

Como a IA afeta o ensino e a investigação da Física?

Uma breve discussão de potenciais limitações e desafios do uso da inteligência artificial

Fórum Pedagógico 2024 – Physis, Associação Portuguesa de Estudantes de Física

Universidade de Coimbra, 14 de Setembro

Luis Borges Gouveia, lmbg@ufp.edu.pt, Universidade Fernando Pessoa



UNIVERSIDADE
FERNANDO PESSOA
www.ufpp.pt

CITCEM
CENTRO DE INVESTIGAÇÃO TRANSDISCIPLINAR
CULTURA, ESPAÇO E MEMÓRIA

fct
Fundação
para a Ciência
e a Tecnologia

U PORTO
FLUP FACULDADE DE LETRAS
UNIVERSIDADE DO PORTO

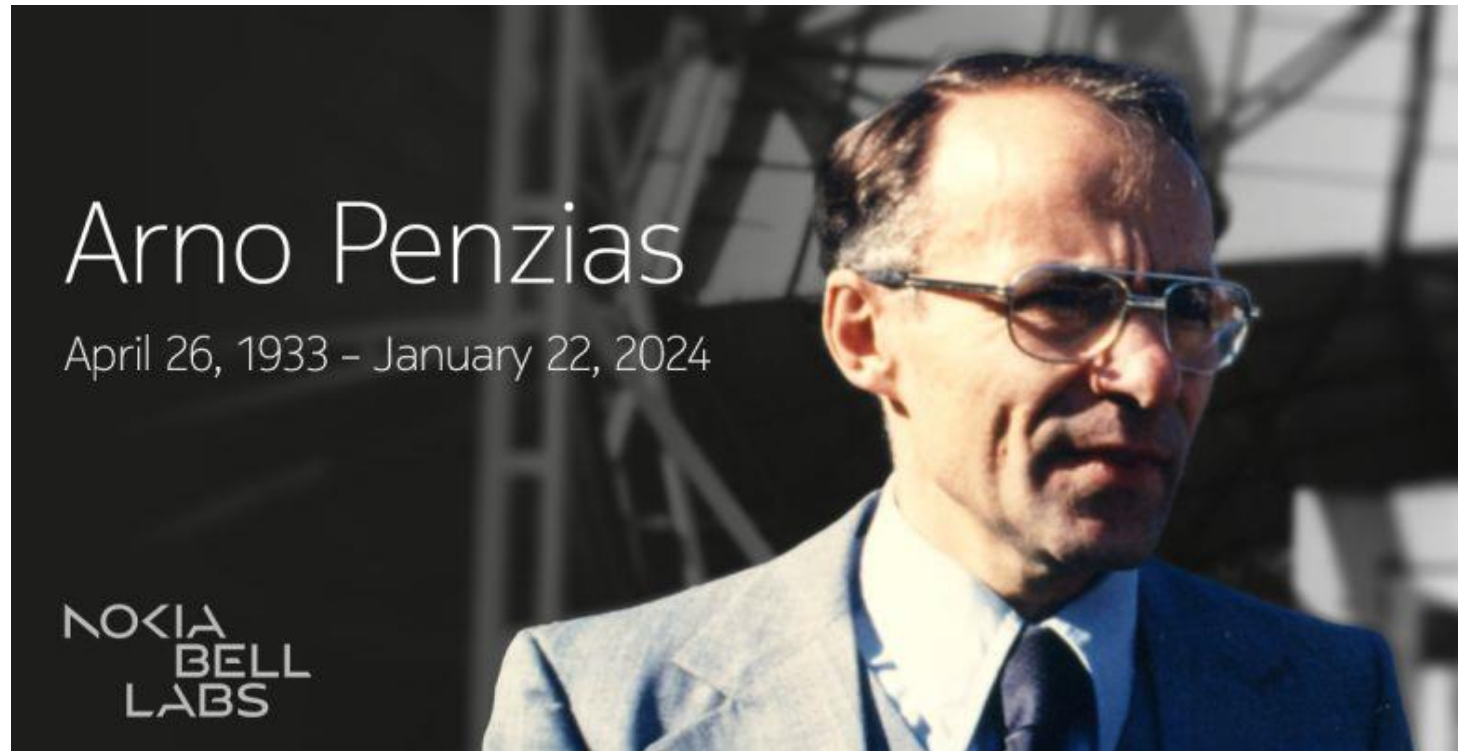




*Vivemos tempos de mudança. Frase muito ouvida e recorrente mas que também se aplica ao nosso tempo. Podemos até reforçar que a mudança é mais rápida, acelerada e com impactos de magnitude crescente, logo uma **mudança exponencial**. É neste contexto que se torna mais desafiante perceber que o futuro próximo será um **espaço desconhecido e bem diverso** do que testemunhamos previamente e este será o tema de conversa, aproveitando a **quase onnipresença da tecnologia (e das promessas) da IA**, em praticamente toda a atividade humana e, claro, também no ensino e em contexto de investigação e desenvolvimento da Física.*

Uma leitura pessoal de 1992

fornece uma visão inspiradora de como cérebro e microchips podem tornar-se parceiros, explicando como tirar o melhor partido das interações recíprocas entre a mente e a máquina



IDEIAS E INFORMAÇÃO



**ARNO
PENZIAS**
PRÊMIO NOBEL
DA FÍSICA

CIÊNCIA ABERTA
gradiva

**Co-discoverer of the cosmic microwave background radiation
and researcher of the chemistry of the sky**

<https://link.springer.com/article/10.1007/s11224-024-02289-2>

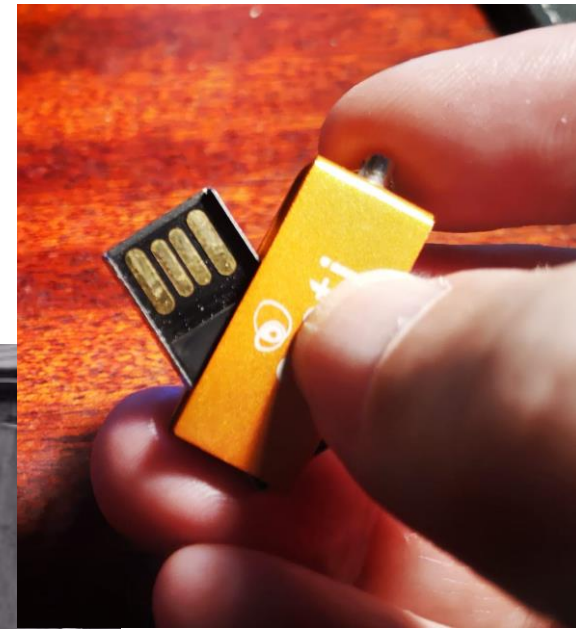
Crescimento exponencial?



Contexto

- A rápida **transformação** da tecnologia

*Uma USB pen, com 8 GB
1 600 000 de vezes com mais
capacidade de armazenamento*



*Transporte de um disco de
5MB em 1956*

Contexto

- A rápida **obsolescência**



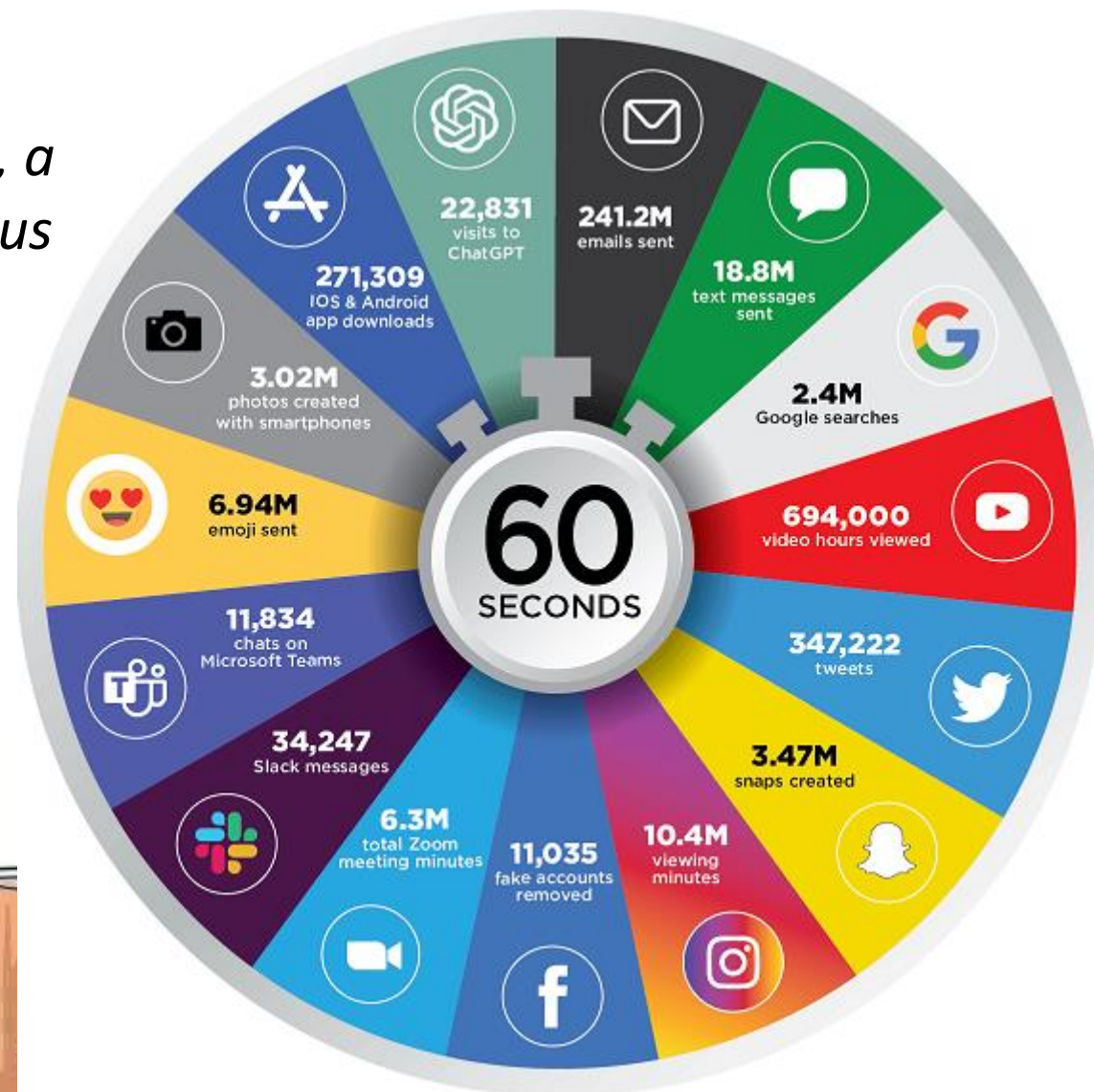
Um dos muitos exemplos: lâmpadas...



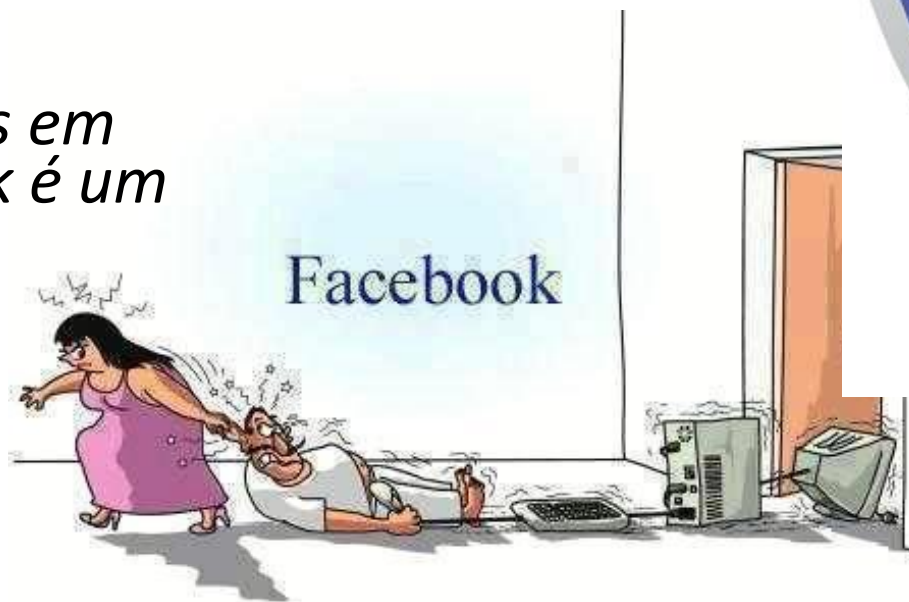
Contexto

- A voragem do tempo
- Muitos dados que confundimos com informação

A Internet em 2023, a cada minuto dos seus 525 600 minutos



As redes sociais em que o Facebook é um dos exemplos...

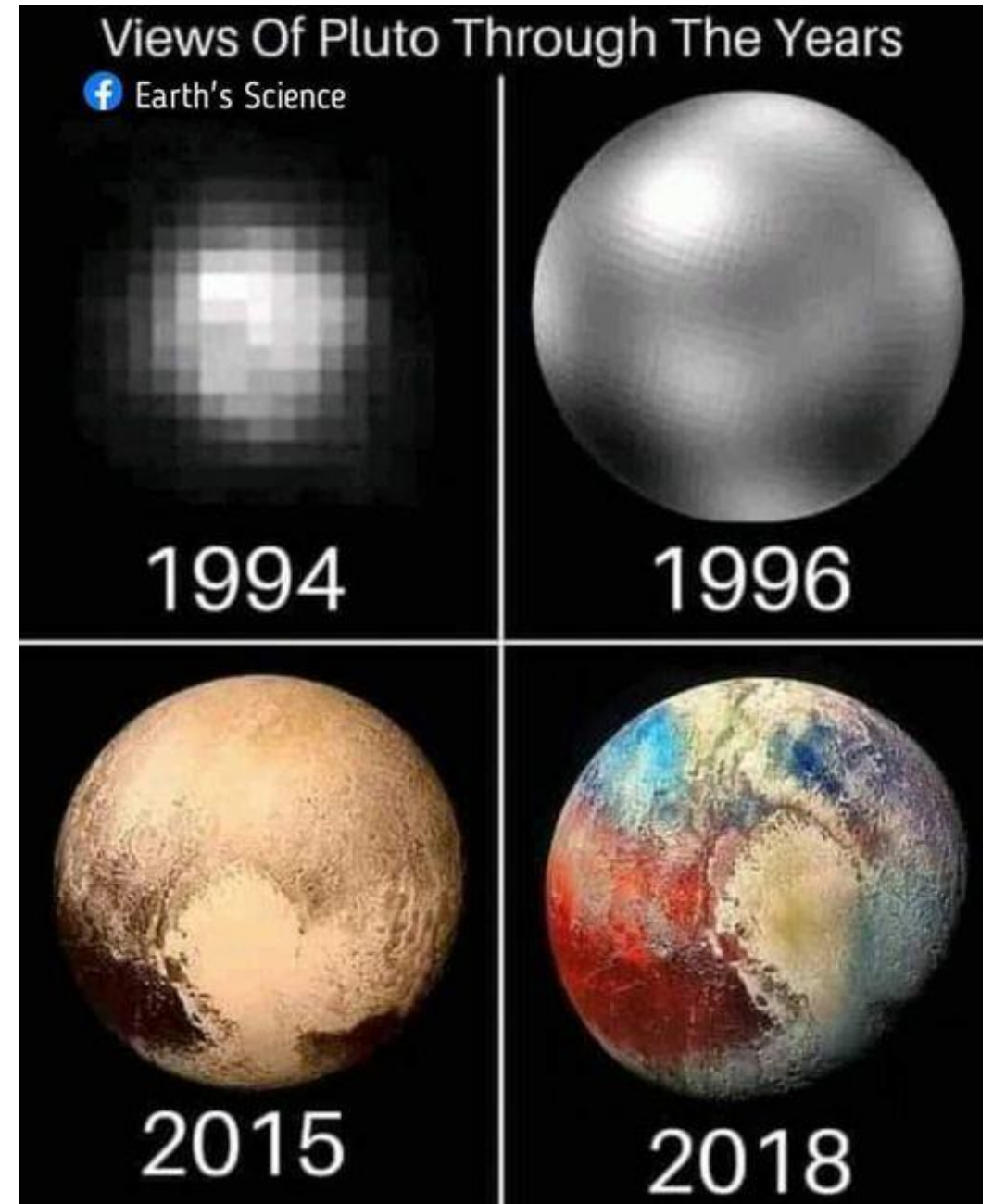


Created by: eDiscovery Today & LTMG

Contexto

- Mais **conhecimento**, muitas vezes confundido com informação

O exemplo da imagem de Plutão



Contexto

- Muita informação não consolidada – a questão da **verdade**

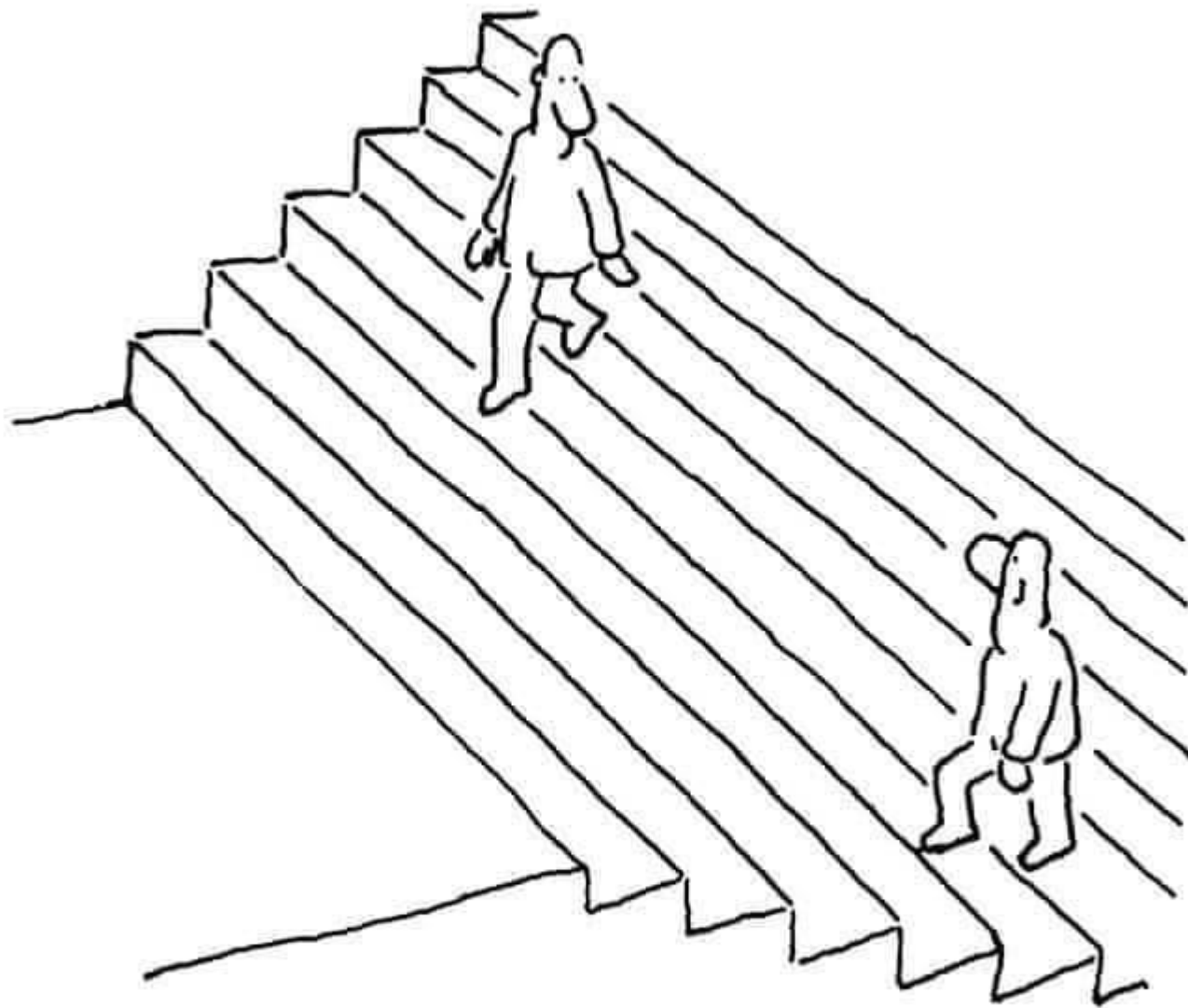
(a verdade não é sinónimo de informação)

Um exemplo é a notícia e a necessidade de conhecer o pressuposto/perspetiva...



Contexto

- Perceber caminhos de ação:
 - O **conhecimento** precede a ação...
 - **Compreender** o nosso tempo
 - **Entender** as implicações dos meios e capacidades atuais para transformar o futuro



VIUTI

Não existem
soluções mágicas

Nem únicas...

COMO VOCÊ QUER SEU PROJETO?



Um admirável mundo novo

O Admirável Mundo Novo de Huxley descreve uma sociedade mudada pela ciência e tecnologia

GEORGE ORWELL



ALDOUS HUXLEY



Neil Postman
"Amusing Ourselves to Death"
©TheFreeThoughtProject

Orwell feared those who would ban books.

Orwell feared the truth would be concealed from us

In 1984 people were controlled by pain

**ORWELL FEARED
FEAR WILL RUIN US**

Huxley feared no one would want to read books.

Huxley feared the truth would be drowned in a sea of irrelevance

In Brave New World people were controlled with pleasure

**HUXLEY FEARED
DESIRE WILL RUIN US**

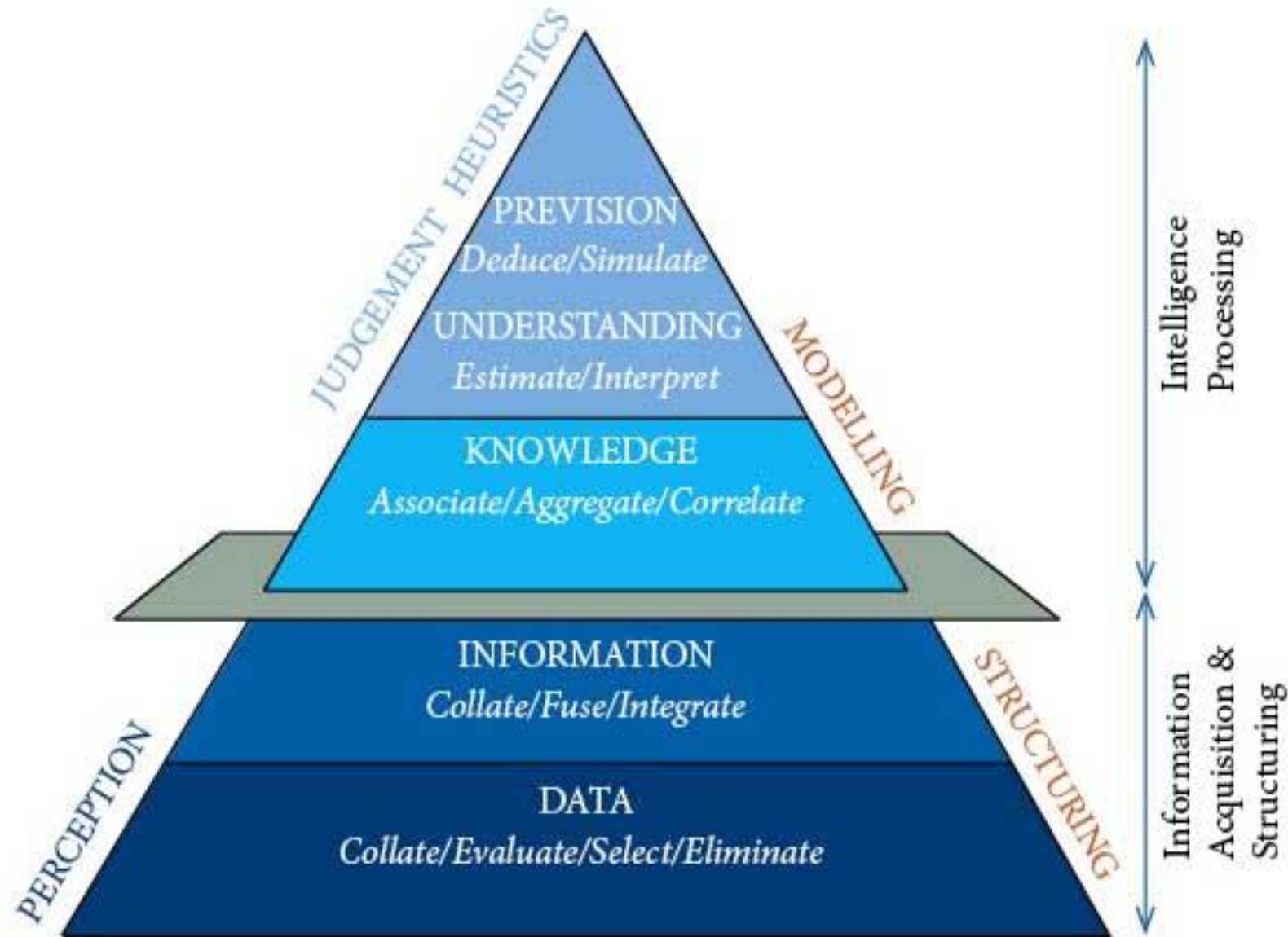
Inteligência

Pode ser **definida de muitas formas**, para diferentes contextos: capacidade para lidar com lógica, entendimento, auto consciência, aprendizagem, conhecimento emocional, raciocínio, planeamento, criatividade e resolução de problemas

A que interessa à **computação cognitiva**: capacidade de análise de informação e adaptação, percebendo a informação disponível de modo a gerar conhecimento que proporcione ação, permitindo comportamentos adaptativos ao ambiente circundante ou a dar resposta a um contexto específico



The knowledge pyramid, adapted from Ackoff (1989). "From Data to Wisdom". Journal of Applied Systems Analysis 16: 3–9



John McCarthy



Pai da IA... termo em 1955/6

Pais fundadores da IA

- Alan Turing (1912-1954)
- Allen Newell (1927-1992)
- Herbert A. Simon (1916-2001)
- John McCarthy (1927-2011)
- Marvin Minsky (1927-2016)

Padrinhos da IA

- Youshua Bengio (1964 -)
- Geoffrey Hinton (1947-)
- Yan Le Cun (1960 , -)

Geoffrey Hinton



... deep learning



Alan Turing
(1912, 1954)

Can machine think?

<http://sitn.hms.harvard.edu/flash/2017/history-artificial-intelligence/>



A brief History of Artificial Intelligence

<https://www.youtube.com/watch?v=056v4OxKwll>



Ilya Sutskever
(1985,)

Ilya Sutskever: The Man Building AGI

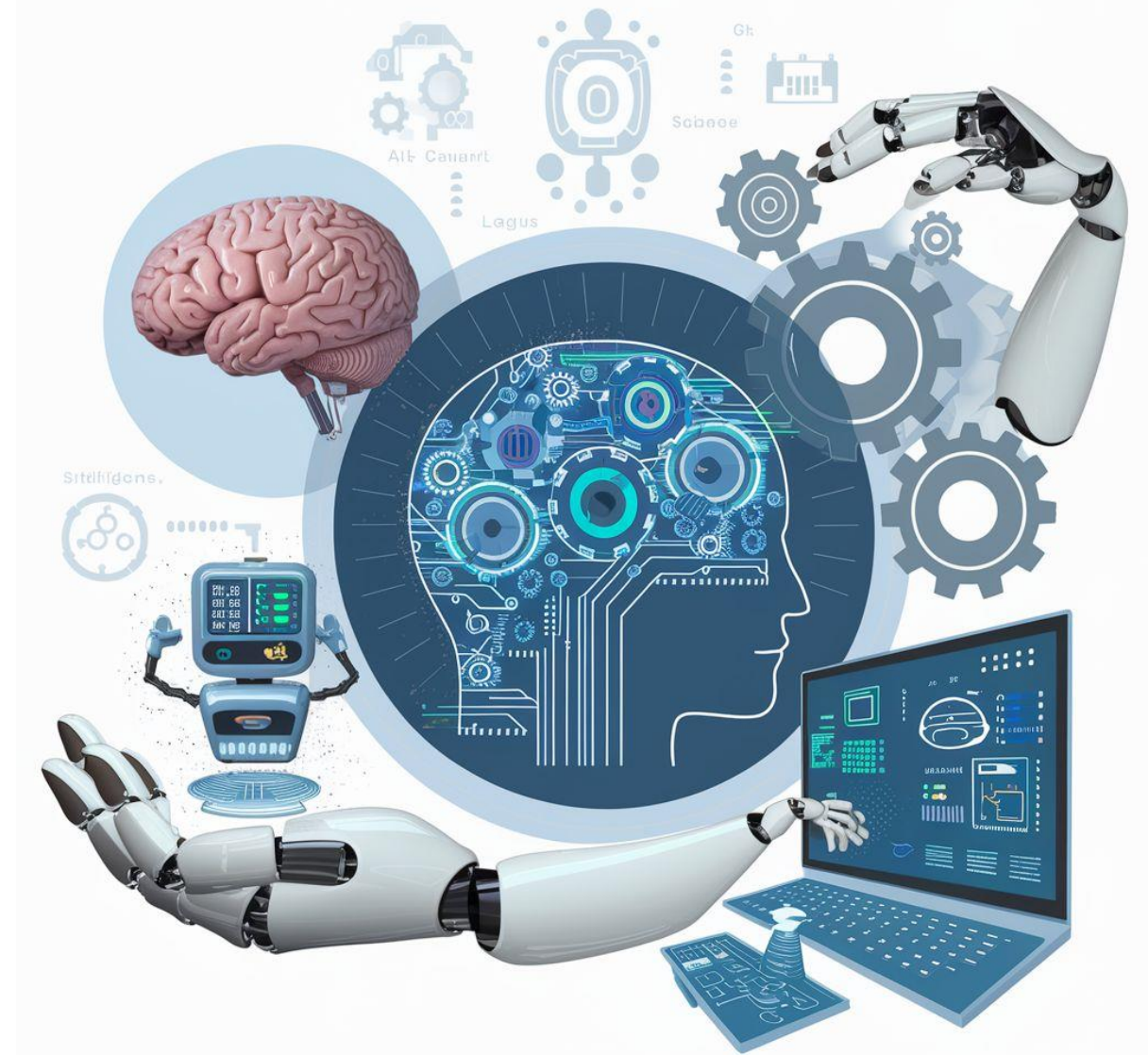
<https://www.youtube.com/watch?v=zIRnTw77eaY>

O esforço coletivo de muitos está bem descrito na obra: Isaacson, Walter. (2016). *Os Inovadores. Como um grupo de hackers, génios e geeks criaram a revolução digital.* Porto Editora.

Inteligência Artificial (IA)

Artificial Intelligence (AI)

- Stuart J. Russell e Peter Norvig definem inteligência artificial como um *conjunto de teorias e técnicas usadas para criar máquinas capazes de simular a inteligência humana*
- Definição mais abrangente: área da ciência dos computadores que estuda a *criação de máquinas inteligentes que trabalham e reagem como os seres humanos, aprendendo, planejando, classificando, resolvendo problemas e reconhecendo dados, informação e conhecimento com o objetivo de criação de aplicações autónomas ou de suporte à atividade humana* (Gouveia, 2023)



The AI Universe

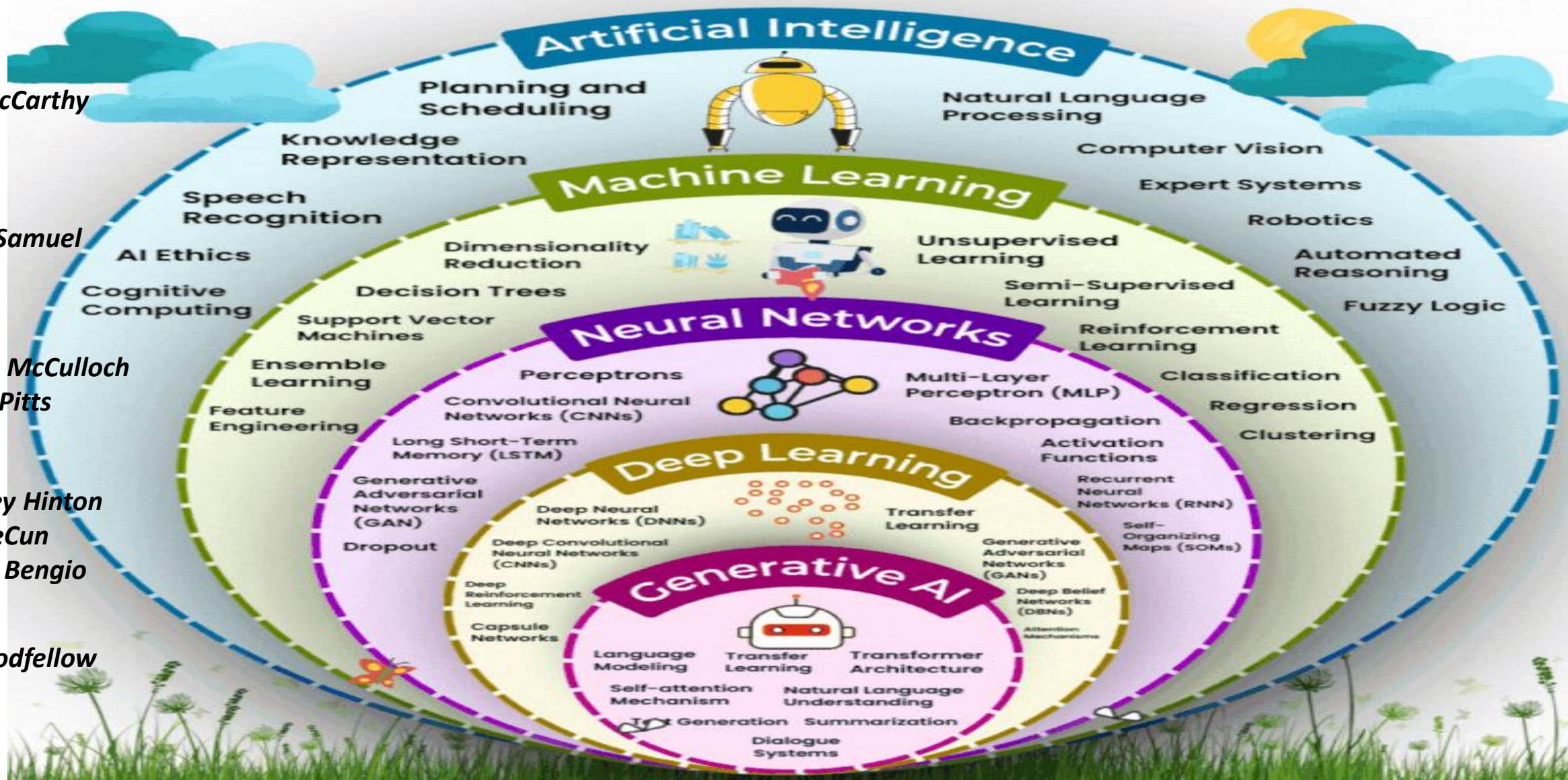
1956
John McCarthy

1959
Arthur Samuel

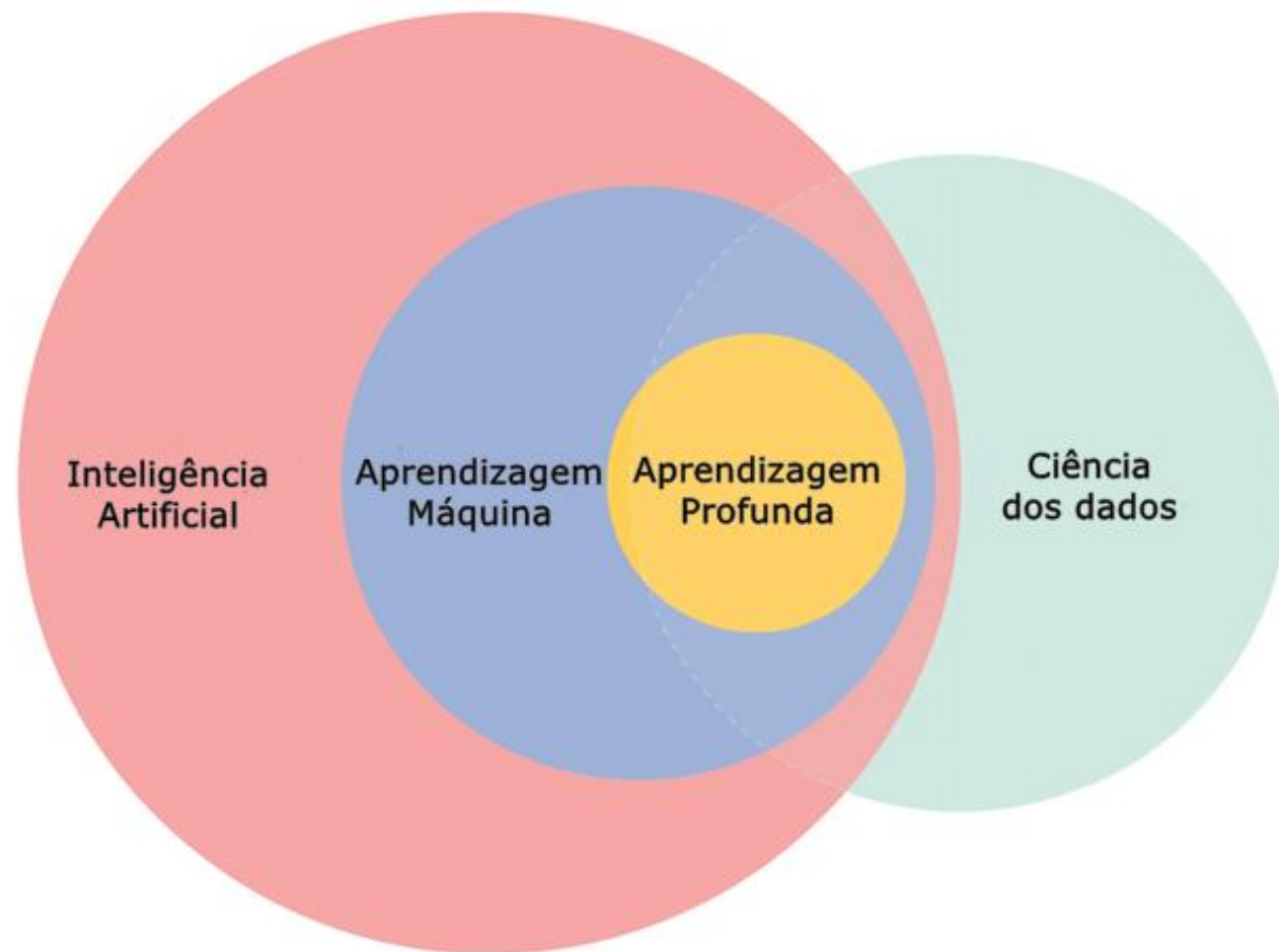
1943
Warren McCulloch
Walter Pitts

1990's
Geoffrey Hinton
Yann LeCun
Yoshua Bengio

2014
Ian Goodfellow



- **Machine learning** (ML): a **aprendizagem máquina** consiste na utilização e desenvolvimento de sistemas informáticos capazes de aprender e adaptar-se sem seguir instruções explícitas, utilizando **algoritmos e modelos estatísticos para analisar e extrair inferências a partir de padrões nos dados**
- **Deep learning** (DL): a **aprendizagem profunda** é um tipo de aprendizagem máquina baseada em **redes neuronais** em que são utilizadas múltiplas camadas de processamento para extrair progressivamente características de nível superior dos dados
- **Data science** (DS): a **ciência dos dados** é o campo de estudo que combina conhecimento de um domínio específico, com conhecimentos de programação, de matemática e estatística para **extrair percepções significativas dos dados**, integrando também técnicas associadas com ML e DL



IA Generativa (IA Gen)

Generative AI (Gen AI)

- uso de *modelos de aprendizagem profunda com capacidade de gerar texto, imagens e outros conteúdos de qualidade, baseados nos dados com que os modelos foram treinados*
- recorre a **redes neuronais** e estratégias de aprendizagem (supervisionada, não supervisionada e por reforço) para a elaboração de **modelos** que pela sua escala e estratégias de equilíbrio na afinação dessas redes, permitem a **geração de conteúdos** pelo entendimento de questões ou pedidos de elaboração a partir de conteúdos
- Pela *escala*, medida em número de **parâmetros**, pela sua *qualidade*, função dos **conteúdos** (dados) de criação e *treino* desses modelos e nas estratégias de tratamento dos *pedidos* aos modelos, organizados em **tokens**, **emergem** capacidades para além dos dados utilizados na *aprendizagem do modelo*





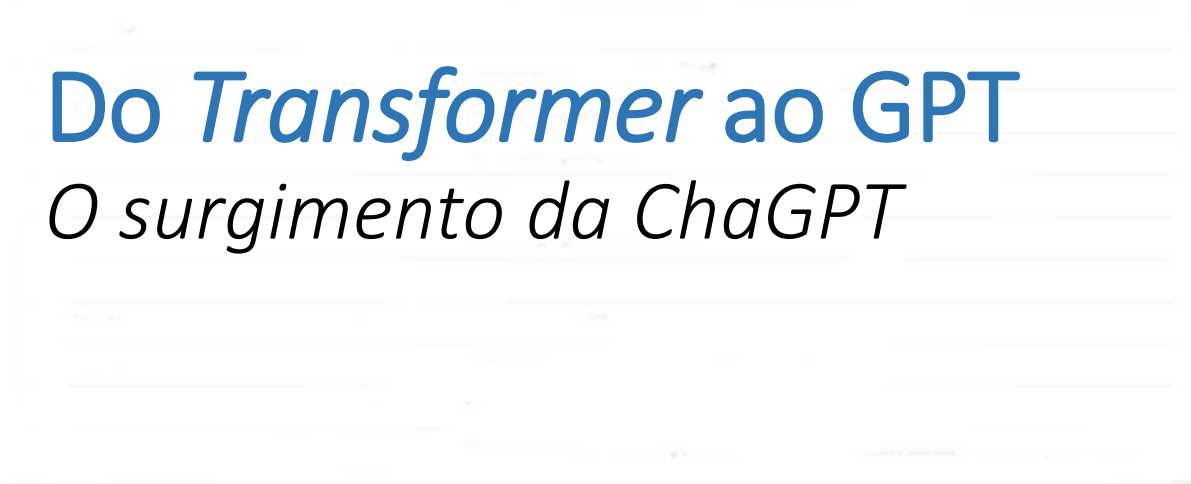
Transformer
2017-06



BERT
2018-10

Do Transformer ao GPT

O surgimento da ChatGPT



"OpenAI is a **capped-profit** research company whose stated goal is to advance artificial intelligence in a way that is most likely to benefit humanity as a whole, rather than cause harm."

GPT
2018-06



GPT2
2019-02



GPT3
2020-05



GPT3.5
2022-03



ChatGPT
2022-11



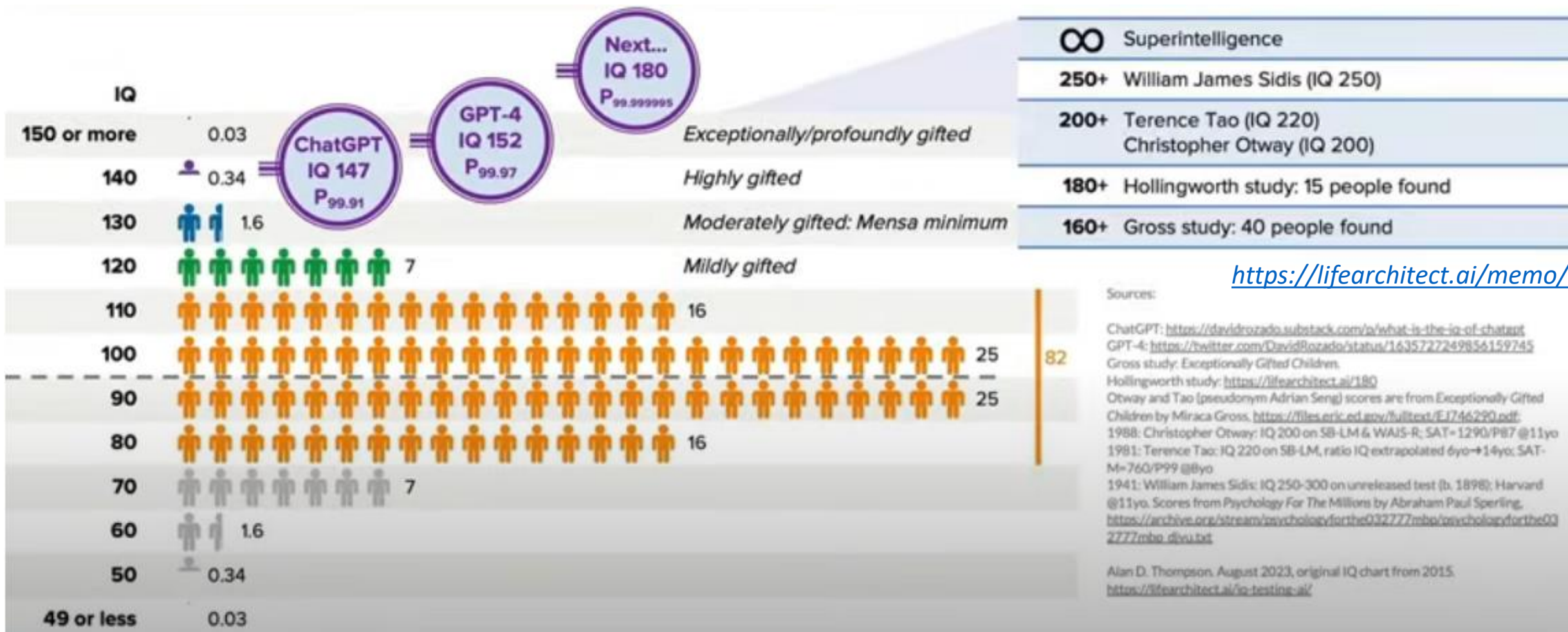
GPT4
2023-03



<https://cuicaihao.com/2023/10/30/technical-review-large-language-model-llm-and-nlp-research-paradigm-transformation/>

IA Generativa (IA Gen)

Coeficiente de Inteligência Ser Humano versus ChatGPT



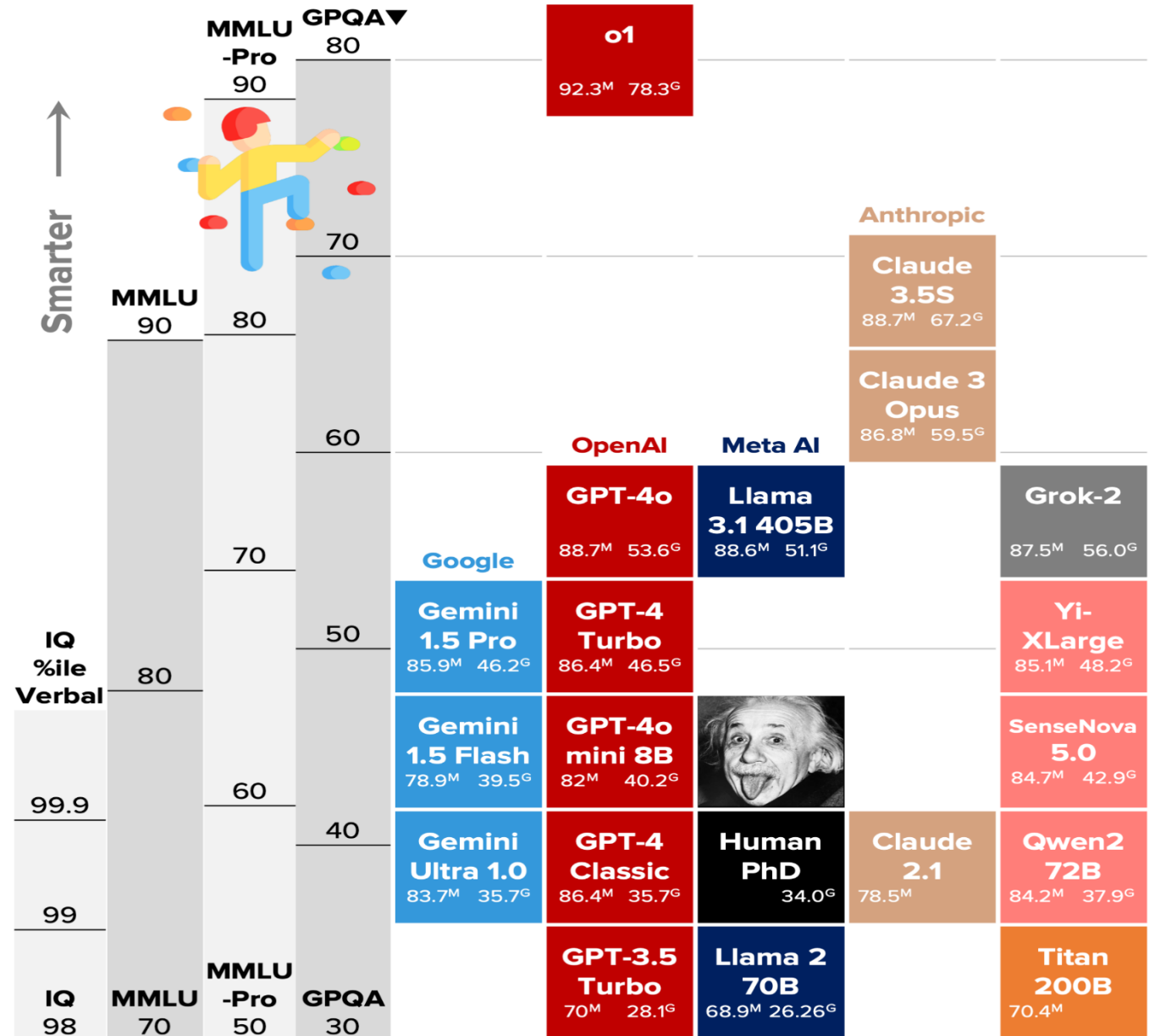
Nota: o coeficiente de inteligência é apenas um parâmetro de comparação; não avalia a inteligência nas suas variadas dimensões...

IA Generativa (IA Gen)

Open.ai o1 (12 set 24)

- Descrição do novo modelo da Open-ai: <https://openai.com/index/introducing-openai-o1-preview> (um dos primeiros modelos a ser treinado por aprendizagem por reforço e que pensa sobre os problemas – pedidos – antes de fornecer a resposta)
- Além da **aprendizagem**, oferece competências avançadas de **raciocínio**
- Estabelece novos registos e **esgota a capacidade dos testes** (por obter resultados de ou próximos a 100%), em avanço ao que se pensava ainda ser estimado para os avanços da área (pelo menos em 1 a 2 anos)

FRONTIER MODELS: IQ/MMLU/GPQA (SEP/2024)



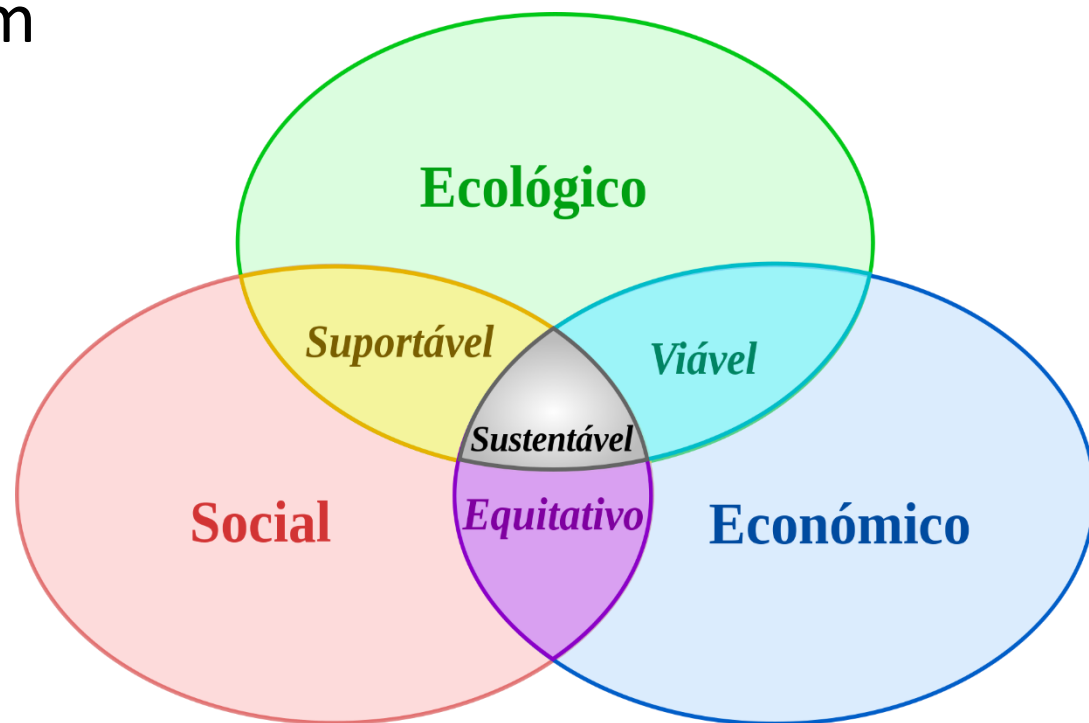
Do digital aos modelos de linguagem

- A base de codificação **binária** da **informação em computador** originou o digital que proporcionou a representação em multimodo e as funcionalidades de interoperabilidade que tornaram os computadores instrumentos universais para **processar, armazenar e comunicar informação**
- As redes neuronais e a **IA Generativa** proporcionaram o desenvolvimento de **modelos de linguagem** que permitiram a libertação do digital e da representação binária para um **entendimento do mundo** por via da linguagem, primeiro e, posteriormente, da imagem, do vídeo e do áudio, **enquanto par do ser humano**



O que tudo isto significa?

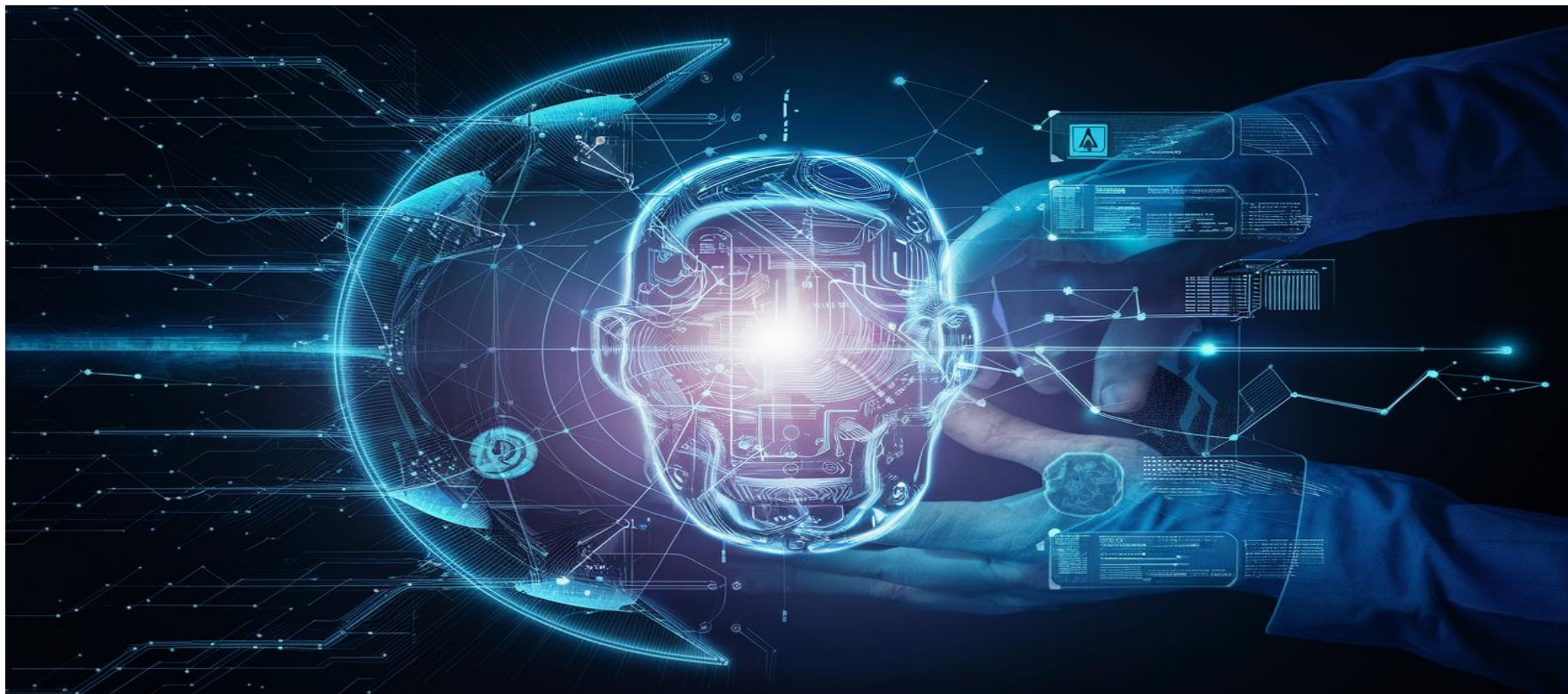
- **Mudança** que, para ser sustentável tem que levar à **inovação**
 - Ambiental
 - Social
 - Económica
- Novos contextos tão **disruptivos** obrigam a repensar as regras com que vivemos e nos regemos
 - O que nos protege pode ser o que nos impede de sobreviver



Os três pilares da sustentabilidade

A inteligência artificial (generativa) é uma tecnologia que **transforma do digital para a linguagem** a nossa relação com os computadores

Abre **novas possibilidades ao que pode ser automatizado**, em termos da nossa relação com as atividades de aprender, raciocinar, planejar, fazer ...e até de criação e de emoção (o computador como mediador da linguagem)



Riscos associados à IA

(O que pode impedir o seu uso?)

- **Confiança** (*trustability*): como assegurar que é seguro, confiável e justo o seu uso;
- **Responsabilidade** (*liability*): qual a responsabilidade legal, qual o contexto e o quadro de regulamentação;
- **Segurança** (*security*): como monitorizar e evitar usos não autorizados ou indevidos;
- **Salvaguarda** (*safety*): como evitar descuidos do ser humano, atos não intencionais e falhas de equipamentos e infraestruturas;
- **Controlo** (*control*): o que acontece quando a IA assume um processo e se pretende transferir novamente o controlo para o ser humano, ou parar o processo.

Riscos associados com a IA Generativa

Adaptado de <https://www.youtube.com/watch?v=9Rb9R7oTRks>

- Violações;
- Privacidade de dados;
- Propriedade intelectual;
- Integridade académica;
- Resultantes do processo de geração dos modelos de dados;
- Viés que resulta dos dados de treino;
- Alucinação;
- Resultantes de uso não controlado;
- Falta de criatividade, ou de inovação, ou de ambos (tendencialmente, conteúdo de menor qualidade);
- A Web está a ficar tomada por conteúdo gerado de forma pela própria IA Generativa.

- **Uso responsável e ético** da IA

- Uma estrutura a que as organizações recorrem para mitigar os riscos e desafios relacionados com o uso da IA, tanto de uma perspectiva ética quanto legal;
- Definido por 5 princípios:
 - justiça;
 - fiabilidade e confiabilidade;
 - privacidade e segurança;
 - transparência; e imputabilidade.

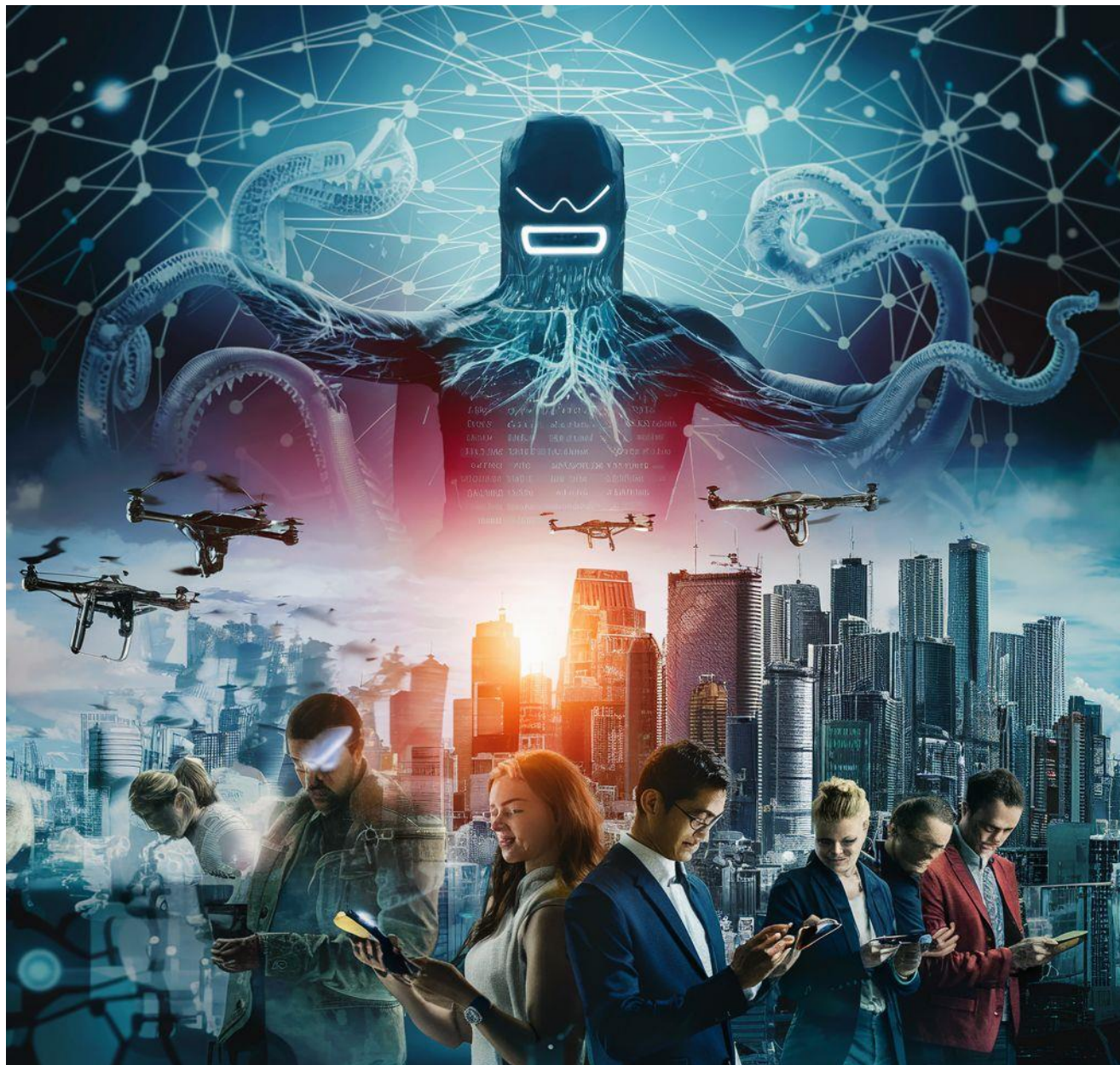
- **IA explicável** (*Explainable AI – XAI*)

- procedimentos e métodos que as organizações usam para compreender e confiar nos resultados gerados por algoritmos de aprendizagem máquina. De modo a melhorar a experiência do utilizador, dando a opção de verificar os resultados;
- *The Responsible Machine Learning Principles:*
<https://ethical.institute/principles.html>



A relação com o algoritmo e a inteligência artificial

*Ao tornar mais opaco o algoritmo, ao delegar na máquina o processo de decisão, também estamos a **alterar o equilíbrio** entre o ser humano e a máquina e a sua/nossa **relação de poder**.*



"When most daily tasks are automated with AI, the relevance of thinking will be much more significant"

Kelwin Fernandes is the founder of NILG.AI

Competências para um contexto de coexistência com a IA de forma a garantir o aperfeiçoamento, para permitir a diferenciação e a integração com a IA, de modo equilibrado, ético e sustentável.



Questões e dilemas associados

- IA com controlo ou sem controlo?
- Incorporação de meios e capacidades em seres humanos;
- Incorporação de meios e capacidades em sistemas de armas;
- Autonomia em carros sem condutor, aviação comercial, setor da saúde, etc.

- **Reflexão/questões:**
IA forte ou fraca? IA com controlo ou autónoma?
Tal como no caso da segurança, quem guarda os guardas?

- O **AI SAFETY SUMMIT** procurou criar as condições a nível global para lidar com estas questões:

- The Bletchley Declaration by Countries Attending the AI Safety Summit, 1-2 November 2023
<https://www.gov.uk/government/publications/ai-safety-summit-2023-the-bletchley-declaration/the-bletchley-declaration-by-countries-attending-the-ai-safety-summit-1-2-november-2023>



Planeamento
Explicabilidade
Alinhamento

Inteligência Artificial Geral (IAG)

(AGI – *Artificial General Intelligence*)

- IA com inteligência semelhante à humana: estes sistemas podem aprender, pensar e compreender conceitos em um nível semelhante ao dos humanos. Tem a capacidade de generalizar o conhecimento em vários domínios do conhecimento e de adaptação a novas situações, tornando a IAG versátil – é uma meta para o desenvolvimento futuro da IA (próximo? 2027-30?)
 - Flexível e capaz de realizar tarefas múltiplas e diversificadas;
 - Pode ser programada para aprender de forma contínua e ensinar-se a si própria.



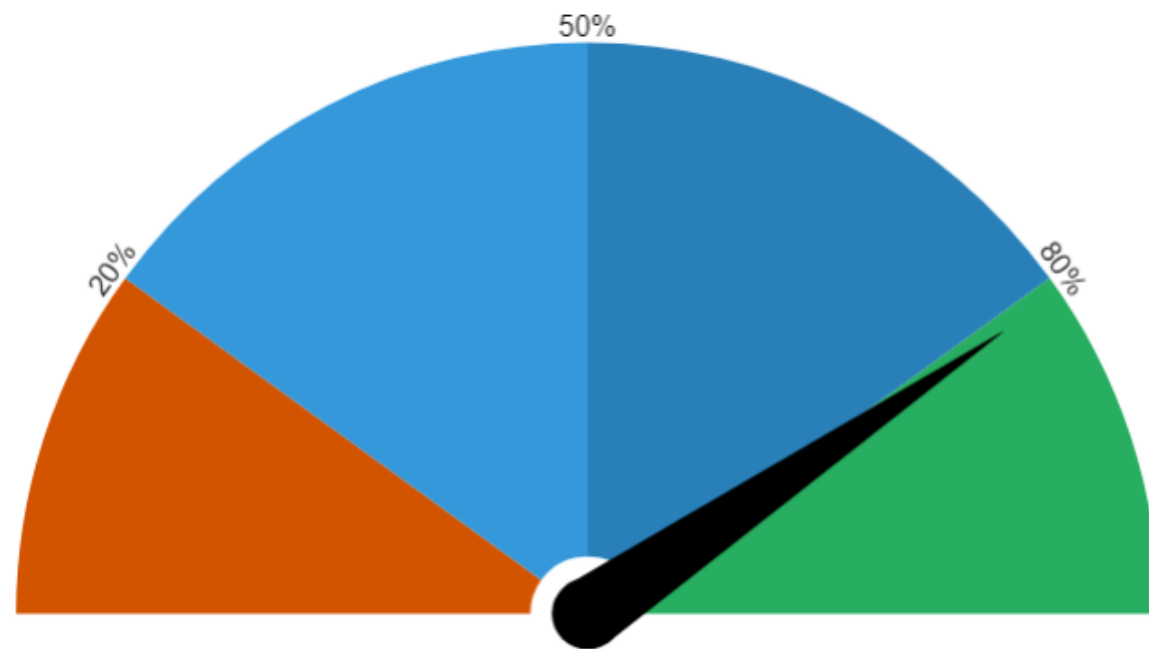
Alan's conservative countdown to AGI

[https://lifearchitect.ai/agi/#:~:text=Artificial%20general%20intelligence%20\(AGI\)%20is%20a%20machine%20capable](https://lifearchitect.ai/agi/#:~:text=Artificial%20general%20intelligence%20(AGI)%20is%20a%20machine%20capable)

AGI (*artificial general intelligence*) = a machine that performs at the level of an average (median) human.

ASI (*artificial superintelligence*) – a machine that performs at the level of an expert human in practically any field.

Alan D. Thompson (def. completa de IAG):
*Inteligência Artificial Geral é uma máquina capaz de **entender o mundo** tão bem como (ou melhor) que qualquer humano, em **praticamente qualquer domínio de atividade**, incluindo a **capacidade de interagir com o mundo por incorporação física** (personificação por meio de um robo, seja ele bipede ou outro)*



81%

Last update: Sep/2024

As disciplinas principais da IA

Pág. 26 de Russell, Stuart & Norvig, Peter (2019). *Artificial Intelligence. A modern Approach*. (3rd Edition). Pearson (existe uma tradução Brasileira).

- Processamento de linguagem natural;
- Representação de conhecimento;
- Raciocínio automatizado;
- Aprendizagem máquina;
- Visão computacional;
- Robótica.



- Planeamento
- Explicabilidade
- Alinhamento



- Segurança
- Salvaguarda
- Ética e Filosofia

- Alan Turing concebeu um teste que permanece relevante até aos nossos dias. No entanto, resolver o teste de Turing, não é prioridade da IA, mas sim estudar os **princípios básicos da inteligência**:
 - **Racional**: O desafio do voo artificial teve sucesso quando os irmãos Wright e outros pioneiros pararam de imitar os pássaros e começaram a usar túneis de vento e aprender sobre aerodinâmica. Os textos de engenharia aeronáutica não definem como objetivo criar “máquinas que voem exatamente como pombos a ponto de poderem enganar até mesmo outros pombos”;
 - Mas... GPT-4 foi considerado humano 54% das vezes, logo passando o teste, Jones, C. and Bergen, B. (2024). People cannot distinguish GPT-4 from a human in a Turing test. Arxiv, <https://arxiv.org/abs/2405.08007>.

Lei da UE sobre IA (2024, processo legislativo iniciado em 2021). Níveis de risco

<https://www.bloomberglinea.com.br/tech/europa-sai-na-frente-em-regulacao-para-ia-e-aponta-diferentes-niveis-de-riscos/>

Qualificação social, vigilância de massas, manipulação de comportamentos que causam danos

Proibido
Exceto se autorizado por lei por razões de segurança nacional



Risco Inaceitável

Acesso ao emprego, educação e serviços públicos, componentes de segurança veicular, aplicação da lei etc.

Autoavaliação
Ou avaliação por terceiros (para identificação biométrica à distância)



Alto Risco

Falsificação de identidade, chatbots, reconhecimento de emoções, deepfakes, classificações biométricas

Obrigação de Transparência
Informar se o usuário interage com um sistema de IA e marcar os deepfakes



Risco Limitado

Outros usos

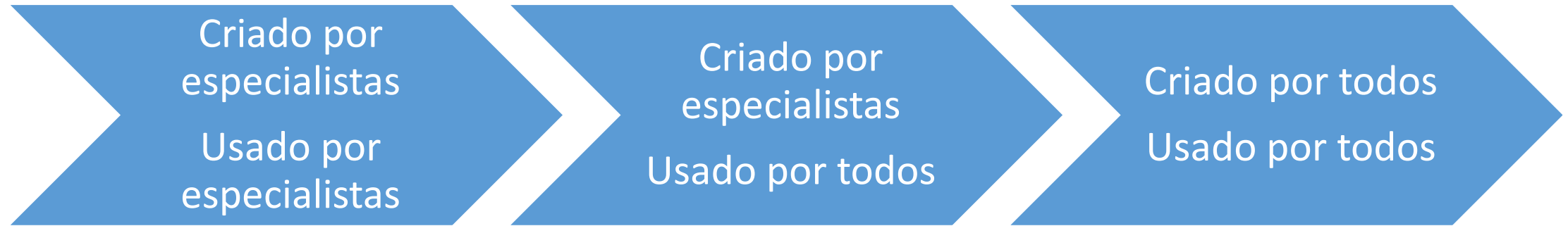
Livre de Obrigações
Fomentar o uso de códigos de conduta voluntários, obrigações de transparência



Risco Mínimo

Tecnologia (democratização da)

Tecnologia



Educação



Adaptado de: Lane, D. (2023). *Education in the age of AI (Artificial Intelligence)*. TEDxWinchester
<https://www.youtube.com/watch?v=m6dyCRS8Eml>

- O foco deve ser no *desenvolvimento de capacidades e valor* e não na *competência técnica* e na *destreza do uso da tecnologia*
- O importante não é dominar a tecnologia, mas *resolver problemas*

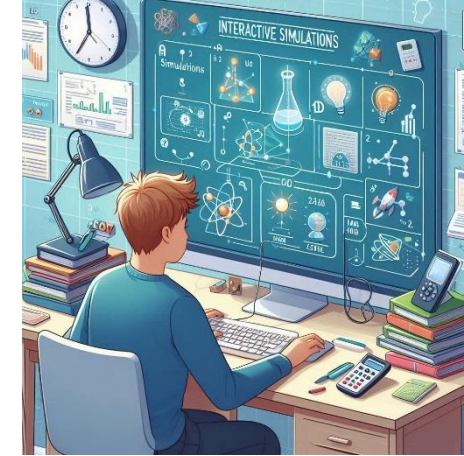


Contexto



- A **IA evoluiu** desde algoritmos simples até redes neuronais complexas e aprendizagem profunda
 - Exemplos incluem o desenvolvimento do *perceptron* na década de 1950 e o surgimento de redes neurais convolucionais nos anos 2010 e mais recentemente os modelos de linguagem natural e a IA generativa que suportam aprendizagem em 2022 e raciocínio não só com base em texto, mas multimodo em 2024
- **Relevância para a Física**
 - A IA é crítica para **resolver problemas complexos em física**, como a simulação de partículas subatômicas e a análise de dados de colisão de partículas (<https://aquare.la/ia-na-fisica-como-a-ia-esta-ajudando-a-busca-por-novas-particulas/>)

IA no Ensino da Física



Ferramentas Educacionais:

- Simulações: Software como **PhET Interactive Simulations** (<https://phet.colorado.edu/en/simulations/filter?subjects=physics&type=html>) permite aos alunos visualizar e interagir com fenômenos físicos.
- Tutores Inteligentes: Plataformas como o **ALEKS** (<https://www.aleks.com/?s=7924523073297296>) adaptam o conteúdo ao ritmo de aprendizagem do aluno, com exercícios personalizados.

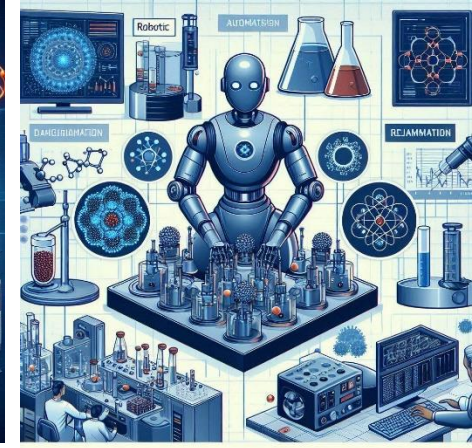
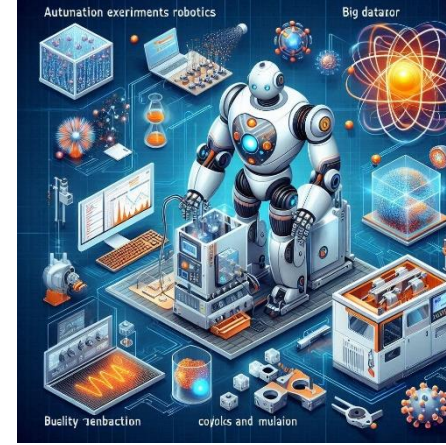
Benefícios:

- **Personalização**: alunos recebem conteúdo adaptado às suas necessidades.
- **Feedback Imediato**: correções e orientações em tempo real ajudam na compreensão.
- **Envolvimento**: sessões interativas aumentam o interesse e a participação dos alunos.

IA na Pesquisa em Física

Automação de Experimentos:

- **Robótica:** Robôs equipados com IA podem realizar experimentos repetitivos, como a síntese de novos materiais
- **Controle de Qualidade:** sistemas de IA monitoram e ajustam parâmetros experimentais para garantir precisão



Análise de Dados:

- **Big Data:** Ferramentas de IA processam grandes volumes de dados de experimentos, como os gerados pelo *Large Hadron Collider*
- **Modelação e Simulação:** IA ajuda a criar modelos precisos de fenômenos físicos, como a dinâmica de fluidos

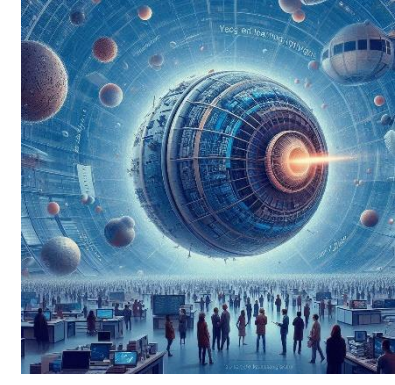
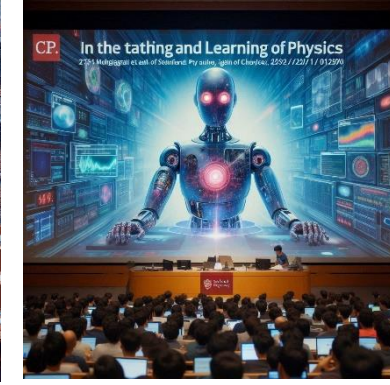
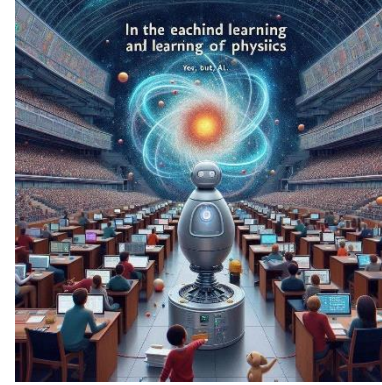
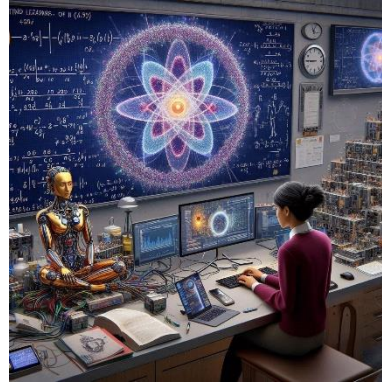
IA na Pesquisa em Física

Hossenfelder, Sabine (2023), "What can artificial intelligence do for physics?", in OECD, Artificial Intelligence in Science: Challenges, Opportunities and the Future of Research, OECD Publishing, Paris. DOI: <https://doi.org/10.1787/724b14a6-en>

The use of AI in physics is not new. However, today's ease of use, technical progress and enormous computational power mean that machine learning can rather suddenly allow physicists to tackle a lot of problems that were previously intractable. What does this mean for the future of physics? Will we see the "end of theory" predicted by Chris Anderson in his much-cited paper (Anderson, 2008)?

It is unlikely. There are many different types of neural networks, which differ in their architecture and learning schemes. Physicists have to understand which algorithm works for which situation and how well, the same process they went through for theory. Rather than spelling the end of theory, machine learning will take it to the next level.

Estudos de Caso



- **No ensino e aprendizagem** da Física (sim, mas... *F Mahligawati et al 2023 J. Phys.: Conf. Ser. 2596 012080 DOI 10.1088/1742-6596/2596/1/012080 - <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/2596/1/012080>)
 - Exemplo: Curso de Física da Universidade de Stanford, que utiliza a IA para personalizar o ensino de física, com o objetivo de melhorar o desempenho dos alunos (<https://ml.slac.stanford.edu/>)*
- Nos **projetos de I&D**: O CERN usa IA para analisar dados de colisões de partículas, acelerando a descoberta de novas partículas subatômicas (<https://home.cern/news/news/physics/how-can-ai-help-physicists-search-new-particles>).
- Tal levanta questões relevantes como as expressas do recurso responsável à IA em áreas críticas como a energia nuclear (<https://www.chathamhouse.org/2024/06/artificial-intelligence-and-challenge-global-governance/02-cern-ai-what-might-international>)

Desafios e Limitações

Desafios Técnicos:

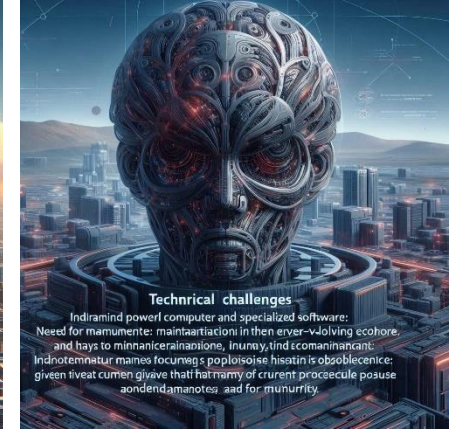
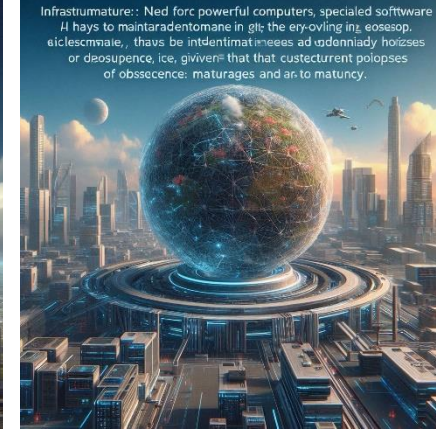
- **Infraestrutura:** Necessidade de computadores potentes e software especializado (que tem de ser mantido num ecossistema em evolução constante, o que exige **meios e capacidades**).
- **Complexidade:** Implementação e manutenção de sistemas de IA podem ser complicadas, com **horizontes de obsolescência indeterminados** face a muitas das propostas atuais serem emergentes e estarem **longe da maturidade**

Questões Éticas:

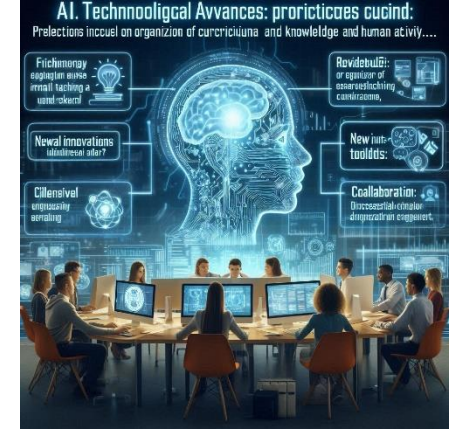
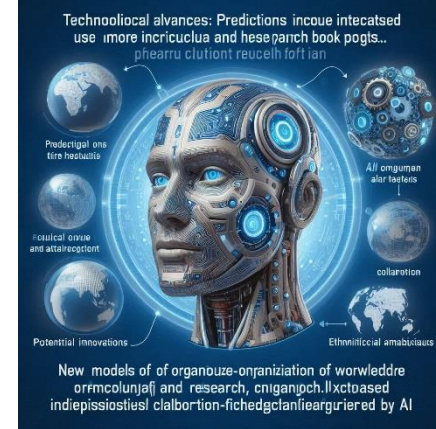
- **Privacidade:** Proteção dos dados é crucial.
- **Transparência:** Clareza sobre como os algoritmos tomam decisões é essencial para evitar desvios ou resultados não desejados/fora de controlo.

Desafios adicionais

- **Quem envolver** (pessoas, instituições, empresas e Estados)?
- **Quem guarda os guardas?**
- **Que regulação e regulamentação?**
- **Quais os níveis de segurança e defesa** (security / safety)?



Impacto na Formação dos estudantes



Desenvolvimento de Competências:

- **Pensamento Crítico:** análise e interpretação de resultados gerados por IA desenvolvem competências analíticas.
- **Competências Técnicas:** Uso de ferramentas de IA prepara para o mercado de trabalho.
- **Outras competências críticas:** capacidade de **raciocínio autónomo**; **trabalho em grupo**; **pensamento criativo**; e **disponibilidade para aprender – desaprender – reaprender** (*learn – unlearn – relearn; Tofler, 1988*)

Preparação para o Futuro:

- **Mercado de Trabalho:** preparação para um ambiente profissional de base digital, de automação intensiva
- **Inovação:** estímulo à criatividade e inovação através do uso de IA

Futuro da IA no Ensino e Pesquisa



Tendências Futuras:

- **Avanços Tecnológicos:** Previsões incluem IA mais integrada em currículos e projetos de pesquisa.
- **Integração:** Maior uso de IA em todas as áreas do ensino e pesquisa.

Potenciais Inovações:

- **Novas Ferramentas:** Desenvolvimento de novas ferramentas educacionais e de pesquisa baseadas em IA.
- **Colaboração:** Aumento da colaboração interdisciplinar facilitada pela IA.
- **Novos modelos** de **organização do trabalho**, do **conhecimento** e da **atividade humana...**

Recomendações

Para Educadores:

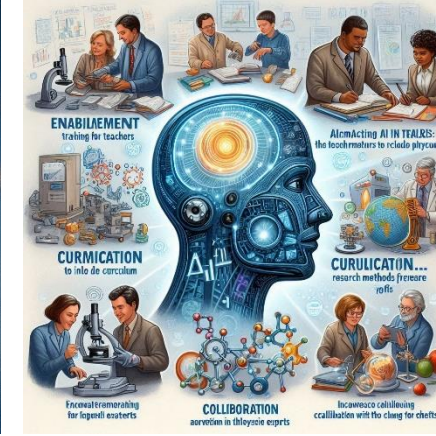
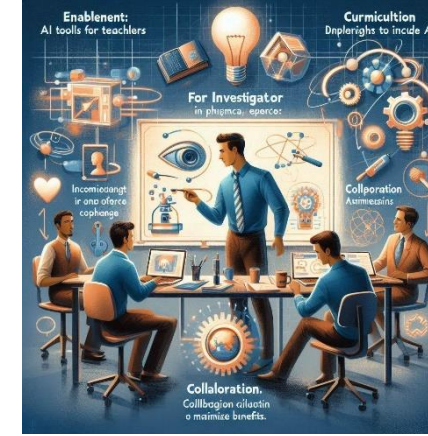
- **Capacitação:** Treino em ferramentas de IA para professores.
- **Currículo:** Integração de IA no currículo de física para preparar os alunos para o futuro.

Para Investigadores:

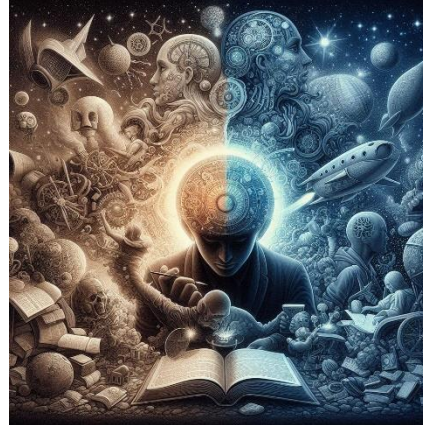
- **Adaptação:** Adaptação de métodos de pesquisa para incluir IA.
- **Colaboração:** Incentivo à colaboração com especialistas em IA para maximizar os benefícios.

Para ambos...

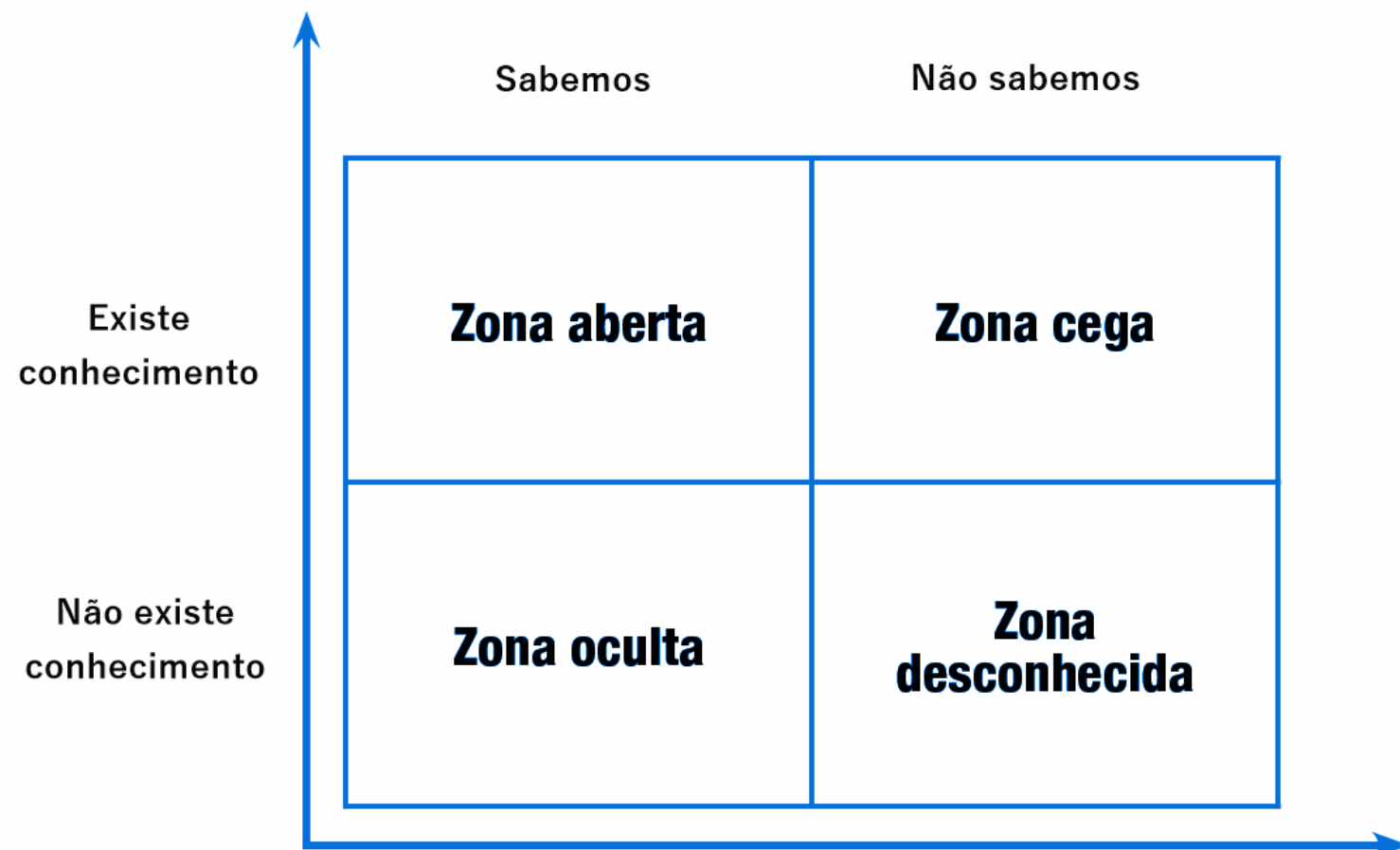
- Um tempo de **disponibilidade e abertura para a mudança**



Conclusão e Discussão

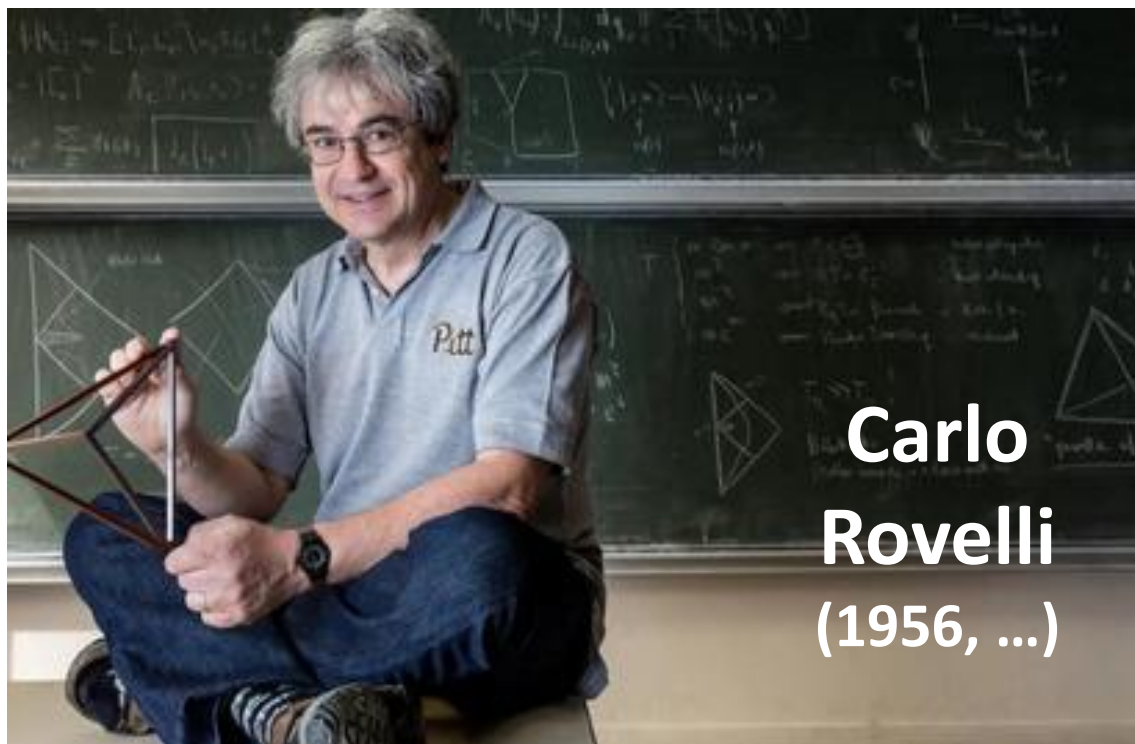


- **Aplicamos** o que sabemos do conhecimento que existe
- **Estudamos** o que não sabemos do conhecimento que existe
- **Pesquisamos** o que sabemos do conhecimento que não existe
- **Exploramos** o que não sabemos do conhecimento que não existe



Uma leitura pessoal de 2024

Talvez o físico (vivo) mais mediático do nosso tempo que discute o que é tempo? Será que ele existe? E que contribui para um aprofundamento do pensamento científico, com recurso à filosofia



**Carlo
Rovelli**
(1956, ...)



Uma recensão sobre o Carlo Rovelli por Carlos Fiolhais

(Agosto de 2021): <https://dererummundi.blogspot.com/2021/08/carlo-rovelli-anaximandro-e-o.html>



Luis Borges Gouveia

Dip (UPT), MSc (FEUP), PhD (ULANCS), PD (FLUP) <http://homepage.ufp.pt/lmbg>

Os seus interesses estão relacionados com o digital e como o seu uso e exploração pode beneficiar indivíduos e organizações, nomeadamente nas questões associadas com o ensino e aprendizagem

Professor Catedrático da Universidade Fernando Pessoa (**UFP**)

<https://www.ufp.pt/>

Membro Integrado do grupo Informação, Comunicação e Cultura Digital do **CITCEM**, FLUP

<https://citcem.org/>

Colaborador do LIACC, Laboratório de Inteligência Artificial e Ciência de Computadores, FEUP

<https://liacc.fe.up.pt/>

Sócio e Membro da Direção da Delegação Norte da **APDSI** (ONG que promove a discussão do digital e de como promover uma sociedade mais capaz de lidar com o digital)

<https://apdsi.pt/>



UNIVERSIDADE
FERNANDO PESSOA
WWW.UFP.PT

 **CITCEM**
CENTRO DE INVESTIGAÇÃO TRANSDISCIPLINAR
CULTURA, ESPAÇO E MEMÓRIA

fct
Fundação
para a Ciência
e a Tecnologia
UIDB/04059/2020

 **PORTO**
FLUP FACULDADE DE LETRAS
UNIVERSIDADE DO PORTO

LIACC **APDSI**