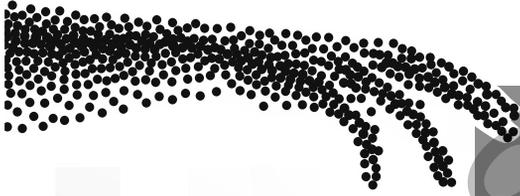


FUNDAMENTOS DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

AMOSTRA



AMOSTRA



RICARDO MURER

**FUNDAMENTOS DA
INTELIGÊNCIA
ARTIFICIAL**

O FUTURO É AGORA

**Conceitos, melhores práticas e
plataformas para mergulhar
na revolução digital**



ALTA BOOKS
GRUPO EDITORIAL
Rio de Janeiro, 2024

Fundamentos da Inteligência Artificial

Copyright © 2025 STARLIN ALTA EDITORA E CONSULTORIA LTDA.

Alta Books é uma empresa do Grupo Editorial Alta Books (Starlin Alta Editora e Consultoria LTDA).

Copyright © 2025 Ricardo Murer.

ISBN: 978-85-508-2509-0

Impresso no Brasil – 1ª Edição, 2025 – Edição revisada conforme o Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa de 2009.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(BENITEZ Catalogação Ass. Editorial, MS, Brasil)

M95f
1.ed. Murer, Ricardo
Fundamentos da inteligência artificial :
o futuro é agora / Ricardo Murer. - 1.ed. -
Rio de Janeiro : Alta Books, 2025.
144 p. ; 15,7 x 23 cm.
ISBN 978-85-508-2509-0
1. Chatbot (Programa de computador).
2. ChatGPT. 3. Inteligência artificial - Estudo
e ensino. 4. Inteligência artificial -
Fundamentos. 5. Inteligência artificial -
Inovações tecnológicas. 6. Tecnologia.
I. Título.

10-2024/186

CDD 006.3

Índice para catálogo sistemático:

1. Inteligência artificial : Fundamentos 006.3

Aline Grazielle Benitez - Bibliotecária - CRB-1/3129

Todos os direitos estão reservados e protegidos por Lei. Nenhuma parte deste livro, sem autorização prévia por escrito da editora, poderá ser reproduzida ou transmitida. A violação dos Direitos Autorais é crime estabelecido na Lei nº 9.610/98 e com punição de acordo com o artigo 184 do Código Penal.

O conteúdo desta obra fora formulado exclusivamente pelo(s) autor(es).

Marcas Registradas: Todos os termos mencionados e reconhecidos como Marca Registrada e/ou Comercial são de responsabilidade de seus proprietários. A editora informa não estar associada a nenhum produto e/ou fornecedor apresentado no livro.

Material de apoio e erratas: Se parte integrante da obra e/ou por real necessidade, no site da editora o leitor encontrará os materiais de apoio (download), errata e/ou quaisquer outros conteúdos aplicáveis à obra. Acesse o site www.altabooks.com.br e procure pelo título do livro desejado para ter acesso ao conteúdo.

Suporte Técnico: A obra é comercializada na forma em que está, sem direito a suporte técnico ou orientação pessoal/exclusiva ao leitor.

A editora não se responsabiliza pela manutenção, atualização e idioma dos sites, programas, materiais complementares ou similares referidos pelos autores nesta obra.

Grupo Editorial Alta Books

Produção Editorial: Grupo Editorial Alta Books
Diretor Editorial: Anderson Vieira
Editor da Obra: J. A. Ruggeri
Vendas Governamentais: Cristiane Mutus
Gerência Comercial: Claudio Lima

Produtora Editorial: Ana Clara Tambasco
Revisão: Ederli Fortunato e Paulo Aragão
Diagramação: Rita Motta
Capa: Lorrain Candido



Rua Viúva Cláudio, 291 – Bairro Industrial do Jacaré
CEP: 20.970-031 – Rio de Janeiro (RJ)
Tels: (21) 3278-8069 / 3278-8419
www.altabooks.com.br – altabooks@altabooks.com.br
Ouvidoria: ouvidoria@altabooks.com.br





Agradecimentos

Em minhas reflexões, penso que nada em minha vida seria possível sem os caminhos para o conhecimento abertos por meus pais Lydia e Mario Murer (*in memoriam*). Devo a eles minha paixão por aprender, por ensinar e a minha biblioteca. Agradeço de coração à minha esposa Fabiana, uma pessoa admirável e inteligente, que sempre me incentivou a seguir meus objetivos de vida.

Agradeço também aos amigos: Antonio Higino Viegas, Paulo Cunha, João Rocha, Ismael Rodrigues, Luis Fernando Palermo, Mateus Nicácio, Hilton Takashi, Evaldo Matheus, Julio Flávio de Souza, Marcelo Alves e Arnaldo Leite. Nossas conversas são sempre fonte de inspiração e motivação adicional para que eu siga em minha jornada em busca de conhecimento.

Este livro não seria possível sem a dedicada revisão, sugestões e correções da Profa. Dra. Sabrina Oliveira, coordenadora do curso de Ciência de Dados e Inteligência Artificial do IBMEC BH e Hugo Harada, PhD em Estatística e *Chief Data Officer* da Ânima Educação. A eles devo uma quantidade de obrigados semelhante ao número de neurônios que tenho no meu cérebro!

MUITO OBRIGADO!

R. Murer

AMOSTRA



Sumário

Prefácio	1
Introdução.....	3

PARTE 1

As Revoluções Tecnológicas	13
A Quinta Revolução Digital.....	19

PARTE 2

Algoritmos	27
Dados e Big Data	31
Computação em Nuvem.....	38
Inteligência Artificial	42
Cérebro e Neurônios	50
Aprendizado de Máquina.....	59
Fluxo de trabalho de Aprendizado de Máquina ...	66
Equipe de Dados.....	71

Aprendizado Profundo	76
Inteligência Artificial Generativa	82
Engenharia de Prompt	91

■ ■ ■

PARTE 3

Ética Computacional	97
Responsabilidade.....	103
Privacidade.....	104
Trabalho e desemprego	105
Direitos autorais.....	106
<i>Bias</i> ou Viés.....	107

■ ■ ■ ■

PARTE 4

Plataformas	113
<i>Low-code/No-code</i>	115
Automação – AutoML.....	117
Conclusão	121
Bibliografia	123
Índice	131



Prefácio

O avanço exponencial do uso de Inteligência Artificial (IA) e a difusão de sua usabilidade tornam essencial a desmistificação de como uma ferramenta pode se tornar tão poderosa, capaz de enriquecer a vida de profissionais em todas as áreas, tornando-a compreensível e aplicável para aqueles que desejam aproveitar seu potencial.

Durante anos, tenho mergulhado nas profundezas das implementações em IA, tanto como pesquisadora quanto como entusiasta. Mas sempre senti falta de uma literatura consistente que conseguisse apresentar uma abordagem passo a passo da evolução, não somente da Inteligência Artificial, mas também da tecnologia em si, e que também fosse capaz de apresentar seus princípios fundamentais, sem a necessidade de um conhecimento técnico prévio ou de se aventurar em sua complexidade de modelos estatísticos e de programação. A ênfase em mostrar como a IA se insere em nosso contexto histórico — suas possíveis bases metodológicas, seus impactos em questões éticas e sociais e como ela pode ser incorporada de forma consciente nos mais diversos campos de atuação para impulsionar a inovação e melhorar a eficiência —, é brilhantemente apresentada neste livro, de forma acessível, consciente e eficiente.

Espero que a obra inspire todos os seus leitores a abraçarem a IA como uma ferramenta valiosa, independentemente de sua área de atuação.

Aproveitem esta jornada. Ao final, a IA estará ao seu alcance para que, a partir de agora, você possa explorar seu potencial ilimitado.

Profa. Dra. Sabrina Oliveira

Coordenadora do curso de Ciência de Dados
e Inteligência Artificial do IBMEC BH

AMOSTRA



Introdução

Nos último vinte anos, sempre estive envolvido com a criação e desenvolvimento de produtos e serviços inovadores. A jornada da inovação, até dez anos atrás, era basicamente entregar uma nova experiência digital para os clientes, algo mais rápido, de menor custo e com uma interface mais amigável. Até então, não se falava no momento da concepção dos produtos ou serviços inovadores de tecnologias, técnicas ou algoritmos de inteligência artificial (IA).

Entretanto, desde os anos 2000, o mundo entraria numa nova revolução, desta vez promovida pelas plataformas de mídias sociais, em especial Facebook, Instagram e YouTube, que começaram a explorar dados em larga escala (o *Big Data*, o qual vou detalhar no capítulo “Dados e Nuvem”) usando de algoritmos baseados em IA para personalizar as experiências de seus usuários e promover campanhas de seus anunciantes com base nas preferências destes, aumentando significativamente suas receitas. Pela primeira vez, aplicações baseadas em IA começavam a ganhar popularidade. Usar dados dos usuários não era algo bem visto em todos os países do mundo, em especial na Europa, onde milhares de pessoas estavam descontentes, sentindo que sua privacidade havia sido violada pelas plataformas de mídias sociais. Esse uso indevido dos dados pessoais dos usuários culminou na publicação, em maio de 2018, pela União Europeia, da *General Data Protection Regulation* (GDPR), um conjunto de leis para proteção de dados dos usuários, o que

pode ser considerado o primeiro movimento sério de uma organização política à favor da proteção dos dados dos cidadãos. O Brasil não ficaria atrás, e publicaria seu marco normativo de proteção dos dados, a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), em 14 de agosto de 2018.

Enquanto Facebook e outras plataformas buscavam meios de convivência pacífica com as leis de proteção de dados, as organizações privadas e instituições públicas iniciaram um movimento para compreender melhor as capacidades da IA e como utilizá-las para inovar, a partir do uso de dados e algoritmos mais sofisticados. Empresas criaram áreas dedicadas para IA e milhares de *startups* surgiram com soluções baseadas em Aprendizado de Máquina (uma subárea da IA) e, mais recentemente, Aprendizado Profundo e Inteligência Artificial Generativa (IA Generativa). Hoje, falar em inovação é o mesmo que falar em IA. Abriram a caixa de Pandora!

Para aqueles que já estavam na área de IA, tudo o que estava acontecendo não era recebido como grande novidade, pois há muito tempo os pesquisadores já haviam escrito sobre o futuro, entre estes o matemático, criptoanalista e cientista computacional Alan Turing que, em 1950, escreveu o que é considerado o primeiro artigo sobre o tema. O termo “inteligência artificial”, entretanto, foi definido no verão de 1956, numa conferência que ocorreu no Dartmouth College, nos Estados Unidos. Nas salas dessa universidade, nesse momento único, estiveram reunidos alguns dos mais brilhantes matemáticos e cientistas computacionais da área: John McCarthy, Marvin Minsky, Nathaniel Rochester e Claude Shannon. Alan Turing (por quem tenho profunda admiração) não estava presente, pois havia falecido dois anos antes. Condenado em seu país natal, a Inglaterra, sob acusação de homossexualidade — o que era considerado crime naquele tempo —, Turing foi submetido à castração química. Privado de seus direitos e humilhado pelas autoridades britânicas, Turing cometeu suicídio em 7 de junho de 1954. Um dos maiores gênios da ciência computacional, pai da IA, teve um fim demasiado triste e inaceitável. Penso que ele teria sido um dos expoentes da conferência no Dartmouth College, pois estava muito à frente de seu tempo.

Como cientista computacional, tive contato com IA na década de 1980, ainda estudante universitário. Minha formação foi em linguagens recursivas, tais como Prolog e Lisp. Algo no mínimo, diferente, pois este

conceito de recursividade dava um nó na cabeça de estudantes como eu. A recursão na programação é como ter um conjunto de bonecas russas, aquelas que ficam uma dentro da outra, com cada boneca contendo uma menor dentro de si e assim por diante. Para encontrar a menor boneca, você precisa abrir uma boneca de cada vez até chegar à menor delas. Da mesma forma, na recursividade de Prolog e Lisp — essa última linguagem uma invenção de John McCarthy —, pegamos um problema grande e quebramos em subproblemas menores e aninhados. Resumindo, usamos técnicas de resolução de problemas que envolvem dividir tarefas em sub-tarefas menores, e vamos resolvendo iterativamente.

Essas linguagens, além de outros conceitos da época, não estavam muito em evidência, pois naquele tempo distante, a IA vivia um de seus “invernos”, período que teve início na década de 1970 e durou até o final da década de 1980. Durante esse tempo, a IA esteve bem desacreditada, pois havia falhado em cumprir suas promessas, em especial a de entregar sistemas capazes de realizar tarefas humanas de forma autônoma. O financiamento para projetos de IA era bem limitado e a área enfrentava limitações tecnológicas (como veremos neste livro, algoritmos e soluções baseadas em IA precisam de alto poder computacional para processar dados em grande escala). Tudo isso fez o interesse do público na IA ficar em baixa por muitos anos. Mesmo assim, após minha graduação, segui nos estudos, aprendendo e explorando diferentes ferramentas, plataformas e linguagens. De alguma forma, eu sabia que a IA tinha potencial para mudar o mundo e estava seguro de que entraríamos numa era de acelerado desenvolvimento de inovações baseadas em IA. Somente quando as plataformas de mídias sociais começaram a explorar de forma sistemática os dados disponíveis de seus clientes, a IA começou a renascer. Mesmo assim as iniciativas eram tímidas, quase inexistentes. Felizmente, no mundo acadêmico, centenas de pesquisadores com acesso a computadores de alta performance seguiram suas pesquisas. Mas dois fatores mudariam o cenário da IA e o mundo corporativo radicalmente: a chegada da computação em nuvem e a queda de custos para uso de tecnologias para processamento de dados. Finalmente, as condições ideais haviam chegado e eu ainda estava por aqui para aproveitar o momento.

Outra questão totalmente nova era que, ao contrário de outras tecnologias habilitadoras, tais como o *e-commerce* ou aplicativos móveis, a IA

trazia desdobramentos éticos numa escala nunca vista antes. Mas afinal, o que é ética? Como isso tem relação com a tecnologia da informação e em especial com a IA? Em busca de compreender melhor, além de ler livros sobre o tema, mergulhei nos estudos e obtive uma certificação em ética na Oxford University para me aprofundar no tema. De fato, estamos somente observando o começo de todos os problemas éticos que a IA trouxe com suas mais diferentes aplicações e usos. Algo ainda mais preocupante, é que a maioria das organizações atua de forma reativa, isto é, coloca no mercado seus sistemas ou serviços baseados em IA, para depois enfrentar as consequências públicas e jurídicas por ter violado algum princípio ético. Não por acaso, neste livro escrevi um capítulo denso onde abordei algumas das questões éticas atuais mais relevantes e descrevo como uma organização pode criar seu “guia de princípios éticos” para agir, de forma preventiva, durante todas as fases de um projeto de produtos ou serviços baseado em IA, da concepção e desenvolvimento ao lançamento e monitoramento para, assim, evitar problemas com as leis vigentes, comprometer sua marca e, ainda pior, perder seus clientes.

Reconheço que escrever sobre IA não é tarefa das mais fáceis. Faz ao menos cinco anos que venho lendo livros, pesquisando, tomando notas, escrevendo artigos, participando de grupos de interesse, atuando em projetos e reunindo textos sobre o tema. Eu estava numa busca por encontrar uma narrativa que fosse capaz de conectar tudo o que acontecia na área. Cheguei à conclusão de que esta seria uma missão completamente impossível, digna de Ethan Hunt, pois a IA segue em franco desenvolvimento — posso dizer que toda semana há uma nova pesquisa publicada que poderá mudar profundamente alguma coisa em nossa sociedade. Mas um evento especial me levou a encarar o desafio de transformar em livro todo o conhecimento que eu vinha adquirindo nestes últimos anos: o convite para ministrar a aula magna no IBMEC em Belo Horizonte, para os alunos da pós-graduação. Fiquei inicialmente surpreso, mas acredito que professores e coordenadores, tendo assistido anteriormente uma de minhas palestras, e sabendo de minha paixão por ensinar (eu já fui professor universitário por oito anos!), decidiram me enviar o convite. Evidentemente, aceitei de imediato! Desafio aceito, arregacei as mangas e passei alguns finais de semana refletindo, pesquisando e preparando a aula. Tudo pronto, lá fui eu para cidade de Belo Horizonte, na sede do IBMEC.

Estava empolgadíssimo, com minha aula pronta, a qual dei o nome de “A Arte da Inovação”, onde a IA era o fio condutor da narrativa. Depois das apresentações, iniciei a aula e, à medida que seguia com minhas explicações, observava o interesse e a curiosidade crescente no olhar dos alunos e professores. Ao final, fui aplaudido por todos, muitos aplausos. Confesso que fiquei bem emocionado. Aquele foi um momento especial em minha carreira, uma experiência absolutamente incrível. Foi no exato momento em que veio um *insight*: “Se todos gostaram desta aula, por que não expandir para um público ainda maior?” Foi essa vontade que me motivou a revisitar meus textos, pesquisar mais a fundo e escrever este livro que agora você tem nas mãos.

Buckminster Fuller, arquiteto e inventor norte-americano, em seu livro *Critical Path* [sem publicação no Brasil] lançado em 1982, criou uma teoria chamada de “curva de duplicação do conhecimento”. Segundo sua teoria, em 1900 o conhecimento humano dobrava aproximadamente a cada 100 anos. Já no final de 1945, a taxa era a cada 25 anos. Em 1982, dobrava a cada 12 ou 13 meses e, em 2020, a cada 12 horas! Isto mesmo, 12 horas. A razão para esta escala exponencial está na forma como produzimos e consumimos conteúdos de todos os formatos hoje, no conforto de nossas casas, no ônibus, no trem ou no avião, por meio de *smartphones*. Saber usar este *momentum* digital a nosso favor é a chave para criarmos um futuro completamente diferente do que vivemos hoje. Sou daqueles que acredita que um livro é sem dúvida um dos meios mais efetivos de se passar conhecimento. Eu gostaria que este livro fosse capaz de transmitir o conhecimento mínimo necessário para que o leitor, sem uma base ou conhecimento de tecnologia, pudesse compreender os fundamentos e melhores práticas, e assim saber como iniciar uma jornada de inovação baseada em IA. Mais do que olhar para o futuro e escrever como um visionário, imaginando cenários possíveis, penso que este é um momento em que temos centenas de milhares de alunos e profissionais com interesse em aprender mais sobre IA, pois o assunto está em todos os lugares, das reuniões executivas, aos bares da cidade, das salas de aula, até as quadras de *beach tennis*, todo mundo está falando de IA, e ninguém quer ficar por fora.

O livro *Fundamentos da Inteligência Artificial* foi pensado e escrito para alunos e profissionais de diferentes áreas, com mínima ou nenhuma