**, firmato da centinaia di accademici, bibliotecari, e attivisti. Il manifesto distingue tra:

- **Dominio pubblico legale** (dopo 70 anni dalla morte dell'autore)
- **Dominio pubblico volontario**, in cui l'autore decide di rilasciare l'opera subito

Per esempio, molti autori, enti pubblici, governi e organizzazioni rilasciano opere usando licenze Creative Commons per condividerle liberamente, spesso con qualche limitazione (es. solo uso non commerciale).

Commons e proprietà collettiva

Si introduce il concetto di **Commons**: beni né privati né statali, ma gestiti collettivamente da una comunità. Un esempio classico è il *Boston Commons*, un parco di proprietà collettiva. In Italia, esempi sono i *Boschi dei partecipanti*, ancora oggi gestiti da assemblee familiari con regole consuetudinarie.

Il termine *Commons* ha radici latine legate al dono (*munus*) e alla comunità. Contrariamente al luogo comune secondo cui "se una cosa è di tutti allora nessuno se ne prende cura" (la cosiddetta *tragedy of the commons*), ricerche dimostrano che i commons ben gestiti funzionano.

Elinor Ostrom e i principi di gestione dei Commons

Elinor Ostrom, prima donna a vincere il Premio Nobel per l'Economia, ha dedicato la sua vita allo studio dei Commons. Il suo libro *Governing the Commons* identifica otto principi per farli funzionare:

1. Confini chiaramente definiti
2. Regole adatte ai bisogni e alle condizioni locali
3. Partecipazione degli utenti alla definizione delle regole
4. Riconoscimento delle regole da parte di autorità esterne
5. Monitoraggio del rispetto delle regole da parte della comunità
6. Sanzioni graduate per le violazioni
7. Meccanismi accessibili per risolvere conflitti
8. Responsabilità multilivello per la gestione del bene comune

Applicazione digitale: Wikipedia, software libero, Creative Commons

Wikipedia è un Commons digitale: non è statale, né privato, ma costruito da una comunità con regole interne. Lo stesso vale per il **software libero**, che ha dato origine al movimento Creative Commons.

Creative Commons nasce nel 2002 come risposta al copyright automatico. Offre sei licenze standard che permettono agli autori di specificare come desiderano che la loro opera venga usata (es. con o senza fini commerciali, con o senza modifiche, ecc.).

Creative Commons consente quindi una gestione volontaria e flessibile dei diritti, permettendo la condivisione legale di contenuti in un'epoca in cui la produzione di contenuti da parte di utenti è esplosa (social media, video, blog, ecc.).

Tuttavia, molte piattaforme (come Facebook o Instagram) richiedono agli utenti di concedere una licenza perpetua e irrevocabile per tutto ciò che pubblicano, evitando il modello aperto di Creative Commons.

Conclusione

Il dominio pubblico e i Commons sono strumenti fondamentali per la diffusione equa della conoscenza e della cultura. In un'epoca digitale, è urgente riflettere su nuovi modelli di gestione dei diritti d'autore, più adatti alla natura partecipativa e accessibile delle tecnologie attuali.

La lezione invita a riconsiderare il copyright non come un dogma immutabile, ma come un'istituzione da adattare al bene comune e all'evoluzione tecnologica.

Il mancato aggiornamento del copyright nell'era digitale

Si torna sul tema delle **Creative Commons** (CC). L'idea iniziale era che con la diffusione dei contenuti digitali – musica, libri, software – si sarebbe potuto riformare il diritto d'autore per permettere la condivisione legale delle opere, pur tutelando economicamente gli autori e l'industria culturale.

Tuttavia, questa riforma non è mai arrivata: il sistema di copyright è rimasto invariato. Per questo motivo, è nata la strategia alternativa di creare un **movimento** che si rivolgesse direttamente agli autori, chiedendo loro di **rinunciare volontariamente a una parte dei propri diritti** per facilitare la condivisione e la diffusione del sapere.

Nel caso del software, ciò ha portato alla nascita del **movimento del software libero**. Per le opere creative, alla nascita delle **licenze Creative Commons**, che consentono all'autore di mantenere la titolarità del copyright ma **concedere in anticipo alcuni diritti al pubblico**, secondo condizioni prestabilite.

Il problema della protezione automatica

Per legge, ogni opera è automaticamente coperta da copyright alla sua creazione. Non serve registrarla. Se non si specifica nulla, vale la regola **"tutti i diritti riservati"**. Questo è il

punto di partenza delle licenze Creative Commons, che invece promuovono l'approccio **"alcuni diritti riservati"**.

Un esempio illustrativo è quello di un dipendente del Politecnico che, anni fa, pubblicava online consigli per percorsi di trekking, inserendo piccole porzioni di mappe geografiche. Nonostante l'uso fosse non commerciale e amatoriale, la casa editrice proprietaria delle mappe lo citò per uso non autorizzato di materiale protetto da copyright, chiedendogli un risarcimento di migliaia di euro. Alla fine trovarono un accordo, ma il sito fu chiuso. Questo dimostra che **anche in casi non profit, l'uso non autorizzato è legalmente perseguitabile**.

Le licenze CC risolvono questo problema permettendo all'autore di allegare una **licenza predefinita** all'opera, dicendo: "questa opera è mia, ma puoi usarla a queste condizioni senza chiedermi il permesso".

Le quattro clausole Creative Commons

Tutte le sei licenze Creative Commons si costruiscono combinando **quattro clausole**:

1. **Attribuzione (BY)** – Sempre presente. Chi usa l'opera deve citare l'autore, eventualmente anche includendo link o sito web.
2. **Non opere derivate (ND)** – Vietata la creazione di opere derivate (es. traduzioni, adattamenti) senza permesso esplicito.
3. **Non commerciale (NC)** – L'opera può essere usata ma **non a fini di lucro**. Esempio: l'autore può impedire a un altro editore di vendere il suo libro.
4. **Condividi allo stesso modo (SA)** – Se si crea un'opera derivata, **dove essere distribuita con la stessa licenza**, mantenendo l'apertura. È simile al concetto di *copyleft* del software libero.

Le sei licenze risultanti

Combinando le quattro clausole si ottengono sei licenze principali:

- **BY**: massima libertà, serve solo attribuire.
- **BY-SA**: libertà con obbligo di mantenere la stessa apertura.
- **BY-ND**: nessuna modifica consentita.
- **BY-NC**: uso libero ma non commerciale.
- **BY-NC-SA**: uso non commerciale, obbligo di mantenere l'apertura.
- **BY-NC-ND**: la più restrittiva (uso non commerciale, nessuna modifica).

Le licenze più diffuse sono **BY** e **BY-SA**, in particolare nel mondo della scienza aperta e della condivisione dei contenuti.

Un esempio: se una poetessa pubblica con una licenza BY-ND, chi vuole tradurre la poesia deve **chiedere il permesso**. È una forma di tutela selettiva: l'autore è aperto ma desidera controllare le trasformazioni della propria opera.

Approfondimenti su copyright e opere composite

Quando un'opera deriva da un'altra (es. un saggio ampliato, una traduzione, un film basato su un libro), si entra nel mondo delle **opere derivate**, che hanno una nuova dignità ma devono essere autorizzate se l'opera originale è coperta da clausola ND. Il docente spiega anche che se si aggiungono nuove sezioni a un'opera (es. 5 nuovi capitoli a un poema) è possibile **applicare una licenza diversa solo alla parte aggiunta**, ma non alla totalità.

Viene poi affrontato il caso della musica, più complesso per la presenza di **diritti connessi** (o *neighboring rights*):

- Diritti dell'autore/compositore
- Diritti del **performer** (es. cantante)
- Diritti del **produttore discografico**

Perché una registrazione musicale sia nel pubblico dominio, devono scadere tutti questi diritti.

Peer-to-peer, Napster e l'origine del movimento

Il docente rievoca la storia di **Napster**, la piattaforma di condivisione musicale lanciata nel 1999. Per un breve periodo rese disponibile **tutta la musica del mondo**, grazie alla digitalizzazione casalinga da parte degli utenti. Quando fu chiuso, si dimostrò come Internet avrebbe potuto offrire accesso legale, economico e universale ai contenuti, se solo l'industria culturale avesse accettato nuovi modelli di distribuzione.

Creative Commons nacque anche come reazione a quel modello perduto, offrendo **una possibilità legale di condivisione volontaria**.

Come si applica una licenza Creative Commons

L'uso delle licenze CC è semplice e gratuito:

1. L'autore sceglie una delle sei licenze.
2. Allegando la licenza (es. "Quest'opera è distribuita con licenza CC BY-NC"), chiunque può usarla senza contattare l'autore, a patto di rispettarne i termini.
3. La licenza è consultabile online tramite un link (es. creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

SIAE e diritti collettivi

Il docente spiega il ruolo della **SIAE** (Società Italiana degli Autori ed Editori), simile a organizzazioni presenti in ogni paese. Nasce come **strumento collettivo** per tutelare gli autori in modo pratico: invece di cercare chi suona la tua musica in ogni teatro, deleghi alla SIAE, che raccoglie i compensi e li distribuisce.

Se un autore **non è iscritto alla SIAE**, non ha questa tutela, ma può scegliere di rilasciare la propria opera con licenza CC. Le due cose sono **mutualmente esclusive**.

Esempi e conclusione

- Spotify e YouTube stipulano **accordi diretti** con i titolari dei diritti per poter trasmettere legalmente i brani.
- Non è legale usare Spotify o YouTube per musica in locali pubblici o eventi, a meno di avere le autorizzazioni previste.
- Creative Commons oggi è adottata da enti pubblici, governi, università, scienziati, e scrittori. È uno **strumento pratico e diffuso**, anche se non ha cambiato il sistema nel suo complesso.

Esempi di adozione:

- Il sito della Casa Bianca durante l'amministrazione Obama usava licenze CC BY.
- MIT OpenCourseWare, Flickr, Archive.org, OpenCulture, YouTube.
- In Italia: il collettivo **Wu Ming** pubblica romanzi scaricabili gratuitamente dal proprio sito.

Creative Commons permette di **costruire un sapere condiviso**, senza passare per mediazioni complesse, mantenendo la titolarità ma ampliando l'accesso.

Le origini del software libero: collaborazione e reazione

Per comprendere appieno la nascita del movimento del software libero, è utile fare un passo indietro e guardare al contesto della fine degli anni '70. All'epoca, l'informatica era ancora una disciplina giovane, appena formalizzata in ambito accademico. In quegli anni, il software non veniva venduto come prodotto separato: chi acquistava o affittava un computer (spesso aziende o enti pubblici) riceveva con esso il software necessario.

Esisteva un forte spirito di collaborazione tra programmatore, che condividevano liberamente il codice sorgente per adattarlo alle diverse macchine, spesso incompatibili tra loro. Il concetto di software come "proprietà da proteggere" non era ancora dominante: si trattava di uno strumento tecnico, modificabile e riusabile in un ambiente ancora fluido.

Con l'avvento del personal computer, il panorama cambia radicalmente. Alcuni imprenditori lungimiranti, tra cui Bill Gates, intuiscono il potenziale di un mercato di massa per il software. Nasce così l'industria del software commerciale: pacchetti venduti fisicamente (il cosiddetto **shrink-wrap software**), con manuali e supporti digitali (prima floppy disk, poi CD-ROM). Le aziende come Microsoft, Oracle, Adobe impongono il modello di vendita per copia, con un'attenzione crescente alla lotta contro la **pirateria**.

Per impedire la copia illegale, l'industria comincia a spingere per il riconoscimento del software come **bene intellettuale da proteggere**. Si scartano strumenti come i brevetti per via della complessità procedurale, e si sceglie invece il **copyright**: tutela automatica e immediata, applicabile a ogni versione nuova del software.

Brevetti software e metodi aziendali: controversie e reazioni

Negli anni successivi, oltre al copyright, si inizia a proporre l'introduzione dei **brevetti software**: se un algoritmo era considerato innovativo, poteva essere brevettato, rendendone

l'uso soggetto a licenza. In Europa, il Trattato di Monaco del 1970 escludeva esplicitamente i software dalla brevettabilità, equiparandoli alla matematica. Tuttavia, USA, Giappone e, de facto, anche l'Ufficio Brevetti Europeo, iniziarono a concederli.

Casi celebri come la **brevettabilità del protocollo RSA** o del tasto **"One Click Buy"** di Amazon evidenziano la pervasività di questo approccio. I brevetti su idee semplici o metodi aziendali digitali (business method patents) causarono grande sconcerto e opposizione tra i programmatore.

Nei primi anni 2000, un movimento transnazionale di sviluppatori si oppose alla proposta di direttiva europea sulla brevettabilità del software. L'iniziativa fu inaspettatamente respinta, grazie a una pressione popolare senza precedenti. Tuttavia, i brevetti software continuarono a esistere e ad essere utilizzati, soprattutto da grandi aziende come Apple e Samsung.

La privatizzazione di Unix e la nascita di GNU

Nel frattempo, avviene un episodio cruciale: **Unix**, sistema operativo sviluppato nei laboratori Bell di AT&T, era stato a lungo condiviso liberamente con università e ricercatori. Ma con lo **smembramento di AT&T** nel 1982, le cosiddette "baby Bells" ottennero il diritto di commercializzare software. Unix fu chiuso, e anche le università dovettero iniziare a pagare licenze.

Questa svolta provocò indignazione nella comunità accademica e industriale. Il professore olandese Andrew S. Tanenbaum rispose riscrivendo da zero un sistema simile, **Minix**, distribuendo il codice sorgente su floppy disk allegati ai libri.

A questo punto entra in scena **Richard Stallman**, programmatore dell'AI Lab del MIT, autore di Emacs, deciso a reagire. La sua idea: creare un sistema operativo completamente libero, accessibile e modificabile. Nacque così il progetto **GNU**(acronimo ricorsivo: "GNU's Not Unix"), con l'obiettivo di fornire un'intera suite di software libero: kernel, utility, compilatori, applicazioni.

Le quattro libertà del software libero

Con l'aiuto del giurista **Eben Moglen**, Stallman formalizza le **quattro libertà fondamentali** del software libero:

1. **Libertà 0** – Usare il programma per qualsiasi scopo.
2. **Libertà 1** – Studiare il funzionamento del programma e adattarlo alle proprie necessità (implica l'accesso al codice sorgente).
3. **Libertà 2** – Ridistribuire copie del programma.
4. **Libertà 3** – Migliorare il programma e distribuire i miglioramenti alla comunità.

L'idea centrale è che **una macchina che esegue software libero è completamente conoscibile**, trasparente e affidabile. Se il codice è accessibile, posso verificare che il mio dispositivo non svolga operazioni nascoste o potenzialmente dannose.

La licenza GPL e il principio del copyleft

Per garantire giuridicamente queste libertà, Stallman crea la licenza **GNU GPL (General Public License)**. Essa non solo incorpora le quattro libertà, ma introduce un vincolo: **il copyleft**.

Chi modifica e redistribuisce il software deve farlo mantenendo la stessa licenza GPL e rendendo disponibile il nuovo codice sorgente. In questo modo si garantisce che la libertà iniziale non venga persa lungo la catena di derivazioni.

Questo principio fu visto con sospetto da aziende come Microsoft, che inizialmente definì la GPL come un "virus". Tuttavia, nel tempo, anche molte grandi aziende iniziarono a contribuire attivamente al software libero.

Il progetto GNU progredì rapidamente, ma mancava ancora un kernel funzionante. L'arrivo di **Linux**, sviluppato da Linus Torvalds, completò la struttura: GNU + Linux = un sistema operativo completo e libero.

Utopia digitale e responsabilità economica

Alla base del movimento vi era un ideale etico profondo: la convinzione che, grazie al digitale, sia possibile **condividere il sapere umano in modo universale e gratuito**, realizzando una sorta di utopia della conoscenza. Ma questa visione non era ingenua: fin dall'inizio, si riconobbe la necessità di **tutelare gli autori**, gli editori, e tutti i lavoratori della filiera culturale.

Tuttavia, dopo oltre 40 anni, il sistema legale del copyright è rimasto sostanzialmente invariato, con sanzioni sempre più severe. Paradossalmente, in **alcuni paesi come la Cina**, molti contenuti sono legalmente accessibili online, mentre in Europa esistono ancora restrizioni severe, fino a scollegare un'abitazione da Internet in caso di violazioni ripetute.

Conclusione

Il software libero rappresenta una delle più grandi realizzazioni della cultura digitale: un modello cooperativo, sostenuto da motivazioni etiche e da strumenti giuridici concreti. Pur tra resistenze e contraddizioni, esso continua a influenzare la tecnologia, la politica e la società nel suo insieme.

(Rivedere anche le slide caricate dal docente per ulteriori riferimenti).

Lo Smartphone – Hardware, History, and Hidden Complexity

Dai sensori innocui alle dipendenze globali

L'architettura dell'hardware degli smartphone include funzionalità per lo più ben note, ma ci sono componenti che meritano un'attenzione particolare per via delle loro implicazioni. Tra questi, i sensori rappresentano un fattore chiave di differenziazione tra un computer personale tradizionale e uno smartphone moderno. L'introduzione dei sensori aumenta significativamente il volume e il grado di dettaglio dei dati raccolti sia sul comportamento dell'utente sia sull'ambiente circostante. Questo ha portato a numerose iniziative di ricerca

volte a esplorare quali intuizioni possano essere estratte da dati generati da sensori che inizialmente sembrano innocui.

Un esempio illustrativo è rappresentato da ricerche che riguardano il sensore di luce ambientale. Originariamente integrato negli smartphone per regolare dinamicamente la luminosità dello schermo, il sensore è stato successivamente esaminato da informatici esperti di privacy. Le loro indagini hanno rivelato che misurazioni continue del sensore di luce ambientale possono rivelare informazioni sensibili. Il sensore, sempre attivo, rileva i cambiamenti di luce che coincidono con l'attività dell'utente—come quando si accendono le luci al mattino, durante stagioni diverse, oppure di notte quando l'utente si sveglia e accende una luce, e altri casi meno evidenti.

<https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.adj3608>

Oltre alla luce ambientale, anche altri sensori come gli accelerometri contribuiscono alla raccolta dei dati. Tuttavia, concentrandosi solo sulla luce ambientale, i ricercatori hanno scoperto che dati a lungo termine provenienti da questo singolo sensore possono rivelare informazioni dettagliate sull'ambiente domestico di un utente. Si possono fare stime relative alla dimensione di un appartamento, al piano su cui si trova, e alla sua esposizione (es. est-ovest o nord-sud). Combinando queste informazioni con dati minimi sulla posizione, si può persino inferire il valore di mercato dell'abitazione.

Questo risultato fu sorprendente perché lo scopo originale del sensore—la regolazione della luminosità dello schermo—non era chiaramente collegato a nessun dato sensibile. Per molti anni, l'accesso ai dati del sensore di luce ambientale è stato concesso liberamente a tutte le app per smartphone, data la sua apparente innocuità.

Questo esempio sottolinea la necessità di cautela nel valutare i tipi di dati che gli smartphone raccolgono. I dispositivi raccolgono sistematicamente dati su lunghi periodi, spesso in modi sottili e impercettibili. Anche flussi di dati che sembrano non invasivi possono rivelarsi sensibili. La ricerca evidenzia l'importanza di un approccio precauzionale ai dati dei sensori e suggerisce una linea d'indagine promettente: tentare di estrarre il massimo di informazioni da set di dati tradizionalmente considerati benigni.

Gli smartphone includono anche varie connessioni wireless come Wi-Fi, Bluetooth e comunicazione in prossimità (NFC), oltre a componenti hardware più semplici ma essenziali come la torcia. Questi elementi non richiedono spiegazioni dettagliate a causa della loro funzionalità familiare.

Per quanto riguarda il software, il panorama dei sistemi operativi mobili è essenzialmente un duopolio. A seconda dell'anno, iOS di Apple rappresenta circa il 20–25% del mercato, mentre Android occupa il resto. I sistemi operativi minori costituiscono quote trascurabili. Questo equilibrio potrebbe cambiare con gli sviluppi tecnologici in Cina. In seguito alle sanzioni contro Huawei, la Cina è riuscita a sviluppare HarmonyOS, un sistema operativo indipendente. Data la vasta popolazione cinese, ciò potrebbe alterare significativamente le dinamiche del mercato globale.

L'attuale predominio di Android e iOS risale al 2012–2013. Prima di questo periodo, in particolare tra il 2007 e il 2012, diversi sistemi operativi mobili si contendevano la rilevanza, tra cui Symbian, BlackBerry OS e Windows Mobile. Palm OS deteneva anch'esso una quota

di mercato significativa all'inizio degli anni 2000. Durante quegli anni, Apple e Google emersero gradualmente come forze dominanti, portando gli altri sistemi all'obsolescenza. Symbian, sviluppato principalmente da Nokia e utilizzato anche da aziende come Ericsson, mantenne una posizione forte fino alla metà degli anni 2000. Tuttavia, il modello di licenza aperta di Android portò a un'espansione rapida che marginalizzò sia Symbian che BlackBerry OS.

Entro il 2012–2013, il mercato dei sistemi operativi per smartphone si era consolidato nella competizione tra due soli attori. Apple catturava in media il 20–25% degli utenti globali, con eccezioni notevoli come gli Stati Uniti, dove la sua quota di mercato supera il 50%.

Per quanto riguarda le applicazioni, il numero disponibile sugli store è enorme—circa un milione. Questa cifra fluttua perché Apple e Google rimuovono periodicamente le app obsolete o abbandonate. Tuttavia, l'utilizzo delle app è altamente concentrato: solo poche app di social media e messaggistica dominano l'engagement e il tempo speso dagli utenti. Le aziende pubblicitarie conducono analisi dettagliate sull'uso delle app per paese e demografia, producendo rapporti approfonditi spesso accessibili online previa registrazione. Questi rapporti mostrano come la maggior parte delle interazioni con lo smartphone sia centrata su un piccolo sottoinsieme di applicazioni.

Dopo aver esaminato l'anatomia tecnica degli smartphone, è utile considerarne l'origine e il destino finale. I beni di consumo nei sistemi economici moderni vengono solitamente presentati senza contesto storico. Prodotti come bottiglie d'acqua, computer e smartphone sembrano emergere dal nulla, senza informazioni su come, dove o da chi siano stati prodotti. Questa omissione è intenzionale. La storia della produzione è spesso scomoda; quindi, viene nascosta. Ad esempio, ai consumatori che acquistano fragole non si chiede di considerare che il frutto possa essere stato raccolto da lavoratori sottopagati in condizioni di sfruttamento. Queste domande—chi ha fatto questo, in quali condizioni—sono ampiamente applicabili e meritano di essere poste.

Ricostruzioni storiche dei cicli di vita dei prodotti offrono spunti preziosi. Alcuni documentari hanno cercato di tracciare la filiera anche di prodotti semplici come un tavolo IKEA, partendo dalla foresta da cui è stato prelevato il legno e seguendo ogni passaggio fino allo showroom. Quando questa analisi si applica allo smartphone, l'esercizio diventa molto più intricato e illuminante. Lo smartphone, essendo un dispositivo altamente complesso, offre una comprensione più profonda dei sistemi produttivi globali.

Storicamente, lo smartphone rappresenta il culmine di una serie di avanzamenti tecnologici. Traccia la sua genealogia attraverso calcolatrici tascabili, calcolatrici programmabili, computer tascabili, assistenti digitali personali (PDA), telefoni cellulari digitali, primi smartphone degli anni '90, lettori MP3, fotocamere digitali, fino al primo iPhone. Questa genealogia rivela una graduale convergenza di funzioni precedentemente separate in un unico dispositivo compatto.

Il viaggio comincia nel 1967 con la calcolatrice tascabile Caltech, un prototipo sviluppato da Texas Instruments e Canon per dimostrare il potenziale dei circuiti integrati (IC). Texas Instruments aveva introdotto gli IC alla fine degli anni '50, permettendo di miniaturizzare più componenti elettronici su una singola piastra di silicio. I primi tentativi di produrre IC prevedevano l'uso di microscopi invertiti per concentrare la luce sulla superficie del silicio—

un metodo rudimentale ma rivoluzionario. Nonostante il loro potenziale, gli IC erano costosi, il che ne limitava l'adozione iniziale.

L'invenzione del transistor nel 1948, e la sua diffusione negli anni '50, sostituì gradualmente i tubi a vuoto nei dispositivi elettronici. L'era dei transistor vide l'emergere di dispositivi compatti come le radio tascabili. Tuttavia, gli IC permisero una miniaturizzazione e un'integrazione ancora maggiori. Per promuoverne l'utilità, Texas Instruments collaborò con Canon per costruire una calcolatrice che mettesse in mostra il potenziale degli IC.

Poco dopo, l'azienda giapponese Busic平 finanziò Intel per creare il primo microprocessore —un ulteriore passo avanti nell'integrazione delle funzioni computazionali. Negli anni '70, calcolatrici programmabili come la HP-35 e la HP-65 di Hewlett-Packard erano disponibili sul mercato, e verso la fine del decennio Casio introdusse la prima calcolatrice delle dimensioni di una carta di credito.

Nel 1980, Sharp rilasciò il primo computer tascabile con tastiera QWERTY e interprete BASIC integrato. Questo segnò un punto di svolta verso il calcolo general-purpose in formati palmari. Nello stesso periodo, le aziende cominciarono a esplorare sostituti digitali per gli organizer cartacei, portando allo sviluppo dei PDA come lo Scion Organizer.

Nel 1992, Apple introdusse il Newton PDA, che usava uno stilo e si concentrava sull'input tramite scrittura a mano. Anche se il Newton fallì per via del riconoscimento della scrittura inadeguato, prefigurava le filosofie di design future. I PDA migliorarono progressivamente, culminando nei dispositivi Palm come il Palm Pilot, che offrivano liste di cose da fare, calendari e la possibilità di eseguire app di terze parti.

Nel frattempo, i telefoni cellulari digitali sostituirono quelli analogici all'inizio degli anni '90. In Europa, la rete GSM standardizzata permise un'adozione diffusa. Gli SMS, inizialmente una funzione secondaria, divennero un fenomeno culturale. La progressione naturale fu quella di unire i PDA ai telefoni cellulari—aggiungendo funzioni smart ai telefoni o funzionalità di chiamata ai PDA.

IBM rilasciò lo smartphone Simon a metà degli anni '90, capace di inviare email e fax. Nokia ed Ericsson seguirono con dispositivi come il Nokia Communicator e l'Ericsson R380. Questi primi smartphone introdussero schermi a colori e sistemi operativi rudimentali come Symbian. Dispositivi come il T-Mobile Sidekick e il Palm Treo 600 guadagnarono popolarità in nicchie di mercato e ambienti professionali.

L'ascesa dell'iPhone e la trasformazione globale dell'industria

Negli anni 2000, l'evoluzione degli smartphone proseguì con dispositivi sempre più avanzati. Il produttore taiwanese HTC ebbe un ruolo importante, producendo telefoni Windows Mobile come l'HTC Titan. Il Titan aveva una tastiera completa, permetteva le chiamate e aveva un design a scorrimento. HTC in seguito adottò Android, prima di uscire definitivamente dal mercato smartphone. Altre aziende seguirono percorsi simili—sviluppando piattaforme proprietarie, per poi passare ad Android ed eventualmente sparire.

Un protagonista di rilievo nei primi anni 2000 fu BlackBerry, sviluppato dall'azienda canadese Research in Motion (RIM). I telefoni BlackBerry erano considerati lo standard d'eccellenza per l'email mobile, soprattutto tra i professionisti. Dotati di tastiere fisiche

ottimizzate per la digitazione, i BlackBerry erano celebrati come un caso di successo tecnologico, presenti regolarmente nelle riviste di business e nelle interviste ai dirigenti. All'epoca, Apple era a malapena menzionata nelle discussioni sui dispositivi mobili.

I lettori MP3 rappresentavano un'altra tecnologia cruciale nel periodo pre-smartphone. Il primo lettore MP3 commerciale, MP-Man, fu creato da un'azienda sudcoreana. Il nome era un omaggio al celebre Walkman di Sony, ma con la musica digitale al posto delle cassette. L'ingresso di Apple in questo mercato nel 2001—con l'iPod—fu un enorme successo. L'interfaccia semplice e l'esperienza musicale fluida rivoluzionarono la musica portatile, specialmente dopo l'introduzione dell'iTunes Store, il primo punto vendita legale e centralizzato per la musica digitale.

Steve Jobs convinse le etichette discografiche a concedere in licenza i loro cataloghi per iTunes, superando le esitazioni iniziali dell'industria. L'operazione avvenne nel contesto dei dibattiti sulla gestione dei diritti digitali (DRM)—restrizioni software contro la copia non autorizzata. Jobs si oppose in seguito al DRM, ma nei primi anni l'iTunes Store lo implementava.

Il primo esperimento di Apple con i telefoni cellulari avvenne nel 2005 in collaborazione con Motorola. Il prodotto risultante, il ROKR E1 (conosciuto anche come "iTunes phone"), integrava il servizio musicale di Apple ma era tecnologicamente deludente: capacità di memoria limitata e interfaccia rozza. Il prodotto fu un fallimento commerciale e oggi è per lo più dimenticato.

Un'altra categoria da menzionare è quella dei lettori multimediali portatili. L'azienda francese Archos produsse dispositivi in grado di riprodurre musica e video. Anche se ingombranti, questi dispositivi occupavano una nicchia importante prima che gli smartphone svolgessero le stesse funzioni.

Le videocamere digitali, anch'esse in forte crescita a metà anni 2000, aggiungevano un ulteriore dispositivo specializzato all'ecosistema digitale. In quel periodo, le persone portavano con sé più dispositivi: un telefono cellulare, un lettore MP3, una fotocamera digitale, un lettore video portatile, e forse un PDA. Le grandi aziende tecnologiche—Google, Microsoft e Apple—videro l'opportunità di unificare queste funzioni in un unico prodotto.

Nel 2006, i team ingegneristici delle tre aziende gareggiavano per creare il dispositivo multifunzione definitivo: uno smartphone in grado di sostituire tutta quella costellazione di elettronica portatile. Google, all'epoca ancora un motore di ricerca, aveva un motivo forte per entrare nel settore. Il suo principale ricavo derivava dalla pubblicità legata ai risultati di ricerca, e temeva che Microsoft potesse dominare la ricerca mobile grazie al proprio sistema operativo, Windows Mobile, e al motore di ricerca concorrente, Bing.

Per proteggere il dominio della ricerca, Google doveva assicurarsi che Google Search restasse il motore predefinito sui dispositivi mobili. Ancora oggi, Google paga ad Apple miliardi di dollari all'anno per restare il motore di ricerca predefinito sugli iPhone. A metà anni 2000, i dirigenti Google temevano che senza una piattaforma mobile competitiva, l'intero business pubblicitario potesse essere perso a favore di Microsoft.

Mentre Google e Microsoft lavoravano in segreto, Steve Jobs selezionò personalmente un team di circa 200 ingegneri per sviluppare un dispositivo rivoluzionario nel massimo riserbo.

Il 9 gennaio 2007, Jobs presentò il primo iPhone: un dispositivo elegante con touchscreen, senza tastiera né stilo, e un nuovo sistema operativo chiamato iOS. Il termine "iPhone" suggeriva la doppia funzione di telefono e dispositivo connesso a Internet.

Già la prima versione aveva un browser sofisticato che offriva una vera esperienza web in mobilità—un'innovazione notevole per l'epoca. Il dispositivo aveva però un grande difetto: non supportava Adobe Flash, che allora alimentava buona parte dei contenuti multimediali online. Jobs fu pubblicamente critico nei confronti di Flash, definendolo instabile e inefficiente. Alcuni osservarono che vi fossero anche disaccordi commerciali con Adobe.

L'iPhone fu lanciato ufficialmente nel giugno 2007 e accolto con entusiasmo. Anche se gli smartphone esistevano già, l'iPhone fissò un nuovo standard in termini di design dell'interfaccia, usabilità e integrazione dell'ecosistema. Google, assistendo alla presentazione dell'iPhone, cambiò immediatamente strategia: abbandonò l'idea di produrre hardware proprio e si concentrò sul perfezionamento di Android, recentemente acquisito. Android divenne una piattaforma open-source, licenziabile da qualsiasi produttore di hardware, offrendo un'alternativa all'ecosistema chiuso di Apple.

Da quel momento, l'industria degli smartphone conobbe un'espansione rapidissima. Al momento della stesura, il mercato degli smartphone è valutato circa 500 miliardi di dollari. La stima è coerente considerando che ogni anno si vendono tra 1,2 e 1,5 miliardi di smartphone. Le previsioni parlano di ricavi annuali fino a 800–900 miliardi con il passaggio graduale da telefoni semplici a smartphone, specialmente nei mercati emergenti.

All'inizio, gli smartphone erano proibitivi in termini di prezzo e limitati a professionisti ed esperti. Ma i prezzi scesero rapidamente, grazie ad Android e alla produzione di massa in Cina. Parallelamente, anche l'accesso a Internet mobile divenne più economico, spingendo ulteriormente l'adozione. Tra il 2012 e il 2013, le vendite globali superarono per la prima volta il miliardo di unità all'anno, segnando l'ingresso dello smartphone tra i beni di consumo di massa.

Le vendite cumulative dal 2007 al 2024 superano i 15 miliardi di unità. Un esperimento mentale può aiutare a visualizzare questa scala: se si impilassero tutti i 15 miliardi di smartphone in un cubo, la struttura risultante misurerebbe 200 metri per lato. Sarebbe più alta della Mole Antonelliana e occuperebbe tutta Porta Palazzo—a testimonianza dell'impatto ambientale di tale volume produttivo.

Attualmente, ci sono 6,8 miliardi di smartphone attivi nel mondo. Tuttavia, gli utenti unici sono circa 4 miliardi, il che suggerisce che molte persone possiedono più di un dispositivo. Alcuni hanno telefoni separati per il lavoro e per la vita privata. Considerando che la popolazione mondiale include neonati e bambini, 4 miliardi di utenti rappresentano già la maggioranza della popolazione adulta.

Si stima che 1,5 miliardi di persone utilizzino ancora telefoni cellulari tradizionali. Questi individui—per lo più nei paesi a basso reddito—costituiscono il mercato potenziale residuo per i produttori di smartphone, che puntano ad espandersi man mano che i costi dei dispositivi continuano a scendere.

Con questa scala globale in mente, diventa essenziale esaminare come questi dispositivi vengano effettivamente prodotti. Gli smartphone sono esempi iconici di globalizzazione—sia

in termini di catene di approvvigionamento che di forza lavoro.

Il processo produttivo comincia con le materie prime. È più facile elencare gli elementi della tavola periodica che **non** si trovano negli smartphone, piuttosto che quelli presenti. Dei 84 elementi chimici stabili, oltre 70 sono contenuti in uno smartphone medio. La produzione dipende quindi da centinaia di miniere in tutto il mondo.

Queste miniere estraggono materiali che vanno dal comune silicio (usato negli schermi) a metalli preziosi come oro, argento e rame. Molti degli elementi usati negli smartphone sono poco noti al pubblico generale, ma essenziali per componenti chiave.

Una fonte importante di materie prime è la parte orientale della Repubblica Democratica del Congo, ricca di minerali come il coltan, da cui si estrae il cobalto. Il cobalto è cruciale per la produzione di batterie e altri componenti elettronici. In questa regione, l'estrazione avviene spesso con strumenti rudimentali e senza macchinari, in netto contrasto con le miniere industriali a cielo aperto in paesi come l'Australia, dove l'automazione ha sostituito gran parte del lavoro umano.

Gli smartphone sono composti per circa il 40% da metalli, 40% da plastiche e 20% da ceramiche e altri materiali. L'impatto ambientale dell'estrazione mineraria è significativo: le miniere generano enormi quantità di scarti, sconvolgono ecosistemi e causano spesso degrado ecologico a lungo termine. Inoltre, espongono i lavoratori a condizioni pericolose, soprattutto in regioni con scarse tutele sul lavoro.

In molti paesi in via di sviluppo, l'estrazione mineraria resta un'attività ad alta intensità di manodopera. In luoghi come il Congo, minatori artigianali, anche bambini, lavorano in condizioni pericolose con poca supervisione. In contrasto, in paesi come l'Australia, le operazioni minerarie sono ampiamente meccanizzate.

Quando si riflette sulla produzione degli smartphone, si dovrebbero immaginare miniere in Bolivia, Sudafrica, USA, Australia, Cina e altri paesi. Queste miniere producono decine di metalli essenziali, ognuno con un'origine specifica. Il cobalto proviene dal Congo, il litio da Australia, Bolivia, Argentina e Cina, il rame dal Cile, il titanio dalla Russia, e così via.

Ogni elemento ha un uso specifico: il tantalio è usato nelle batterie, il rame nei collegamenti dei circuiti, l'oro nei rivestimenti dei fili, lo stagno nella saldatura delle schede, il tungsteno nei motori di vibrazione e in altri componenti. Un gruppo particolarmente importante di elementi usati negli smartphone sono le terre rare.

Terre rare, politica globale e il prezzo ambientale dell'innovazione

Tra i numerosi materiali utilizzati nella produzione degli smartphone, gli elementi delle terre rare (REE) costituiscono una categoria speciale e altamente sensibile. Questi elementi includono lo scandio (elemento 21), l'ittrio (elemento 39) e i quindici lantanidi (elementi 57–71). Il prometio (elemento 61) è escluso a causa della sua instabilità e proprietà radioattive. In totale, 17 elementi rientrano nella classificazione delle terre rare, e si trovano praticamente in ogni smartphone, ad eccezione del prometio.

Il termine "terre rare" è in parte fuorviante. Questi elementi non sono particolarmente rari nella crosta terrestre; sono distribuiti globalmente. Tuttavia, raramente si trovano in concentrazioni sufficientemente elevate da rendere economicamente vantaggiosa la loro estrazione e raffinazione. Inoltre, il processo di raffinazione è complesso, costoso e dannoso per l'ambiente.

Le terre rare sono essenziali per molte applicazioni elettroniche e industriali. Negli smartphone, svolgono ruoli critici: l'ittrio è usato nei touchscreen per consentire il rilevamento capacitivo; altre terre rare contribuiscono alla resa vivida dei colori degli schermi e alla miniaturizzazione di magneti ad alta efficienza utilizzati negli altoparlanti e nei motori per il feedback aptico. La loro utilità è spesso accompagnata dalla mancanza di sostituti, rendendoli strategicamente importanti.

Oltre all'elettronica di consumo, le terre rare sono indispensabili nelle tecnologie green e nei sistemi di difesa. Turbine eoliche, batterie per veicoli elettrici e armamenti avanzati ne dipendono. Questo le ha rese un fattore chiave nelle tensioni geopolitiche.

Storicamente, Stati Uniti, Sudafrica e altri paesi hanno estratto e raffinato terre rare. Ma a partire dagli anni '80—un periodo segnato dall'ascesa globale delle politiche economiche neoliberiste—i paesi occidentali hanno iniziato ad abbandonare la produzione interna di terre rare a causa delle sfide ambientali e lavorative che comportava. In molti casi, la decisione di interrompere la produzione nazionale fu economicamente razionale, ma strategicamente miope.

Contemporaneamente, la Cina, appena aperta al mercato globale sotto le riforme economiche di Deng Xiaoping, si presentò al mondo come un partner disposto e a basso costo. Le autorità cinesi dichiararono chiaramente che avrebbero tollerato l'inquinamento, pagato salari bassi e garantito stabilità e conformità—caratteristiche attraenti per le industrie occidentali alla ricerca di risparmi. Nei decenni successivi, la Cina non solo sviluppò la propria capacità di estrazione, ma divenne anche il principale raffinatore mondiale di terre rare. Anche paesi con giacimenti propri, come l'Australia, iniziarono a spedire il minerale in Cina per la lavorazione, poiché risultava più economico che raffinarlo localmente.

All'inizio degli anni 2000, la Cina controllava non solo le maggiori riserve di terre rare, ma anche la maggior parte della capacità di raffinazione a livello globale.

Global Critical Minerals Outlook 2024 – IEA

Per molti anni, questo dominio è passato largamente inosservato dal grande pubblico. Gli specialisti in ambito tecnologico e politico ne erano consapevoli, ma i media mainstream e i leader politici prestavano poca attenzione.

La situazione cambiò radicalmente durante l'amministrazione del presidente statunitense Donald Trump. Le crescenti tensioni commerciali con la Cina portarono le terre rare sotto i riflettori. I governi occidentali si resero conto di essere criticamente dipendenti dalle esportazioni cinesi per il funzionamento di intere industrie, comprese quelle militari. In risposta, sia gli Stati Uniti che l'Unione Europea pubblicarono liste di "materie prime critiche" e lanciarono iniziative per diversificare le proprie catene di approvvigionamento.

Tuttavia, ricostruire le industrie delle terre rare in Occidente non è semplice. Molti degli scienziati e ingegneri con le competenze necessarie sono andati in pensione o sono

deceduti. Gli impianti di lavorazione sono stati chiusi, e riaprirli richiede non solo investimenti finanziari, ma anche approvazioni normative e il consenso delle comunità. La lavorazione delle terre rare rimane un'attività ambientalmente gravosa che spesso incontra la resistenza dell'opinione pubblica nei paesi attenti all'ambiente.

La difficoltà di rilanciare la produzione interna è stata evidenziata negli ultimi anni dall'uso delle terre rare da parte della Cina come leva geopolitica. Ad esempio, a seguito di nuovi dazi imposti dagli Stati Uniti, il governo cinese ha risposto limitando le esportazioni di specifiche terre rare fondamentali per l'industria americana. Questo gesto fu un chiaro segnale: questi materiali possono essere usati come armi nei conflitti commerciali globali.

Alla base di questa dipendenza vi è una struttura profondamente radicata della globalizzazione. Gli smartphone sono forse il prodotto industriale più globalmente distribuito della storia. Dipendono da materiali estratti in Africa, Sud America e Asia, lavorati in Cina, assemblati nel Sud-est asiatico e venduti in tutto il mondo. I costi ambientali e sociali della produzione sono distribuiti in modo diseguale lungo questa catena globale.

I consumatori nei paesi ricchi beneficiano di dispositivi eleganti e a buon prezzo, mentre i lavoratori nelle miniere e nelle fabbriche sopportano il degrado ambientale e lo sfruttamento lavorativo necessario per realizzarli.

Lo smartphone non è semplicemente una meraviglia tecnologica; è un dispositivo che incarna decenni di progresso scientifico, strati di storia sociale e del lavoro, e un sistema interconnesso di relazioni politiche ed economiche globali. La sua produzione tocca quasi tutti i continenti. Richiede materiali la cui estrazione modifica paesaggi, inquina le acque e alimenta conflitti armati. E dipende da capacità industriali che hanno richiesto decenni per essere costruite—e che non possono essere facilmente ricostruite una volta smantellate.

Questa complessità sistematica rende lo smartphone un simbolo sia del progresso che delle contraddizioni. Rappresenta un trionfo dell'ingegno umano, integrando informatica, telecomunicazioni, sensori, imaging e memoria in un unico dispositivo portatile. Ma rivela anche il costo della convenienza: l'invisibilità sociale delle filiere produttive, il degrado ambientale di luoghi lontani e la vulnerabilità derivante dalla concentrazione di risorse strategiche nelle mani di pochi attori.

Le implicazioni di questa interdipendenza stanno iniziando solo ora a essere comprese. La consapevolezza pubblica è in crescita, alimentata da conflitti commerciali, crisi ambientali e un rinnovato interesse per la sovranità tecnologica. La domanda che ora si pone alle società globali non è solo come rendere gli smartphone più veloci o economici—ma come renderli più etici e sostenibili.

La produzione degli smartphone e la dipendenza dai materiali rari

Abbiamo iniziato riprendendo l'analisi della produzione degli smartphone, focalizzandoci sugli elementi della tavola periodica come scandio, ittrio e i lantanidi, usati quotidianamente. In particolare, si è discusso del monopolio cinese su questi materiali, fondamentale per industrie come l'automobilistica e quella militare. In risposta alle restrizioni imposte dalla

Cina sull'esportazione – in seguito alla guerra commerciale con gli Stati Uniti – alcuni produttori automobilistici americani stanno valutando l'apertura di stabilimenti in Cina per poter accedere a questi materiali, ottenendo l'effetto opposto a quello desiderato dall'amministrazione Trump.

Produzione fisica e geografica

La produzione del dispositivo avviene in più fasi: estrazione mineraria, produzione dei componenti, assemblaggio e test. L'assemblaggio avviene perlopiù in Asia, soprattutto in Cina, ma anche in India e Vietnam, in parte per motivazioni geopolitiche. Tuttavia, spostare la produzione è complesso, perché richiede competenze tecniche diffuse.

Apple è il leader globale in termini di profitti, pur detenendo solo il 20–25% del mercato. In Cina, il mercato è dominato da produttori come BBK Electronics (Oppo, Vivo, OnePlus), poco noti ma estremamente rilevanti. Huawei è stata al centro delle tensioni geopolitiche per via della sua competitività e delle sue infrastrutture 5G. Dopo le sanzioni statunitensi, Huawei ha lasciato i mercati occidentali ma è tornata a crescere sul mercato cinese, dimostrando grande resilienza.

Foxconn e le condizioni di lavoro

Foxconn, con sede a Taiwan ma stabilimenti in Cina, India e Messico, assembra la maggior parte degli iPhone. Lo stabilimento principale, soprannominato "iPhone City", impiega fino a 250.000 lavoratori. Negli anni 2010–2013 emersero gravi problemi legati alle condizioni di lavoro, con numerosi suicidi che portarono persino all'installazione di reti anti-caduta. Tuttavia, negli ultimi anni, salari e condizioni lavorative sono migliorati significativamente in Cina.

Distribuzione, ciclo di vita e smaltimento

La distribuzione dei dispositivi avviene via nave o via aerea per i modelli di fascia alta. La vita media di uno smartphone si sta allungando (2–3 anni), ma resta inferiore a quella di un computer. Molti smartphone dismessi finiscono in un cassetto, ma quelli rotti diventano rifiuti elettronici, spesso smaltiti impropriamente. Solo il 10–15% dei dispositivi elettronici viene smaltito correttamente: la maggior parte finisce in Africa Occidentale (Gambia, Nigeria), dove viene trattata in condizioni rudimentali, con gravi impatti ambientali e sanitari.

Riparabilità e diritto alla riparazione

Il movimento "Right to Repair" ha ottenuto alcuni successi in Europa e negli USA. Apple, inizialmente contraria, ha iniziato a fornire informazioni ufficiali per la riparazione con i modelli più recenti. Tuttavia, la riparazione resta difficile a causa della progettazione interna compatta degli smartphone.

Riciclo e recupero dei materiali

È emerso che una tonnellata di smartphone contiene diversi chilogrammi di materiali preziosi. Alcuni ricercatori del Politecnico di Torino stanno sviluppando tecniche per

macinare vecchi dispositivi e recuperare materiali utili, contribuendo così a una vera economia circolare.

Conseguenze fisiche dell'uso dello smartphone

L'uso prolungato può causare:

- infiammazioni a braccia, polsi, spalle e dita ("dito da iPhone" incluso);
- disturbi al sistema visivo, specialmente per l'uso notturno: la luce blu emessa interferisce con il ciclo circadiano e può danneggiare la retina;
- incidenti domestici e stradali per distrazione, anche tra professionisti come medici e infermieri;
- accumulo di batteri sul dispositivo, rendendolo uno degli oggetti più sporchi che usiamo.

Impatto ambientale

Il 90% delle emissioni legate allo smartphone avviene nella fase di produzione (estrazione, componenti, assemblaggio). L'uso quotidiano incide poco sul bilancio energetico totale (pochi euro di elettricità all'anno).

Smartphone e informazione

Oggi oltre l'80% delle persone si informa tramite smartphone e social media. Questo rappresenta un passaggio epocale rispetto al sistema informativo precedente (giornali, radio, TV), fortemente centralizzato e regolamentato. Ora l'informazione è filtrata da algoritmi personalizzati di piattaforme come Facebook, TikTok, ecc.

Si è discusso del cambiamento del concetto di "agenda setting" e del potere che le piattaforme detengono nel mostrare o nascondere contenuti, con un forte impatto sulla formazione dell'opinione pubblica. Dopo il 2016, con eventi come Brexit e l'elezione di Trump, si è aperta un'ondata di interesse per fake news e disinformazione, concetti che però esistevano già da tempo.

Dipendenza e design

Gli smartphone sono progettati per creare dipendenza, con notifiche, colori, video brevi (come quelli introdotti da TikTok) e interfacce pensate per massimizzare l'engagement. Le somiglianze con le slot machine non sono casuali: l'obiettivo è trattenere l'utente il più a lungo possibile. Le implicazioni su salute mentale, concentrazione e gestione del tempo sono significative e vanno affrontate con consapevolezza critica.

Conseguenze dello smartphone e centri di potere

Informazioni preliminari sull'esame

Il docente informa che l'esame orale è previsto per il **25 giugno**. Gli studenti devono iscriversi per poter ricevere il calendario. L'esame sarà una **conversazione sui temi del corso**, non una ripetizione meccanica dei contenuti. L'obiettivo è valutare:

- La comprensione effettiva degli argomenti;
- La capacità di fare **connessioni critiche**;
- L'eventuale riferimento a **casi esterni** o a **esperienze personali o di studio**.

Smartphone e benessere psicologico degli adolescenti

Negli ultimi anni si è aperto un ampio dibattito pubblico e scientifico sull'impatto degli smartphone, soprattutto **nella fascia adolescenziale**. Studi recenti mostrano che intorno al **2012**, coincidente con la diffusione capillare degli smartphone e dei social media, si registra un aumento significativo nei livelli di **depressione, autolesionismo e diminuzione dell'autostima** nei giovani.

La posizione di Jonathan Haidt

Haidt, noto psicologo sociale, sostiene che l'infanzia pre-digitale era **basata sul gioco** (fisico, creativo, noia inclusa), il che migliorava le abilità sociali, fisiche e mentali. L'avvento dello "smartphone-based childhood" ha introdotto invece passività, isolamento e confronto costante online. Haidt è ora un **promotore di forti restrizioni** nell'uso degli smartphone tra i giovani, comprese le scuole.

Critiche a questa visione

Una critica autorevole viene da **Vittorio Gallese** (neuroscienziato scopritore dei neuroni specchio) con il suo libro *Oltre la tecnofobia*, in cui afferma, con altri autori, che le posizioni di Haidt sono **eccessivamente allarmistiche** e semplificano fenomeni complessi.

Patti Digitali – Una proposta italiana

Il sociologo **Marco Gui** (Università Bicocca) ha ideato l'iniziativa dei **Patti Digitali**: accordi collettivi (tra genitori, insegnanti e studenti) per posticipare l'uso degli smartphone a un'età concordata. L'idea è contrastare la **pressione sociale tra pari**, che rende inefficace una scelta individuale isolata.

Chi ha potere sullo smartphone?

Il docente invita a riflettere su **chi controlla lo smartphone**. Il potere non risiede solo nelle funzioni visibili, ma si distribuisce su **sei livelli**:

1. Materie prime
2. Componenti hardware
3. Produzione
4. Sistema operativo
5. Applicazioni
6. Dati

Il potere su questi livelli implica un controllo **indiretto ma profondo** su utenti e società.

Choke points (colli di bottiglia)

Concetto geopolitico che identifica i punti di controllo critici di una filiera. Ad esempio, in ambito marittimo ci sono lo stretto di Gibilterra, il canale di Suez ecc. Analogamente, nel mondo digitale:

Materie prime

- Rare earths (terre rare) e litio sono **elementi insostituibili** per la produzione.
- **Cina** ha il monopolio sulla raffinazione di molti di questi elementi.
- Le restrizioni cinesi all'export possono avere effetti devastanti.

Componenti

- Alcuni (come gli schermi o le fotocamere) sono facilmente reperibili.
- I **system-on-a-chip** avanzati (es. 3 nm) sono invece prodotti quasi solo da **TSMC** (Taiwan) e **Samsung**.
- I macchinari per la litografia avanzata sono prodotti da **ASML** (Olanda), con componenti da migliaia di fornitori.
- Il know-how è concentrato in pochissime aziende e **la Cina sta cercando di emanciparsi** accelerando la propria filiera.

Produzione

- Produrre uno smartphone in Europa è **impossibile**, non solo per i costi, ma per l'assenza di competenze e componentistica.
- **Tim Cook (Apple)** ha dichiarato che negli USA non esistono nemmeno le **viti giuste**.
- La **produzione rimane in Cina** non per convenienza, ma per capacità organizzativa e competenze.

Sistemi operativi

- **Android (70%)** e **iOS (28%)** dominano il mercato.
- Il **sistema operativo è un punto di potere centrale**: controlla hardware, app, accessi ai dati.
- Caso emblematico: **contact tracing durante la pandemia**. Apple e Google rifiutarono la richiesta dei governi di modificare i sistemi operativi per approcci centralizzati, imponendo un protocollo decentralizzato per motivi di privacy.

Applicazioni

- L'**App Store è un choke point**: Apple e Google decidono cosa è accessibile.
- Esempi di censura da Apple:
 - App sul numero di droni USA (rimossa)

- App satirica sul ciclo produttivo dello smartphone (rimossa)
- Le aziende trattengono **il 30% dei guadagni** (store fee), un'estrazione di rendita paragonabile a un monopolio.

Dati

- Il sistema operativo raccoglie dati anche senza consapevolezza dell'utente.
- Le app principali collezionano dati e li **rivendono nel mercato secondario**.
- Google è più "leaky" di Apple, ma entrambe raccolgono informazioni persistenti.

Conclusioni del docente

- La **Cina ha un potere potenziale** sulla parte hardware, ma esercitarlo danneggierebbe anche sé stessa.
- **Il vero potere sta nelle mani di Apple, Google e Meta**, che controllano:
 - Il software (OS)
 - Le piattaforme (store, social)
 - Gli algoritmi (selezione dei contenuti)
- L'Europa è **solo consumatrice**, senza produzione né controllo.

Domanda per l'esame

Il docente invita a riflettere:

Come potrebbe essere progettato uno smartphone che sia altrettanto utile, ma più trasparente, controllabile dall'utente e rispettoso dell'ambiente e dei lavoratori?

Suggerisce di proporre **soluzioni tecniche pratiche**: es. batteria removibile, modifiche al sistema operativo, trasparenza delle app, ecc.

Fine del corso. In bocca al lupo per l'esame!