

Estado da publicação: O preprint não foi publicado em outro meio.

O Ensino de Inteligência Artificial: Potencialidades e Limitações de Diferentes Abordagens

Bernardo Gonçalves, Fabio Gagliardi Cozman

<https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.18118>

Submetido em: 2026-09-23

Postado em: 2026-10-16 (versão 1)

(AAAA-MM-DD)

O Ensino de Inteligência Artificial: Potencialidades e Limitações de Diferentes Abordagens

Teaching Artificial Intelligence:
Potentialities and Limitations of Different Approaches

Bernardo Gonçalves¹ , Fabio G. Cozman² 

¹ Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC), Rio de Janeiro, Brasil

² Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, Brasil

Resumo. *A área de Inteligência Artificial sempre teve fronteiras fluidas e caráter multi-disciplinar, congregando domínios de conhecimento diversos e exigindo diferentes perspectivas. Examinamos aqui, à luz dessas características da área, algumas estratégias que podem ser adotadas em cursos introdutórios sobre Inteligência Artificial. Analisamos as possíveis estratégias considerando alguns aspectos (caráter teórico e conceitual, foco histórico, ênfase prática, ênfase em temas mais modernos), e discutimos potencialidades e limitações de diferentes abordagens posicionadas em um mapa conceitual. Utilizamos como referência para esta discussão o livro-texto Artificial Intelligence: A Modern Approach (1995), que ocupa posição de destaque no ensino universitário de IA há várias décadas. Além disso, enfatizaremos as potencialidades, talvez menos evidentes, de uma das abordagens, que valoriza a evolução conceitual e histórica da área.*

Palavras-chave: Inteligência Artificial (IA); Ensino de IA; IA e Educação; O que é IA; Estratégias de Ensino; História e Filosofia da IA.

Abstract. *The field of Artificial Intelligence has always had fluid boundaries and a multidisciplinary character, bringing together diverse domains and asking for different perspectives. In light of these characteristics, we examine here a few strategies that can be adopted in introductory Artificial Intelligence classes. We analyze these possible strategies by considering several aspects (theoretical and conceptual nature, historical focus, practical emphasis, and prominence to modern themes) and discuss the potential and limitations of different approaches positioned on a conceptual map. We use the textbook Artificial Intelligence: A Modern Approach (1995), which has held a key place in university-level AI education for several decades, as a reference for this discussion. We also seek to highlight the perhaps less evident potential of an approach that values the conceptual and historical evolution of the field.*

Keywords: Artificial Intelligence (AI); Teaching AI; AI and Education; What is AI; Teaching Strategies; History and Philosophy of AI.

1. Introdução

Inteligência artificial (IA), como uma disciplina de ciência e engenharia, se apresenta com esse nome há pelo menos 70 anos, desde a demonstração do sistema Logic Theorist [Newell and Simon 1956] no Seminário Dartmouth de 1956

[McCarthy et al. 1955]. Nesse período, ao invés da consolidação de uma metodologia unificada, o que se tem visto é uma proliferação de paradigmas diversos, coexistindo em evolução, às vezes em ciclos de entusiasmo e fracasso. A própria definição de IA permanece alvo de discussão e mudança, e o objetivo geral do campo se mostra um alvo em movimento.

A pergunta se coloca: o que isso implica para o ensino de IA?

O objetivo deste artigo é examinar essa questão com foco em um hipotético curso universitário introdutório intitulado “Inteligência Artificial”, de graduação ou de pós-graduação, com cerca de 40 a 60 horas de atividades didáticas em sala de aula — incluindo tempo para exercícios e para provas. Assumimos que estudantes matriculados nesse curso têm formação básica em matemática, usualmente cobrada em exames vestibulares (sem necessidade de formação em cálculo ou tópicos mais avançados), bem como alguma formação básica em probabilidade e estatística.

Examinamos aqui possíveis abordagens, dividindo as estratégias de ensino em eixos que levam em conta aspectos conceituais, históricos, práticos, temáticos. Posicionamos essas diferentes estratégias em um mapa conceitual e discutimos suas potencialidades e limitações.

O livro-texto *Artificial Intelligence, a Modern Approach* [Russell and Norvig 1995] — doravante chamado AIMA — tem sido desde 1995 e talvez seja ainda hoje referência dominante para cursos de IA em nível universitário. Seja por sua proeminência, seja também por nossa experiência com sua estratégia de ensino, utilizaremos essa abordagem específica como referência.

Dentro das diversas abordagens consideradas para o ensino de IA, daremos ênfase no presente texto a potencialidades de uma perspectiva conceitual e histórica da área.

A Seção 2 analisa o espaço de perspectivas possíveis para o ensino de IA, posicionando diferentes abordagens em um mapa conceitual. Em seguida, a Seção 3 discute o desafio apresentado pela própria definição de IA, que pode vir a ser central para caracterizar cada abordagem. A Seção 4 explora o caso de um sistema, o Logic Theorist [Newell and Simon 1956], de alto valor histórico e didático para apresentação de uma metodologia e técnica de computação particular, a busca heurística. Esse caso nos permitirá analisar a escolha ou abordagem do livro-texto AIMA associada. Procedemos na Seção 5 para a consideração de limitações relativas do quadrante moderno e prático, tendo em vista os avanços futuros da IA. A Seção 6 apresenta uma linha do tempo de trabalho para a IA, que ajuda a ilustrar uma abordagem que poderia ser dita conceitual e histórica para o ensino de IA, nos termos do mapa conceitual que será apresentado a seguir. A Seção 7 apresenta uma discussão final e as conclusões deste artigo.

2. Um Mapa Conceitual para Estratégias de Ensino de IA

Uma primeira observação é que um curso de IA em nível universitário pode ter sua estratégia de ensino posicionada utilizando pelo menos dois eixos distintos.

- Um eixo indica a importância de atividades práticas no curso. Em um ex-

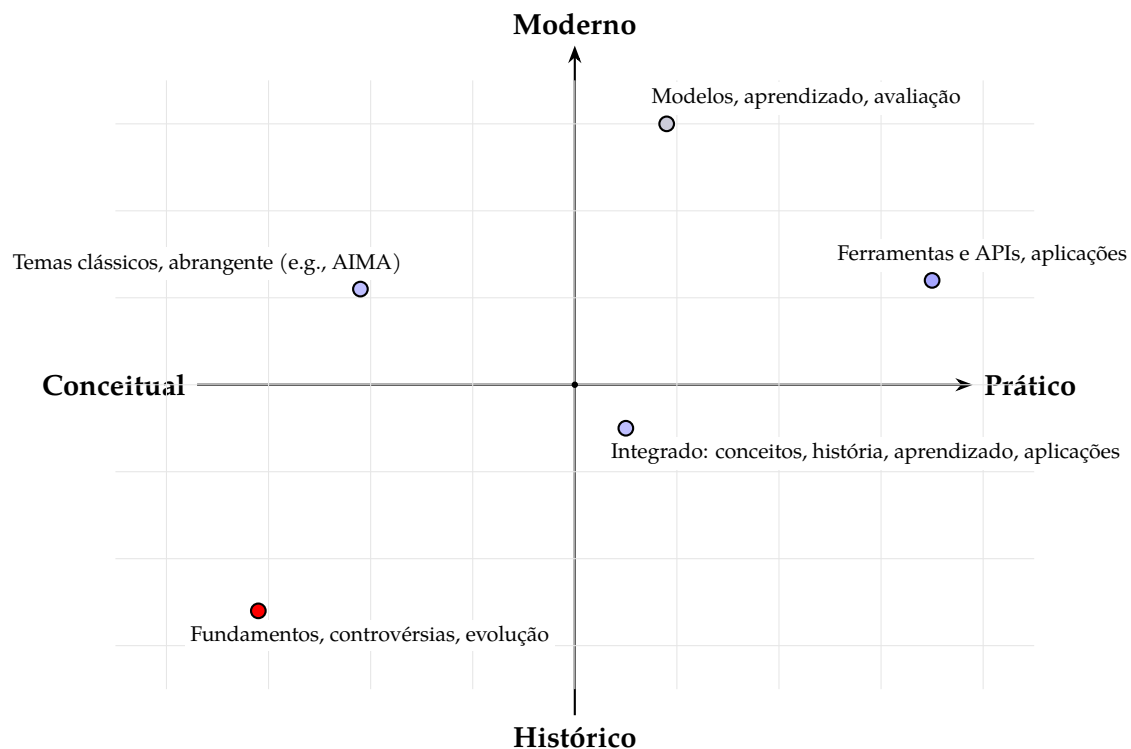


Figura 1. Possíveis estratégias para uma disciplina introdutória de inteligência artificial. As posições são indicativas, não quantitativas.

tremo, podemos ter um curso de Inteligência Artificial inteiramente conceitual, focado na discussão da base teórica e dos algoritmos mais relevantes; em outro extremo, podemos ter um curso inteiramente instrumental, centrado no uso de ferramentas comerciais de grande impacto. Qualquer proporção entre esses dois extremos é possível.

- Outro eixo, de natureza temática, estende-se do exame de temas ditos “clássicos,” de grande relevância histórica e fundamentais para a delimitação da área, à abordagem exclusiva de temas em grande evidência no momento, como técnicas preditivas ou redes neurais profundas. Qualquer balanço entre esses dois extremos também é possível.

A Figura 1 apresenta esses eixos, mapeando algumas estratégias no espaço de possibilidades. Discutimos a seguir os quatro quadrantes produzidos considerando suas potencialidades e limitações:

- **Conceitual e moderno.** Oferece uma visão ampla das ideias e dos métodos da IA do ponto de vista teórico e abstrato, matemático e computacional. Pode oferecer pouca experiência de implementação. “Temas clássicos, abrangente (e.g., AIMA)” representa essa ênfase, embora inclua assuntos de épocas diferentes, mas sem enfatizar a relação histórica e conceitual entre as diversas metodologias e técnicas de computação (MTCs). Pode perder de vista ou fazer parecer artificial o critério de unificação dessas MTCs, que caracterizaria para o(a)s estudantes o que é a IA e o que a distingue da ciência da computação como (sub)disciplina.

- **Prático e moderno.** Permite construir aplicações, experimentar ferramentas e obter resultados concretos, oferecendo para o(a)s estudantes uma espécie de “trilha rápida” para o que o mercado de trabalho espera. Um curso limitado a APIs pode ensinar a usar sistemas sem explicar bem suas capacidades, limites e formas de avaliação. Se oferecido isoladamente, pode ser pouco formativo com relação à mentalidade distintiva da disciplina de IA, talvez deixando uma lacuna educacional para as próximas gerações. “Ferramentas e APIs, aplicações” está próximo desse extremo. “Modelos, aprendizado, avaliação” também está no quadrante, embora mais perto do centro horizontal.
- **Conceitual e histórico.** Mostra como surgiram os problemas, as ideias, técnicas, e as controvérsias da IA, ajudando a examinar criticamente promessas atuais, seja do ponto de vista científico, seja do ponto de vistas dos impactos da tecnologia na sociedade. Se ficar isolado, pode deixar os estudantes sem contato suficiente com métodos e aplicações contemporâneas, ou com o aprofundamento matemático e computacional necessário para a pesquisa na área. “Fundamentos, controvérsias, evolução” está situada no mapa para como exemplo.
- **Prático e histórico.** Pode ensinar por meio da reprodução de sistemas ou experimentos de outras épocas, tornando visível como as técnicas evoluíram. Há o risco de dedicar muito tempo a ferramentas ultrapassadas ou de reduzir a história a uma sequência de exercícios. “Integrado: conceitos, história, aprendizado, aplicações” aparece nessa região, embora perto da origem, sugerindo uma combinação moderada das quatro dimensões. A opção integrada poderia ser viabilizada com maior probabilidade de sucesso na forma de uma trilha de cursos associados e pensados em conjunto.

De modo geral, vale observar como os eixos do mapa orientam a análise: à medida que uma abordagem se distancia do centro, torna-se menos equilibrada entre as dimensões consideradas. Esse deslocamento pode proporcionar maior foco e especialização, mas também tende a deixar mais lacunas na experiência formativa dos estudantes.

O quadrante inferior esquerdo, conceitual e histórico, possui o enfoque mais humanístico para o ensino de IA, e talvez seja o quadrante menos enfatizado em cursos de IA oferecidos em cursos de ciência da computação e engenharias. Pelo seu valor talvez menos óbvio nesses contextos, procuraremos ressaltar suas potencialidades, sem prejuízo para o quadrante oposto, moderno e prático, cujo apelo seja talvez mais óbvio.

3. Definição de IA como Desafio Conceitual e Pedagógico

Durante anos nas décadas de 1980 e 1990, o livro *Artificial Intelligence*, por E. Rich e K. Knight, foi uma das principais fontes sobre IA [Rich and Knight 1991]. O primeiro capítulo do livro tem o título “What is Artificial Intelligence?,” e a primeira sentença desse capítulo é “What exactly is artificial intelligence?”. Os autores embarcam em uma longa discussão, mas a vaga resposta oferecida é: IA procura levar computadores a executar tarefas que seres humanos realizam melhor em dado momento. Essa definição mostra que, quase 40 anos após o termo IA ser

proposto para nomear o campo, um livro texto importante ainda não encontrava consenso sobre o mesmo.

Em 1995, foi lançado o livro *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, por S. Russell e P. Norvig, que assumiu a posição de livro texto dominante desde então [Russell and Norvig 1995]. Seu primeiro capítulo tem como subtítulo “What is AI?”, apresentando uma análise baseada em quatro pontos de vista: a IA interessada em mimetizar processos cognitivos associados à inteligência humana; a IA interessada em produzir resultados (ou ações) que mimetizem o desempenho humano (quaisquer que sejam os processos de pensamento artificial empregados); a IA interessada em seguir processos de pensamento baseados em princípios de racionalidade formal (mesmo que raramente seguidos por seres humanos); a IA interessada em alcançar resultados (ou ações) prescritos por princípios de racionalidade formal.

O desafio de definir IA é, portanto, antigo, e já levou a muitos debates; uma amostra significativa das questões envolvidas pode ser captada no seguinte texto de Hayes e Ford:

Ao contrário da maioria das subdisciplinas da ciência da computação, a IA parece ser definida não pelos seus métodos, mas pela fonte de sua inspiração. Tentativas de definir IA em termos de seus métodos computacionais nunca funcionam adequadamente. Por exemplo, se IA for o estudo da busca, então os processos de aprendizado bem-sucedidos se excluem automaticamente da disciplina ... IA é a área de atuação que utiliza a computação para fazer com que as máquinas ajam de forma mais inteligente ou para, de alguma forma, ampliar a inteligência humana ... Não se trata de uma coleção específica de métodos ou de um estilo de programação. Qualquer técnica pode ser usada por um programa para fazer algo inteligente ou para demonstrar uma capacidade cognitiva. [Hayes and Ford 1995, pp. 976-977]

Por um lado, definições vagas para IA são confortáveis por oferecem espaço para acomodar as constantes mudanças na área. Por outro lado, o mundo atual exige definições precisas no contexto de regulação e legislação, o que tem atraído esforços de juristas e diplomatas. Por exemplo, temos a longa definição proposta pela UNESCO em 2022, parcialmente transcrita a seguir:

Os sistemas de IA são tecnologias de processamento de informações que integram modelos e algoritmos que produzem a capacidade de aprender e realizar tarefas cognitivas, as quais levam a resultados como a previsão e a tomada de decisões em ambientes reais e virtuais. Os sistemas de IA são projetados para operar com vários graus de autonomia por meio da modelagem e da representação de conhecimento e pela exploração de dados e cálculo de correlações. Os sistemas de IA podem incluir vários métodos, tais como, mas não se limitando a: (i) aprendizado de máquina, incluindo aprendizado profundo e aprendizado por reforço; e (ii) raciocínio de máquina, incluindo planejamento, programação, representação de conheci-

I Artificial Intelligence 1 Introduction 2 Intelligent Agents II Problem-solving 3 Solving Problems by Searching 4 Search in Complex Environments 5 Constraint Satisfaction Problems 6 Adversarial Search and Games III Knowledge, reasoning, and planning 7 Logical Agents 8 First-Order Logic 9 Inference in First-Order Logic 10 Knowledge Representation 11 Automated Planning IV Uncertain knowledge and reasoning 12 Quantifying Uncertainty 13 Probabilistic Reasoning 14 Probabilistic Reasoning over Time 15 Making Simple Decisions 16 Making Complex Decisions	IV Uncertain knowledge and reasoning (cont.) 17 Multiagent Decision Making 18 Probabilistic Programming V Machine Learning 19 Learning from Examples 20 Knowledge in Learning 21 Learning Probabilistic Models 22 Deep Learning 23 Reinforcement Learning VI Communicating, perceiving, and acting 24 Natural Language Processing 25 Deep Learning for NLP 26 Robotics 27 Computer Vision VII Conclusions 28 Philosophy, Ethics, and Safety of AI 29 The Future of AI Appendix A: Mathematical Background Appendix B: Notes on Languages and Algorithms
--	---

Figura 2. Sumário de AIMA [Russell and Norvig 1995], referência no ensino de IA.

mento e raciocínio, pesquisa e otimização. [UNESCO 2022]

Esta estratégia de definição, que procura *listar competências e aplicações*, tem sido frequentemente adotada por órgãos nacionais e internacionais.

Se pensarmos em competências relevantes para esta discussão, podemos enumerar a capacidade de representar conhecimento e raciocinar, de planejar e buscar soluções, de aprender a partir de variadas experiências — além de competências ligadas a interação com o ambiente, como aquelas ligadas a manipulação de linguagens e de imagens.

Obviamente, essas “macro”-competências podem ser divididas em inúmeros tópicos — o que pode levar a uma significativa fragmentação da área [Nilsson 1996], como já notado na seção anterior. Diante disso, um livro texto de amplo escopo, como por exemplo o já citado *Artificial Intelligence: A Modern Approach* [Russell and Norvig 1995], se vê com o encargo de cobrir uma grande variedade de assuntos e uma variedade de MTCs. A despeito da notória contribuição do livro texto de Russell e Norvig, sua estratégia didática pode não oferecer um guia convincente de unificação entre as MTCs envolvidas. Com efeito, pode-se argumentar que as classes de MTCs apresentadas em cada uma das partes II-V do livro (Figura 2) possuem menos unificação conceitual do que histórica: foram MTCs criadas e apresentadas *como* IA. Nesse caso, a perspectiva histórica permanece apenas implícita, embora seja ela o real critério capaz de justificar a seleção e o agrupamento de MTCs tão diversas.

Ademais, a definição de IA adotada por Russell e Norvig em seu livro texto distancia-se, em alguma medida, daquilo que se pode chamar a definição ‘clássica’ de IA articulada por [McCarthy et al. 1955] na proposta do seminário Dartmouth, a partir do critério do teste de Turing, a saber: “fazer uma máquina se comportar de modos que seriam chamados de inteligentes se um humano estivesse assim

se comportando.” Retendo o fundamento conceitual original do teste de Turing [Gonçalves 2024], esta definição clássica tinha na inteligência humana referência para avaliação do desempenho de um sistema de IA em certas tarefas cognitivas. Com AIMA, o critério definidor de IA é deslocado para uma noção abstrata, e talvez demasiado abrangente, da percepção de um ambiente e da realização de ações (racionalmente justificáveis) sobre o mesmo.¹

Esse deslocamento na definição de IA adotado por Russell e Norvig pode ser interpretado como uma tentativa de atenuar as referências antropomórficas da disciplina e, assim, conferir-lhe maior credibilidade científica. Por outro lado, essa escolha leva a uma perda que vale ressaltar à luz do quadrante inferior esquerdo do mapa conceitual, o quadrante conceitual e histórico. A seção seguinte vai nos permitir ilustrar a questão.

4. O Sistema Logic Theorist (1956) e o Conceito de Busca Heurística

Analisaremos aqui um tema relevante a nossa discussão, tomando a abordagem em AIMA como ponto de partida.

Em AIMA, seria no Capítulo 3, “Resolução de Problemas por Busca,”² que o(a)s estudantes conheceriam as inovações conceituais e metodológicas propostas por Newell e Simon. Essas inovações ocuparam posição central no Seminário de Dartmouth, em 1956, e foram decisivas para sua consagração como marco fundador da disciplina. Vale observar que AIMA apresenta o Seminário Dartmouth como “o nascimento da IA” [Russell and Norvig 1995, seção 1.3], e que o sistema Logic Theorist (LT) serviu como um paradigma da IA em seu início, por pelo menos dez anos [McCorduck 1979, Nilsson 2009, respectivamente, p. 114, p. 413].

Entretanto, pode-se argumentar, o Capítulo 3 de AIMA consiste em uma exposição abstrata de busca heurística como uma MTC já madura em seus aspectos analíticos, tendo sido desenvolvida ao longo de décadas de pesquisa não apenas em IA em específico, mas em ciência da computação de modo geral. O capítulo se lê mais como um texto de projeto e análise de algoritmos em geral, incluindo notas sobre classes de complexidade de algoritmos, do que um texto de IA em específico. Classes de complexidade, vale lembrar, surgiram apenas no início dos anos 1970 [Cook 1971], quinze anos depois do Logic Theorist [Newell and Simon 1956].

Uma rápida menção do capítulo ao Logic Theorist (LT), bem como ao sistema sucessor, o General Problem Solver [Newell et al. 1959] ocorre apenas na última seção, “Notas Bibliográficas e Históricas.” Por um lado, o Logic Theorist abordava a tarefa de prova automática de teoremas, que (nos anos 1950) se pensava requerer inteligência. Especificamente, LT demonstrou a capacidade de deduzir expressões lógicas de cálculo proposicional válidas extraídas de *Principia Mathematica* [Whitehead and Russell 1910]. O capítulo, por outro lado, aborda problemas de otimização do tipo Caixeiro Viajante obtidos de [Nilsson 1971]

¹Por exemplo, um robô aspirador doméstico satisfaz essa definição. Mas ele faria jus à disciplina proposta no Seminário Dartmouth? Faria jus “à IA ... prometida” [Wooldridge 2026]?

²“No qual vemos como um agente pode encontrar uma sequência de ações que atinja seus objetivos quando nenhuma ação isolada for suficiente” [Russell and Norvig 1995, trad. livre].

e [Pearl 1984]. Já nos anos 1970 e 1980, o conceito de busca informada por heurísticas, por exemplo na forma do algoritmo de busca ótima A^* [Nilsson 1971, pp. 57-71], era significativamente mais sofisticado do que a versão inicial introduzida pelo LT. O conceito original havia sido inspirado nas aulas de George Polya que Newell teria assistido em Stanford [Simon 1993, pp.252-3].

Diante disso, colocamos a questão: para além da versão abstrata da MTC ‘busca heurística’ desenvolvida em seus aspectos computacionais, não seria também promissora para o ensino de IA uma análise da versão original usada no Logic Theorist? É apropriado que estudantes de um curso de IA jamais tenham chance de conhecer o que se pretendia pelos inventores da MTC quando a propuseram no ano de nascimento da IA? Ainda, se a MTC passa a ser amplamente aplicada a problemas de computação em geral, em que medida ela permanece distintiva da IA ou central para seu ensino? Seria uma aula sobre busca heurística uma aula de IA ou uma aula de computação em geral? A questão pode ser ainda reforçada se refletimos sobre a relevância relativamente estreita de busca heurística para a IA hoje.

A transferência de MTCs da IA para a computação é um padrão recorrente. Esse padrão se relaciona com o conceito de “efeito IA,” que possui várias formulações. Por exemplo, há uma atribuída a John McCarthy: “Assim que funciona, ninguém mais chama de IA” [Meyer 2011]. Há outra anterior, atribuída a Bertram Raphael do Stanford Research Institute por [Michie 1971, p. 101]:

IA é um nome coletivo para problemas que ainda não sabemos como resolver adequadamente por computador. Assim que um sucesso convincente é alcançado em qualquer domínio específico, esse domínio é transferido, por consenso tácito, para uma categoria apropriada e estabelecida da ciência da computação – recuperação de informação ... linguística computacional, reconhecimento óptico de caracteres, e assim por diante, conforme o caso.

Nesse sentido, pode-se notar que AIMA opta por incluir no âmbito da IA quaisquer MTCs que tenham sido relevantes para o campo – usando a herança histórica de maneira implícita –, bem como por reiterar a definição de IA apresentada na nota de rodapé acima, ainda que exponha as MTCs sob um enfoque computacional abstrato e geral, em contraste com uma abordagem contextualizada e aplicada.

Essa lacuna exemplificada por AIMA permite sugerir o valor de uma abordagem conceitual e histórica (Figura 1, quadrante inferior esquerdo) para o ensino de IA. Para além de AIMA, cumpre analisar também a dimensão de oposição entre o quadrante inferior esquerdo e o quadrante superior direito (moderno e prático), cujo apelo seja talvez mais óbvio, sobretudo na formação rápida de estudantes para o mercado de trabalho.

5. Limitações Relativas do Moderno e Prático

Tipicamente, livros texto para cursos de ciências exatas são organizados priorizando o treinamento eficiente do(a)s estudantes. Mas o caso específico da IA, onde se observa a coexistência de MTCs muito diversas e o “efeito IA,” coloca

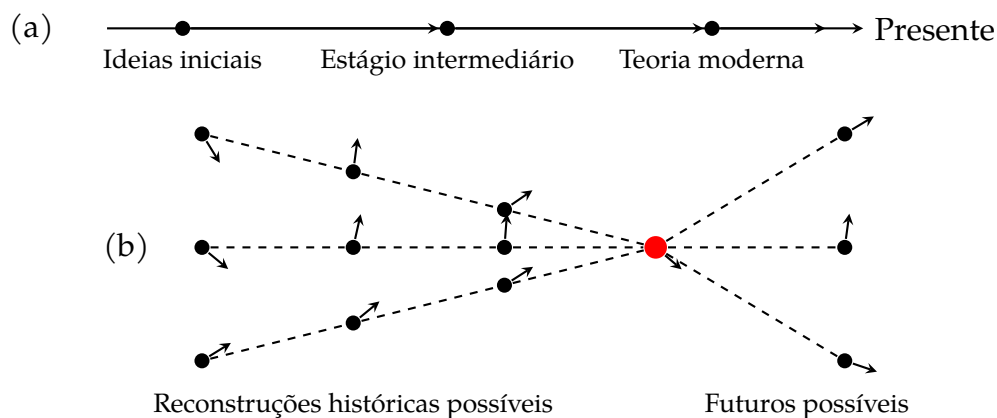


Figura 3. (a) Passado reconstruído como progresso linear em direção ao presente. (b) Perspectiva pluralista da história, que analisa cada avanço técnico como orientado para o futuro em seu contexto específico.

uma dificuldade adicional: como selecionar o que é mais eficiente para se ensinar IA rápido, seja em nível de graduação ou pós-graduação? Vale observar que AIMA se apresenta como uma abordagem moderna, mas seu esforço para abranger também técnicas históricas o situa mais próximo do centro no eixo vertical (Figura 1). Essa amplitude resulta em uma obra com mais de mil páginas, o que torna inviável, na prática, sua adoção integral em um único curso.

Diante disso, alguém poderia argumentar: por que não se concentrar na MTC talvez mais efetiva no momento, i.e., aprendizado profundo? De fato, existem livros-texto recentes disponíveis com foco em aprendizado profundo, por exemplo, [Bishop and Bishop 2024, Goodfellow et al. 2016]. Embora não se refiram explicitamente a “inteligência artificial” no título, podemos situá-los no quadrante conceitual e moderno em posição ao extremo do eixo vertical. Mas isso seria suficiente para ensinar IA? Pelos motivos discutidos na Seção 3, uma abordagem de ensino que não contemple a abrangência da IA pode não ser capaz de transmitir o que a constitui como disciplina.

Assim, pode-se motivar a aplicação de uma metodologia mais sofisticada do ponto de vista da história e do ensino de ciência [Chang 1999]. Com relação a metodologia de pesquisa histórica, a perspectiva típica de livros-texto como os mencionados acima (mas também, em menor medida, AIMA) é dita “Whig-gish” [Chang 2021], por adotar uma certa visão histórica, a saber, o passado é reconstruído retrospectivamente como progresso linear em direção ao presente (Figura 3, (a)). Por exemplo, na IA, seria como abrir mão do ensino de um avanço técnico como busca heurística simplesmente porque ele não contribuiu diretamente para o desenvolvimento de aprendizado profundo. A história da IA seria reconstruída então de maneira simplificada sob o viés da MTC mais efetiva ou hegemônica em cada momento presente, descartando MTCs e outros elementos com os quais não se pode conectá-la.

Porém, há um problema com essa visão: não se pode prever as direções futuras de uma disciplina científica. Assim, a cada momento, seria preciso re-

interpretar a história da disciplina e recontá-la novamente sob o viés das últimas tendências do campo. No caso da IA, com suas MTCs diversas coexistindo, esse problema se torna ainda mais dramático. Uma abordagem mais promissora, pode-se argumentar, é explorar cada avanço técnico considerado relevante em seu próprio contexto, olhando para o futuro a partir do mesmo (Figura 3, (b)). Desse modo, pode-se explorar com riqueza de detalhes os reais desafios superados por cada avanço técnico. Por exemplo, o Logic Theorist oferece uma valiosa oportunidade para se apresentar não apenas o conceito nascente de busca heurística, mas também o conceito abrangente de IA – nesse caso, por que aquele sistema foi uma IA? E por que o critério acerca do que se qualificava como IA, digamos, uma década depois (no caso, um sistema especialista), se deslocou. Essa seria, novamente, uma potencialidade do quadrante inferior esquerdo, conceitual e histórico.

Para além da estruturação de um curso de IA via listas de MTCs ou competências (Seção 3), é sem dúvida possível também organizar um programa e arcabouço metodológico para o ensino da IA que leve em conta os desafios expostos aqui descritos.

6. Linha do Tempo e Recortes Expositivos no Ensino de IA

Para além do desejo de dar sentido unificado às diversas metodologias e técnicas de computação (MTCs) através de uma definição de IA coerente com o passado mas também atual e promissora como guia para o futuro, pode-se desenhar uma abordagem original para cobrir lacunas de AIMA e contemplar elementos que se pode considerar constitutivos para explicar o que é a IA. Ou seja, contemplar elementos como a relação da IA com poder computacional e hardware [McCarthy 1997, Sutton 2019], com métodos de avaliação [Liberman and Wayne 2020], com fenômenos observados como ‘efeito ELIZA’ [Weizenbaum 1966] e ‘efeito IA’ [Michie 1971, Meyer 2011], com dúvidas levantadas em ‘invernos da IA’ [McDermott et al. 1985], com fundamentos conceituais influentes implementados pelas MTCs — heurística [Newell and Simon 1956], conhecimento e o gargalo de sua aquisição [Feigenbaum 1980], incerteza [Baum and Petrie 1966], retropropagação [Rumelhart et al. 1986], hipótese distribucional [Harris 1954], atenção [Vaswani et al. 2017].

A Figura 4 apresenta uma linha do tempo de trabalho da IA que poderia fornecer ao(à)s estudantes uma visão geral do desenvolvimento do campo e funcionar como um mapa conceitual ao longo do curso. O objetivo aqui não é a consolidação de uma linha do tempo específica, mas ilustrar possibilidades didáticas originais para o ensino de IA.

Seguindo a estruturação de AIMA em alguns aspectos, ilustramos a seguir uma organização modular possível para um curso hipotético, isto é, recortes expositivos correspondendo a agrupamentos de certos elementos da linha do tempo:

1. *Introdução*. Visão geral; apresentação da proposta pedagógica do curso, com suas prioridades e limitações. Apresentação da linha do tempo como mapa para o desenvolvimento do campo e como índice para os módulos (recortes expositivos) do curso.

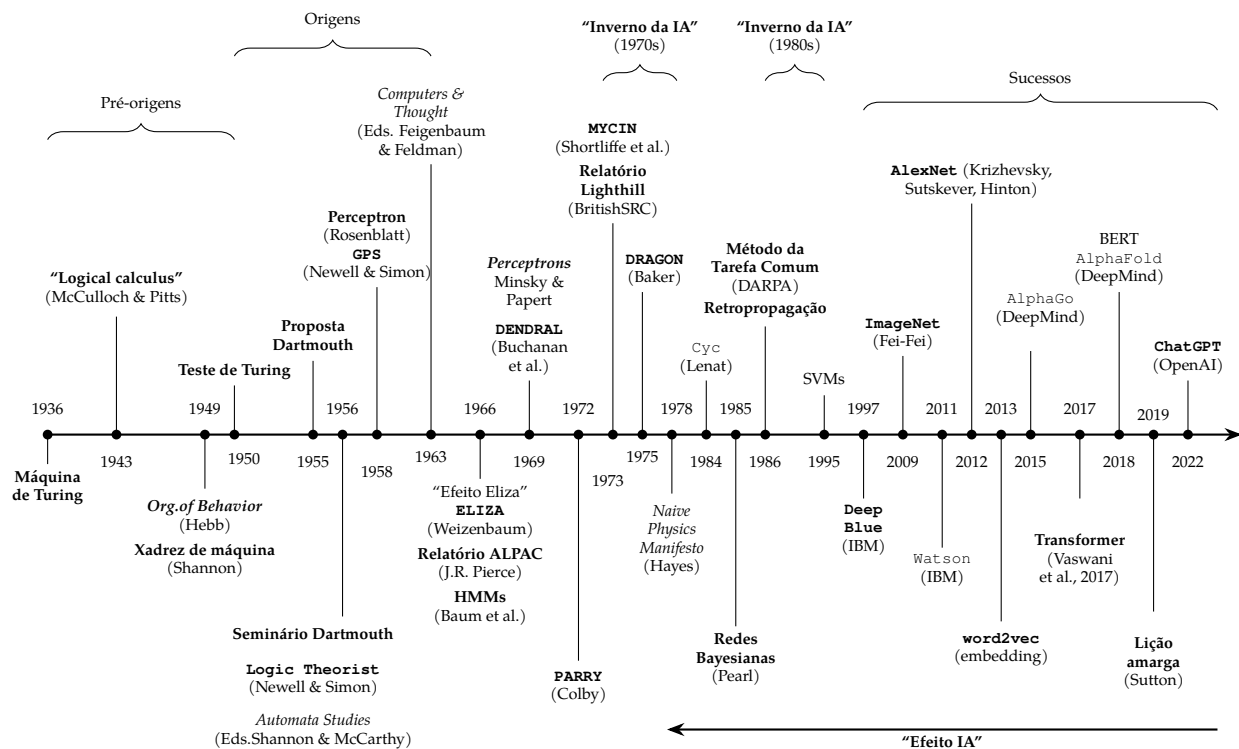


Figura 4. Linha do tempo de trabalho do desenvolvimento da IA. Os elementos destacados em negrito são agrupados em certos módulos específicos que poderiam compor um curso de IA, e.g., Origens := {Máquina e teste de Turing, e Proposta e Seminário Dartmouth}, enquanto os outros elementos compõem o pano de fundo geral.

2. *Origens.* Máquina e teste de Turing, Proposta e Seminário Dartmouth. Apresentação de conceitos e eventos fundantes para o campo. Destaca-se como a máquina e o teste de Turing exerceram forte influência nos proponentes do Seminário Dartmouth; e como o evento foi, com relação a resultados, dominado pela participação de Newell e Simon. (Vale notar que os elementos aqui descritos constituem um agrupamento diagonal, {Máquina e teste de Turing, e Proposta e Seminário Dartmouth}.)
3. *Busca heurística.* Logic Theorist, GPS, prova automática de teoremas, *Principia Mathematica*, resolução humana de problemas, explosão combinatória, análise de meios e fins.
4. *Efeito ELIZA.* PARRY. Distinção entre construir uma máquina para ser inteligente e para parecer inteligente. Regras de decomposição e recomposição. Antropomorfização da máquina. Relação dual com “efeito IA.”
5. *Conhecimento.* DENDRAL, MYCIN, engenharia de conhecimento, gargalo da aquisição de conhecimento, base de conhecimento, sistema de diagnóstico baseado em regras, sistemas especialistas.
6. *Incerteza.* Probabilidades condicionais, HMMs, sistema DRAGON de reconhecimento de voz, Redes Bayesianas, d-separação, raciocínio incerto e probabilístico.
7. *Redes neurais.* Cálculo lógico de McCulloch & Pitts, Aprendizado Hebbiano, perceptron, problema XOR, retropropagação.

8. “*Inverno da IA.*” Relatório ALPAC, Glamour e decepção, Relatório de Lighthill, Método da Tarefa Comum (DARPA), “Teste de Turing Considerado Nocivo.”
9. “*Efeito IA.*” Jogo de xadrez e seu espaço de busca, Deep Blue em hardware dedicado, Lição amarga. O xadrez como uma atividade que se considerava requerer inteligência e a derrota do campeão mundial Gary Kasparov.
10. *Aprendizado Profundo 1.* ImageNet como benchmark de grande escala, AlexNet, rede neural convolucional.
11. *Linguagem.* Hipótese distribucional, word2vec (embedding, ou representação numérica e vetorial de palavras), modelos de linguagem de grande escala, GPTs.
12. *Aprendizado Profundo 2.* Transformer, mecanismo de atenção, ChatGPT, Aprendizado por reforço com feedback humano, IA de propósito geral.

Vale destacar que os recortes expositivos descritos acima, agrupando elementos da linha do tempo, enfatizam aspectos históricos e fundamentos conceituais considerados constitutivos para a caracterização do que foi e o que é a IA. Vale notar ainda que essa característica da proposta reside no conjunto e na metodologia. Não se trata de algo vulnerável a eventuais mudanças locais em elementos particulares da linha do tempo utilizada; ou seja, não depende de sua versão exata.

De fato, diferentes cursos localizados em pontos diferentes do plano indicado na Figura 1 podem dar diferentes ênfases, reservando diferentes quantidades de tempo, para os módulos acima indicados.

7. Conclusão

Neste artigo discutimos o problema do ensino da inteligência artificial no âmbito de um curso universitário introdutório. Consideramos abordagens diversas para o ensino de IA, estruturadas em dois eixos de um mapa conceitual (Figura 1), um eixo que indica se o curso é mais prático e instrumental ou teórico e conceitual, e outro que indica se o curso prioriza aspectos históricos e tradicionais da disciplina ou aspectos modernos em evidência no momento.

O quadrante inferior esquerdo do mapa, de orientação conceitual e histórica, corresponde ao enfoque mais humanístico para o ensino de IA, sendo talvez o menos enfatizado em cursos de IA oferecidos em ciência da computação e engenharias. Justamente porque seu valor pode ser menos evidente nesses contextos, procuramos ressaltar suas potencialidades, sem prejuízo do quadrante oposto, moderno e prático, cujo apelo tende a ser mais imediato.

Em trabalhos futuros, pretendemos explorar outros aspectos do mapa conceitual apresentado, detalhando e analisando outros quadrantes, inclusive abordagens situadas mais à direita e acima no mapa.

Agradecimentos

BG recebeu apoio do Instituto de Inteligência Artificial do Laboratório Nacional de Computação Científica (IIA-LNCC) associado ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI); do CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), processo 402393/2026-0; e da FAPERJ (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro), processo E-26/210.511/2025, Jovem

Pesquisador Fluminense. FGC recebeu apoio parcial da bolsa CNPq 305753/2022-3 e agradece ao Centro de Inteligência Artificial da Universidade de São Paulo (C4AI-USP), com apoio tanto da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP, processo 2019/07665-4) quanto da IBM Corporation.

Referências

- Baum, L. E. and Petrie, T. (1966). Statistical inference for probabilistic functions of finite state markov chains. *Ann. Math. Statist.*, 37:1554–1563. <http://dx.doi.org/10.1214/aoms/1177699147>.
- Bishop, C. M. and Bishop, H. (2024). *Deep Learning: Foundations and Concepts*. Springer, Cham.
- Chang, H. (1999). History and philosophy of science as a continuation of science by other means. *Sci. & Educ.*, 8:413–425. <https://doi.org/10.1023/A:1008650325798>.
- Chang, H. (2021). Presentist history for pluralist science. *J. Gen. Philos. Sci.*, 52:97–114. <https://doi.org/10.1007/s10838-020-09512-8>.
- Cook, S. (1971). The complexity of theorem-proving procedures. In *Proc. Third ACM Symposium on Theory of Computing (STOC'71)*, pages 151–158. <https://doi.org/10.1145/800157.805047>.
- Feigenbaum, E. A. (1984 [1980]). Knowledge engineering: The applied side of artificial intelligence. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 426(1):91–107. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1984.tb16513.x>.
- Gonçalves, B. (2024). Turing’s test, a beautiful thought experiment. *IEEE Ann. Hist. Comput.*, 46(3):36–49. <https://doi.org/10.1109/MAHC.2024.3432278>.
- Goodfellow, I., Bengio, Y., and Courville, A. (2016). *Deep Learning*. MIT Press, Cambridge, MA.
- Harris, Z. S. (1954). Distributional structure. *Word*, 10(23):146–162. <https://doi.org/10.1080/00437956.1954.11659520>.
- Hayes, P. and Ford, K. (1995). Turing test considered harmful. In *Proc. IJCAI*, pages 972–977. <https://www.ijcai.org/Proceedings/95-1/Papers/125.pdf>.
- Lieberman, M. and Wayne, C. (2020). Human language technology. *AI Mag.*, 41(2):22–35. <https://doi.org/10.1609/aimag.v41i2.5297>.
- McCarthy, J. (1997). AI as sport. *Science*, 276(5318):1518–1519. <https://doi.org/10.1126/science.276.5318.1518>.
- McCarthy, J., Minsky, M. L., Rochester, N., and Shannon, C. (2006 [1955]). A proposal for the Dartmouth summer research project on artificial intelligence, August 31, 1955. *AI Mag.*, 27(4):1–12. <https://doi.org/10.1609/aimag.v27i4.1904>.

- McCorduck, P. (2004 [1979]). *Machines Who Think Machines Who Think: A Personal Inquiry into the History and Prospects of Artificial Intelligence*. A K Peters, Natick, MA.
- McDermott, D., Waldrop, M. M., Schank, R., Chandrasekaran, B., and McDermott, J. (1985). The dark ages of AI: A panel discussion at AAAI-84. *AI Mag.*, 6(3):122–134. <https://doi.org/10.1609/aimag.v6i3.494>.
- Meyer, B. (2011). John McCarthy. <https://cacm.acm.org/blogcacm/john-mccarthy/>. *Comm. ACM*.
- Michie, D. (1971). Formation and execution of plans by machine. In *Artificial Intelligence and Heuristic Programming*, pages 101–124. University Press, Edinburgh.
- Newell, A., Shaw, J., and Simon, H. (1960 [1959]). Report on a general problem solving program for a computer. In *Proc. International Conference on Information Processing*, pages 256–264. Paris.
- Newell, A. and Simon, H. (1956). The logic theory machine—a complex information processing system. *IRE Transactions on Information Theory*, 2(3):61–79. <https://doi.org/10.1109/TIT.1956.1056797>.
- Nilsson, N. J. (1971). *Problem Solving Methods in Artificial Intelligence*. McGraw-Hill, NY.
- Nilsson, N. J. (1996). Artificial Intelligence: A modern approach: Stuart Russell and Peter Norvig, (Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1995); xxviii + 932 pages. *Artif. Intell.*, 82(1-2):369–380. [https://doi.org/10.1016/0004-3702\(96\)00007-0](https://doi.org/10.1016/0004-3702(96)00007-0).
- Nilsson, N. J. (2009). *The Quest for Artificial Intelligence: A History of Ideas and Achievements*. University Press, Cambridge.
- Pearl, J. (1984). *Heuristics: Intelligent Search Strategies for Computer Problem Solving*. Addison-Wesley, Boston.
- Rich, E. and Knight, K. (1991). *Artificial Intelligence*. McGraw-Hill, New York.
- Rumelhart, D. E., Hinton, G. E., and Williams, R. J. (1986). Learning representations by back-propagating errors. *Nature*, 323:533–536. <https://doi.org/10.1038/323533a0>.
- Russell, S. J. and Norvig, P. (2022 [1995]). *Artificial intelligence: a modern approach*. Prentice Hall Series in Artificial Intelligence. Pearson, New Jersey, global edition edition.
- Simon, H. A. (1993). Allen Newell: the entry into complex information processing. *Artif. Intell.*, 59(1-2):251–259. [https://doi.org/10.1016/0004-3702\(93\)90193-F](https://doi.org/10.1016/0004-3702(93)90193-F).
- Sutton, R. (2019). The Bitter Lesson. <http://www.incompleteideas.net/IncIdeas/BitterLesson.html>. Acesso 30.mar.2026.
- UNESCO (2022). *Recomendação sobre a ética da inteligência artificial*. UNESCO, Paris. Aprovada em 23 de novembro de 2021.

- Vaswani, A. et al. (2017). Attention is all you need. *Adv. Neural Inf. Process. Syst.*, 30:5998–6008. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1706.03762>.
- Weizenbaum, J. (1966). ELIZA: a computer program for the study of natural language communication between man and machine. *Comm. ACM*, 9(1):36–45. <https://doi.org/10.1145/365153.365168>.
- Whitehead, A. N. and Russell, B. (1910). *Principia Mathematica* (Vols 1-3). University Press, Cambridge.
- Wooldridge, M. (2026). Michael Faraday Prize Lecture: This is not the AI we were promised. <https://royalsociety.org/science-events-and-lectures/2026/02/faraday-prize-lecture/>. Lecture delivered by Michael Wooldridge; Royal Society event, London and online, 18:30–19:30.

ORCIDs

Bernardo Gonçalves:  <https://orcid.org/0000-0003-2794-8478>;
Fabio G. Cozman:  <https://orcid.org/0000-0003-4077-4935>.

Declaração de contribuição dos autores

Bernardo Gonçalves: Conceituação, Captação de Recursos, Investigação, Metodologia, Administração do Projeto, Redação – Preparação do Rascunho Original, Redação – Revisão e Edição.

Fabio G. Cozman: Conceituação, Captação de Recursos, Investigação, Metodologia, Administração do Projeto, Validação, Redação – Preparação do Rascunho Original, Redação – Revisão e Edição.

Declaração de conflito de interesses

Os autores declaram que não há conflito de interesses na elaboração e publicação deste artigo.

Declaração de disponibilidade de dados

Este trabalho é de natureza conceitual, não tendo coletado ou produzido dados.

Declaração de uso de inteligência artificial

As imagens da Figura 1 e da Figura 3 foram geradas com uso de inteligência artificial GPT 5.5.

Este preprint foi submetido sob as seguintes condições:

- Os autores declaram que os necessários Termos de Consentimento Livre e Esclarecido de participantes ou pacientes na pesquisa foram obtidos e estão descritos no manuscrito, quando aplicável.
- Os autores declaram que a elaboração do manuscrito seguiu as normas éticas de comunicação científica.
- Os autores declaram que estão cientes que são os únicos responsáveis pelo conteúdo do preprint e que o depósito no SciELO Preprints não significa nenhum compromisso de parte do SciELO, exceto sua preservação e disseminação.
- Os autores declaram que os dados, aplicativos e outros conteúdos subjacentes ao manuscrito estão referenciados.
- O manuscrito depositado está no formato PDF.
- Os autores declaram que a pesquisa que deu origem ao manuscrito seguiu as boas práticas éticas e que as necessárias aprovações de comitês de ética de pesquisa, quando aplicável, estão descritas no manuscrito.
- Os autores declaram que uma vez que um manuscrito é postado no servidor SciELO Preprints, o mesmo só poderá ser retirado mediante pedido à Secretaria Editorial do SciELO Preprints, que afixará um aviso de retratação no seu lugar.
- Os autores concordam que o manuscrito aprovado será disponibilizado sob licença [Creative Commons CC-BY](#).
- O autor submissor declara que as contribuições de todos os autores e declaração de conflito de interesses estão incluídas de maneira explícita e em seções específicas do manuscrito.
- Os autores declaram que o manuscrito não foi depositado e/ou disponibilizado previamente em outro servidor de preprints ou publicado em um periódico.
- Caso o manuscrito esteja em processo de avaliação ou sendo preparado para publicação mas ainda não publicado por um periódico, os autores declaram que receberam autorização do periódico para realizar este depósito.
- O autor submissor declara que todos os autores do manuscrito concordam com a submissão ao SciELO Preprints.