

IA I

Inteligência Artificial Aplicada à Saúde

Fundamentos de Inteligência Artificial

Odontologia e cursos da área da saúde

Sumário

1. O que é (e o que não é) Inteligência Artificial
2. Uma breve história da IA
3. ELIZA: a máquina que parecia entender
4. Como a máquina 'pensa': algoritmos, busca e o minimax
5. Aprendizado de máquina: quando a máquina aprende com dados
6. Os grandes modelos de linguagem (LLMs) e os chatbots atuais
7. Vibe coding: programar conversando
8. IA na odontologia e na saúde: um panorama
9. Ética, limites e responsabilidade
10. Glossário

1. O que é (e o que não é) Inteligência Artificial

Inteligência Artificial (IA) é o campo da computação que busca construir sistemas capazes de realizar tarefas que, quando feitas por pessoas, exigiriam inteligência: reconhecer imagens, entender linguagem, tomar decisões, jogar, diagnosticar. Note que a definição fala em **tarefas**, e não em consciência ou em 'pensar como um humano'. A IA moderna é, essencialmente, matemática e estatística aplicadas em grande escala.

É útil separar dois conceitos. A **IA estreita** (ou fraca) resolve bem uma tarefa específica: detectar cáries em radiografias, transcrever áudio, sugerir a próxima palavra de uma frase. É a única que existe hoje. A **IA geral** (AGI), uma máquina com inteligência flexível comparável à humana em qualquer tarefa, permanece um objetivo de pesquisa, não uma realidade.

Também vale desfazer mitos comuns: a IA não 'entende' no sentido humano, não tem intenções nem sentimentos, e não é infalível — ela erra, e às vezes erra com muita confiança. Por outro lado, subestimá-la também é um erro: sistemas de IA já superam especialistas humanos em tarefas bem delimitadas, como a análise de certos exames de imagem.

Para refletir

Se um programa responde suas perguntas de forma convincente, isso prova que ele é inteligente? Guarde essa pergunta: ela atravessa toda a história da IA, do Teste de Turing ao ChatGPT.

2. Uma breve história da IA

Os fundadores (décadas de 1940–1950)

Em 1950, o matemático britânico **Alan Turing** publicou o artigo 'Computing Machinery and Intelligence', propondo o famoso **Teste de Turing**: se um juiz humano, conversando por texto, não consegue distinguir a máquina de uma pessoa, podemos dizer que a máquina 'pensa'. Em 1956, na conferência de **Dartmouth** (EUA), o termo 'Inteligência Artificial' foi cunhado por John McCarthy, marcando o nascimento oficial do campo.

Otimismo, sistemas especialistas e os 'invernos da IA'

As décadas seguintes alternaram euforia e frustração. Nos anos 1960 e 1970 surgiram os primeiros programas de conversa (como o ELIZA, tema do próximo capítulo) e os **sistemas especialistas**: programas com regras do tipo 'SE sintoma X E sinal Y, ENTÃO hipótese Z', usados inclusive em medicina (o MYCIN, para infecções). Quando as promessas exageradas não se concretizaram, o financiamento secou — foram os chamados **invernos da IA** (meados dos anos 1970 e final dos anos 1980).

Aprendizado de máquina e deep learning

A virada veio quando o campo trocou regras escritas à mão por **aprendizado a partir de dados**. Com mais dados digitais e computadores mais potentes, as **redes neurais artificiais** — inspiradas vagamente nos neurônios biológicos — renasceram. Em 2012, o **deep learning** (redes neurais profundas) revolucionou o reconhecimento de imagens. Marcos como o Deep Blue vencendo o campeão mundial de xadrez (1997) e o AlphaGo vencendo no jogo Go (2016) mostraram o poder da abordagem.

A era dos modelos generativos

Em 2017, pesquisadores do Google publicaram a arquitetura **Transformer**, base dos atuais **grandes modelos de linguagem** (LLMs). Em 2022, o lançamento do **ChatGPT** popularizou a IA generativa e tornou a tecnologia acessível a qualquer pessoa com um navegador — inclusive a profissionais de saúde sem formação em computação. É nesse momento histórico que esta disciplina se insere.

Linha do tempo essencial

1950 — Teste de Turing • 1956 — Conferência de Dartmouth • 1966 — ELIZA • anos 1970/80 — sistemas especialistas e invernos da IA • 1997 — Deep Blue • 2012 — deep learning em imagens • 2016 — AlphaGo • 2017 — Transformer • 2022 — ChatGPT e a IA generativa para todos.

3. ELIZA: a máquina que parecia entender

Em 1966, Joseph Weizenbaum, do MIT, criou o **ELIZA**, um programa que simulava uma conversa com um psicoterapeuta rogeriano. Seu funcionamento era simples: identificar palavras-chave na frase do usuário e devolver perguntas prontas, reorganizando o próprio texto da pessoa. Se o usuário escrevia 'Estou triste com minha mãe', o ELIZA respondia algo como 'Conte-me mais sobre sua mãe'.

O ELIZA não entendia absolutamente nada. Não havia significado, memória real ou raciocínio — apenas correspondência de padrões e substituição de palavras. E, ainda assim, muitos usuários se emocionavam e atribuíam compreensão e empatia ao programa. O próprio Weizenbaum ficou perturbado com isso e tornou-se um crítico do uso ingênuo da tecnologia.

Esse fenômeno ganhou nome: **efeito ELIZA** — a tendência humana de atribuir inteligência e intenção a sistemas que apenas manipulam símbolos de forma convincente. É uma lição atualíssima: os chatbots de hoje são incomparavelmente mais sofisticados, mas a pergunta 'parecer inteligente é o mesmo que ser inteligente?' continua aberta.

Atividade prática relacionada

Na atividade da disciplina, você vai gerar (por vibe coding) e executar um ELIZA simples em HTML no editor online. Ao testá-lo, observe: quais truques criam a ilusão de compreensão? Em que momento a ilusão se quebra?

4. Como a máquina 'pensa': algoritmos, busca e o minimax

Algoritmo: a receita

Um **algoritmo** é uma sequência finita e não ambígua de passos para resolver um problema — como uma receita de bolo ou um protocolo clínico. Todo software é feito de algoritmos. A IA clássica, em particular, tratou muitos problemas como **busca**: explorar sistematicamente as possibilidades até encontrar uma boa solução.

Jogos como laboratório

Jogos de tabuleiro foram o laboratório favorito da IA por décadas: têm regras claras, resultado mensurável e complexidade controlável. O **jogo da velha** é o exemplo didático perfeito: pequeno o suficiente para a máquina analisar todas as jogadas possíveis.

O algoritmo minimax

O **minimax** é a estratégia clássica para jogos de dois adversários. A ideia: antes de jogar, o computador simula mentalmente todas as sequências futuras de jogadas, assumindo que ele sempre escolherá o melhor para si (**maximizar** seu resultado) e que o oponente sempre escolherá o pior para ele (**minimizar**). Percorrendo essa 'árvore de possibilidades' de baixo para cima, o programa escolhe a jogada com a melhor garantia. No jogo da velha, o minimax completo nunca perde — no máximo empata.

O minimax ilustra um ponto importante: há inteligência de comportamento sem nenhum aprendizado. O programa não 'aprendeu' nada — ele apenas calcula exaustivamente. Em jogos gigantes como o xadrez, a busca exaustiva é impossível, e entram atalhos (podas, heurísticas) e, mais recentemente, o aprendizado de máquina.

Atividade prática relacionada

Você vai gerar por vibe coding um jogo da velha com minimax em HTML e executá-lo no editor online. Tente vencer o computador. Depois, peça à IA que explique, em linguagem simples, como o código decide a jogada.

5. Aprendizado de máquina: quando a máquina aprende com dados

O **aprendizado de máquina** (machine learning, ML) inverte a lógica da programação tradicional. Em vez de o programador escrever as regras, ele fornece **exemplos** (dados) e o algoritmo descobre as regras sozinho, ajustando parâmetros internos até acertar bem. É como formar um clínico: não damos a ele todas as regras do mundo, damos casos — e ele generaliza.

Os três grandes tipos

- **Aprendizado supervisionado:** os exemplos vêm com a resposta certa (radiografias rotuladas 'com cárie' / 'sem cárie'). O modelo aprende a mapear entrada → saída. É o tipo mais usado em saúde (diagnóstico por imagem, previsão de risco).
- **Aprendizado não supervisionado:** não há rótulos; o algoritmo encontra padrões e agrupamentos por conta própria (ex.: separar perfis de pacientes parecidos).
- **Aprendizado por reforço:** o sistema aprende por tentativa e erro, recebendo recompensas — foi assim que o AlphaGo se tornou imbatível.

Redes neurais e deep learning, sem fórmulas

Uma **rede neural artificial** é uma grande função matemática composta por camadas de unidades simples ('neurônios'), cada uma com pesos ajustáveis. Treinar a rede é ajustar milhões (ou bilhões) desses pesos para que a saída se aproxime da resposta desejada. Quando há muitas camadas, falamos em **deep learning**. Redes profundas são excelentes em dados complexos como imagens, som e texto — por isso dominam a IA em saúde.

Um alerta essencial: modelos aprendem o que está nos dados, inclusive os defeitos. Dados enviesados geram modelos enviesados. Se as radiografias de treino vieram de um único aparelho ou de um único perfil de paciente, o modelo pode falhar fora desse contexto. Em saúde, esse cuidado é ético, não apenas técnico.

6. Os grandes modelos de linguagem (LLMs) e os chatbots atuais

ChatGPT, Claude, Gemini e similares são **grandes modelos de linguagem** (LLMs): redes neurais gigantescas treinadas sobre volumes enormes de texto para uma tarefa aparentemente banal — **prever a próxima palavra** (tecnicamente, o próximo 'token'). Repetida bilhões de vezes sobre quase tudo que a humanidade escreveu, essa tarefa simples produz algo surpreendente: fluência, conhecimento aparente e capacidade de seguir instruções.

Após o treinamento básico, os modelos passam por refinamentos com avaliação humana para se tornarem úteis, seguros e conversacionais. O resultado lembra o ELIZA elevado a uma potência inimaginável — e o efeito ELIZA, claro, volta com força total.

O que os LLMs fazem muito bem

- Redigir, resumir, traduzir e reformular textos;
- Explicar conceitos em qualquer nível de profundidade;
- Gerar código de computador a partir de descrições em linguagem natural (a base do vibe coding);
- Apoiar brainstorming, estudo e organização de ideias.

O que exige cautela

- **Alucinações:** o modelo pode inventar fatos, referências bibliográficas e números com total confiança. Sempre verifique informações críticas;
- **Conhecimento datado:** o modelo conhece bem o que estava em seus dados de treino; eventos recentes podem estar ausentes (muitos hoje compensam com busca na web);
- **Dados sensíveis:** nunca insira dados identificáveis de pacientes em ferramentas que não tenham garantias contratuais de privacidade;
- **Não é fonte primária:** em trabalhos acadêmicos, o LLM ajuda a escrever e entender — mas as referências devem vir da literatura científica.

Regra de ouro

Trate o LLM como um estagiário brilhante, incansável e ocasionalmente mentiroso: delegue bastante, revise sempre, e nunca assine nada sem conferir.

7. Vibe coding: programar conversando

Vibe coding é o nome popular (cunhado em 2025 pelo pesquisador Andrej Karpathy) para a prática de criar programas descrevendo em linguagem natural o que se deseja e deixando a IA escrever o código. O usuário orienta, testa, pede ajustes — sem necessariamente ler ou entender cada linha. Para quem não é programador, isso muda tudo: a barreira deixa de ser a sintaxe e passa a ser a clareza da ideia.

O mínimo de HTML que vale a pena saber

As páginas web são escritas em **HTML** (estrutura do conteúdo), decoradas com **CSS** (aparência) e animadas com **JavaScript** (comportamento). Um único arquivo HTML pode conter os três — e é exatamente isso que a IA gera nas nossas atividades. Você não precisa escrever HTML; precisa apenas reconhecê-lo para colar o código no lugar certo do editor online e executar.

Como pedir bem (noções de prompt)

- **Contexto:** diga quem você é e para que serve o programa ('sou estudante de odontologia, quero um quiz de anatomia dental para colegas');
- **Requisitos:** liste o que o programa deve fazer, em itens;
- **Formato:** peça 'um único arquivo HTML completo, pronto para colar e executar';
- **Iteração:** teste, descreva o erro ou a mudança desejada, e peça a correção. Programar com IA é uma conversa, não um pedido único.

Limites honestos

Vibe coding é excelente para protótipos, ferramentas pessoais e aprendizado. Para sistemas críticos — que guardem dados reais de pacientes, integrem-se a equipamentos ou tenham exigências legais — é indispensável a revisão de profissionais de software e a adequação à legislação. Saber onde termina o protótipo e começa o produto é parte da competência que esta disciplina quer formar.

8. IA na odontologia e na saúde: um panorama

Diagnóstico por imagem

A aplicação mais madura. Modelos de deep learning detectam cáries, lesões periapicais, perda óssea e outras alterações em radiografias periapicais, panorâmicas e tomografias, funcionando como uma 'segunda leitura' que reduz erros por fadiga ou distração. Já existem softwares comerciais aprovados por agências regulatórias em vários países.

Apoio à decisão clínica e gestão

Sistemas que sugerem hipóteses, alertam para interações medicamentosas, priorizam filas, preveem faltas às consultas e otimizam agendas. Na saúde pública, modelos preditivos apoiam a vigilância epidemiológica — tema que exploraremos com dados reais do SUS na disciplina IA II.

Documentação e comunicação

LLMs já auxiliam na redação de prontuários, laudos, orientações pós-operatórias em linguagem acessível e materiais de educação em saúde. A transcrição automática de consultas ('escriba digital') é uma das áreas que mais crescem.

Odontologia digital

A IA integra o fluxo digital: segmentação automática de estruturas em tomografias, planejamento ortodôntico e de implantes, desenho assistido de próteses (CAD) e controle de qualidade de escaneamentos intraorais.

Perspectiva

A IA não substitui o cirurgião-dentista — mas profissionais que dominam IA tendem a ter vantagem sobre os que a ignoram. O objetivo destas disciplinas é colocar você no primeiro grupo.

9. Ética, limites e responsabilidade

- **Privacidade e LGPD:** a Lei Geral de Proteção de Dados (Lei 13.709/2018) classifica dados de saúde como sensíveis, com regras rígidas de uso. Nunca insira dados identificáveis de pacientes em ferramentas de IA sem base legal e garantias adequadas;
- **Responsabilidade profissional:** a decisão clínica é sempre do profissional. A IA informa, sugere e acelera — não responde eticamente nem juridicamente;
- **Vieses e equidade:** modelos treinados em populações específicas podem errar mais em grupos sub-representados, ampliando desigualdades em saúde;
- **Transparência:** pacientes têm direito de saber quando a IA participa de seu cuidado;
- **Integridade acadêmica:** usar IA para aprender e apoiar a escrita é legítimo; apresentar texto gerado como reflexão própria, sem transparência, não é. Siga as normas da instituição e declare o uso quando exigido;
- **Meio ambiente e sociedade:** treinar grandes modelos consome muita energia, e a automação transforma profissões. Cidadania digital inclui pensar nesses impactos.

10. Glossário

Algoritmo	Sequência finita de passos bem definidos para resolver um problema.
Alucinação	Resposta de um LLM que parece plausível, mas é factualmente falsa ou inventada.
Chatbot	Programa que conversa com usuários em linguagem natural.
Deep learning	Aprendizado de máquina com redes neurais de muitas camadas; domina tarefas com imagens, som e texto.
Efeito ELIZA	Tendência humana de atribuir compreensão e intenção a programas que apenas manipulam símbolos.
HTML / CSS / JavaScript	Linguagens da web: estrutura, aparência e comportamento das páginas, respectivamente.
IA generativa	IA capaz de criar conteúdo novo: texto, imagem, áudio, código.
LLM	Large Language Model — grande modelo de linguagem treinado para prever texto, base dos chatbots atuais.
Machine learning	Área da IA em que o sistema aprende regras a partir de exemplos (dados), em vez de regras programadas.
Minimax	Algoritmo de decisão para jogos de dois adversários, que escolhe a jogada com a melhor garantia contra o melhor oponente.
Prompt	Instrução em linguagem natural dada a uma IA generativa.
Rede neural artificial	Modelo matemático em camadas, inspirado vagamente em neurônios, com pesos ajustados durante o treinamento.
Sistema especialista	IA clássica baseada em regras 'SE... ENTÃO...' fornecidas por especialistas humanos.
Teste de Turing	Proposta de Alan Turing (1950): se a máquina é indistinguível de um humano numa conversa, diz-se que 'pensa'.
Token	Unidade mínima de texto processada por um LLM (pedaço de palavra).
Vibe coding	Criação de software descrevendo o objetivo em linguagem natural e deixando a IA escrever o código, com testes e ajustes iterativos.