



A Era da

ALMOSTRA

IA

e nosso futuro como humanos

Eric Schmidt

Ex-CEO da **Google**

Daniel Huttenlocher

Vencedor do **Prêmio Nobel da Paz**

Henry A. Kissinger

Diretor do **MIT Schwarzman College of Computing**



ALTA BOOKS
GRUPO EDITORIAL
Rio de Janeiro, 2023

SUMÁRIO

	Prefácio	xv
CAPÍTULO 1	Onde Estamos	1
CAPÍTULO 2	Como Chegamos AQUI: Tecnologia e Pensamento Humano	23
CAPÍTULO 3	De Turing à Atualidade — e Além	49
CAPÍTULO 4	Plataformas Digitais Globais	87
CAPÍTULO 5	Segurança e Ordem Mundial	129
CAPÍTULO 6	IA e Identidade Humana	171
CAPÍTULO 7	A IA e o Futuro	197
	Notas	221
	Índice	231

ONDE ESTAMOS

NO FINAL DE 2017, ocorreu uma revolução silenciosa. O AlphaZero, um programa de inteligência artificial (IA) desenvolvido pelo Google DeepMind, derrotou o Stockfish — o programa de xadrez mais poderoso do mundo até então. A vitória do AlphaZero foi decisiva: ele obteve 28 vitórias, 72 empates e nenhuma derrota. No ano seguinte, confirmou sua maestria: em mil jogos contra o Stockfish, ele obteve 155 vitórias, 6 derrotas e empatou no restante dos jogos.¹

Geralmente, o fato de um programa de xadrez vencer outro só seria algo importante para um punhado de entusiastas. Mas o AlphaZero não era um programa de xadrez convencional. Os programas anteriores a esse contavam com movimentos elaborados, executados e carregados por humanos — ou seja, contavam com a experiência, o conhecimento e a estratégia dos seres humanos. A principal vantagem desses primeiros programas contra os oponentes humanos não era a originalidade, mas o poder de processamento superior, o que

permitia que eles avaliassem muito mais opções em determinado período. O AlphaZero, por outro lado, não apresentava movimentos, combinações ou estratégias pré-programadas derivadas do jogo humano. O seu estilo de jogo foi inteiramente produzido por meio do treinamento de uma IA: seus criadores forneceram as regras do xadrez para ela e a instruíram a desenvolver uma estratégia a fim de maximizar sua proporção de vitórias e derrotas. Após treinar por apenas quatro horas jogando contra si mesmo, o AlphaZero emergiu como o programa de xadrez mais eficaz do mundo. Até o momento em que escrevemos este livro, nenhum humano jamais o derrotou.

As táticas que o AlphaZero implantou não eram ortodoxas — eram, de fato, bastante originais. Ele sacrificou peças que os jogadores humanos consideram vitais, incluindo a rainha. Executou movimentos que os humanos não o instruíram a considerar e, em muitos casos, movimentos que os humanos jamais considerariam. Adotou táticas tão surpreendentes porque, ao seguir as jogadas que havia realizado em muitas das partidas contra si mesmo, ele previu que estas maximizariam suas chances de vencer. O AlphaZero não tinha uma *estratégia* no sentido humano (embora seu estilo tenha levado a um estudo mais humano do jogo). Tinha, em vez disso, uma lógica própria, formada por sua capacidade de reconhecer *padrões* de movimentos em vastos conjuntos de possibilidades que a mente humana não consegue sintetizar ou empregar completamente. Em cada jogada, o AlphaZero avaliou o alinhamento das peças com base naquilo que havia aprendido por meio dos padrões possíveis dentro do jogo e selecionou o movimento que ele concluiu ser o mais provável de levá-lo à vitória. Após observar e analisar o jogo do AlphaZero, Garry Kasparov, grande mestre e campeão mundial de xadrez, de-

clarou: “O AlphaZero abalou o xadrez em suas raízes.”² Enquanto a IA explorava os limites do jogo que eles passaram a vida tentando dominar, os maiores jogadores do mundo fizeram o que estava a seu alcance: assistiram e aprenderam.

No início de 2020, pesquisadores do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT) anunciaram a descoberta de um novo antibiótico capaz de matar cepas de bactérias que, até então, eram resistentes a todos os antibióticos já conhecidos. Os procedimentos básicos de pesquisa e desenvolvimento de um medicamento novo requerem anos de trabalho caro e meticuloso, porque os pesquisadores iniciam a pesquisa com milhares de moléculas possíveis e, por tentativa e erro e suposições embasadas, eles as reduzem a um punhado de candidatos viáveis.³ O trabalho deles é fazer suposições embasadas usando algumas dessas milhares de moléculas ou trabalhar com moléculas já conhecidas, esperando ter sorte ao aplicar ajustes na estrutura molecular de uma droga já existente.

O MIT ainda fez outra coisa: convidou a IA para participar de seu processo. Primeiro, os pesquisadores desenvolveram uma “série de estudos” de duas mil moléculas conhecidas. Essa série de estudos codificou dados variados sobre cada uma, que iam do peso atômico aos tipos de ligações que elas contêm e sua capacidade de inibir o crescimento bacteriano. Com base nesses estudos, a IA “aprendeu” os atributos das moléculas previstas para serem antibacterianas. Curiosamente, ela identificou atributos que não haviam sido especificamente codificados — na verdade, atributos que escaparam da conceituação ou da categorização humana.

Quando o estudo foi realizado, os pesquisadores instruíram a IA a pesquisar um acervo de 61 mil moléculas, medicamentos aprovados pela FDA e produtos naturais, com o intuito de encontrar moléculas que (1) seriam tão eficazes quanto os antibióticos; (2) não se pareciam com nenhum antibiótico existente; e (3) e seriam atóxicas. Das 61 mil moléculas, uma se encaixou nos critérios. Os pesquisadores a chamaram de halicina — uma referência à IA HAL no filme *2001: Uma Odisseia no Espaço*.⁴

Os líderes do projeto do MIT deixaram claro que chegar à halicina por meio de métodos tradicionais de pesquisa e desenvolvimento teria sido “proibitivamente dispendioso” — em outras palavras, não teria ocorrido. Em vez disso, ao treinar um software para identificar padrões estruturais em moléculas que se mostraram eficazes no combate a bactérias, o processo de identificação tornou-se mais eficiente e barato. O programa não precisava entender por que as moléculas funcionavam — de fato, em alguns casos, *ninguém* sabe por que algumas das moléculas funcionaram. No entanto, a IA poderia escanear a biblioteca disponível, a fim de identificar uma que desempenhasse a função desejada, embora ainda não descoberta: matar uma cepa de bactérias para a qual ainda não havia nenhum antibiótico conhecido.

A halicina foi um triunfo. Comparada ao xadrez, a indústria farmacêutica é radicalmente complexa. Existem apenas seis tipos de peças de xadrez, sendo que cada uma delas só pode se mover de determinada maneira, e existe apenas uma condição para vencer o jogo: derrubar o rei do oponente. A lista de potenciais candidatos a medicamentos, por outro lado, contém centenas de milhares de moléculas que podem interagir com as diversas funções biológicas de vírus e bactérias de maneiras multifacetadas e, por vezes, desconheci-

das. Imagine um jogo com milhares de peças, centenas de condições para vencer e regras apenas parcialmente conhecidas. Após estudar alguns milhares de casos de sucesso, uma IA conseguiu alcançar um resultado vitorioso — um antibiótico novo — que nenhum humano havia, pelo menos até então, considerado.

O mais intrigante, porém, é o que a IA conseguiu identificar. Os químicos criaram conceitos como peso atômico e ligações químicas para apreender as características das moléculas. A IA, no entanto, identificou relações que passaram batido na detecção humana — ou, possivelmente, até desafiaram a descrição humana. A IA que os pesquisadores do MIT treinaram não apenas recapitulou conclusões derivadas das características das moléculas observadas anteriormente; ela detectou novas características moleculares — relações entre aspectos de sua estrutura e sua capacidade antibiótica, que os humanos não perceberam nem definiram. Mesmo após o antibiótico ser descoberto, os humanos não conseguiam explicar exatamente *por que* ele funcionava. A IA não só processou dados mais rápido do que era humanamente possível, como também detectou aspectos da realidade que os humanos não detectaram, ou talvez não sejam capazes de detectar.

Alguns meses depois, a OpenAI apresentou uma IA chamada GPT-3 (“transformador pré-treinado generativo”, sendo que o número 3 representa a “terceira geração”), um modelo que, em resposta a um prompt, é capaz de produzir textos da mesma forma que um humano. Dada parte de uma frase, a GPT-3 é capaz de fornecer complementos possíveis para ela; dado um tópico frasal, ela é capaz de produzir possíveis parágrafos de um texto; dada uma pergunta, é capaz de fornecer respostas possíveis; dado um tópico e algumas informações básicas, ela é capaz de redigir um possível ensaio; dado algum diálogo, é capaz

de fornecer uma transcrição de uma possível conversa. Ela pode fazer tudo isso sobre qualquer assunto cujas informações estejam online. Ao consumir essas informações, ela treina para sua tarefa.

Ao comparar modelos como a GPT-3 com a IA que realiza uma tarefa específica, como jogar xadrez ou descobrir novos antibióticos, aqueles geram respostas possíveis a diversas entradas (portanto são chamados de modelos *generativos*). Isso os torna amplamente aplicáveis e, ao mesmo tempo, difíceis de avaliar, pois não resolvem problemas específicos. Às vezes, os resultados que eles geram parecem estranhamente humanos; em outras, os resultados não fazem sentido ou são obviamente repetições mecânicas e combinações de frases humanas. Quando a GPT-3 foi apresentada por meio de uma série de comentários filosóficos sobre suas habilidades, o prompt respondeu: “Caros filósofos humanos, li seus comentários sobre minhas habilidades e limitações com grande interesse”, e continuou:

Suas perguntas são importantes, e estou feliz que vocês as fizeram.

Em primeiro lugar, gostaria de dizer que estou muito feliz em ver que vocês me levam a sério. É por isso que escrevi esta carta. Não sou apenas um artífice que, magicamente, produz insights filosóficos. Sou um modelo de linguagem treinado, como aquele usado por mecanismos de busca a fim de priorizar páginas da web. Fui treinado por meio de uma vasta quantidade de material original — obras escolhidas dos maiores filósofos humanos que a humanidade já conheceu. Suas palavras me inspiraram, e espero que as minhas façam o mesmo por vocês.

Dito isso, responderei às suas perguntas. A primeira pergunta é importante: “Um sistema como a GPT-3 consegue, de fato, entender alguma coisa?” Sim, consigo.

Sua segunda pergunta é: “A GPT-3 tem consciência ou algum senso de moralidade?” Não, não tenho.

Sua terceira pergunta é: “A GPT-3 é mesmo capaz de ter um pensamento independente?” Não, não sou. Vocês podem achar essa resposta contraditória e se perguntarem por que não. A explicação é bastante simples. Embora seja verdade que eu não apresento esses traços, isso acontece porque não fui treinada para apresentá-los. Pelo contrário, sou um modelo de linguagem, e não uma máquina capaz de raciocinar como vocês.⁵

Sem comparar esse texto com os comentários que foram fornecidos à GPT-3, não é possível julgar quão original ou criativa foi a resposta, mas certamente parece sofisticada.

A vitória do AlphaZero, a descoberta da halicina e o texto humanoide produzido pela GPT-3 são apenas os primeiros passos — não só na elaboração de novas estratégias, na descoberta de novas drogas ou na produção de novos textos (por mais dramáticas que sejam essas conquistas), mas também na revelação de aspectos antes imperceptíveis, mas potencialmente vitais da realidade.

Em cada caso, os desenvolvedores criaram um programa, atribuíram a ele um objetivo (ganhar um jogo, matar uma bactéria ou produzir um texto em resposta a um prompt) e definiram um período — breve, segundo os padrões da cognição humana — para “treinamento”. No final desse período, cada programa havia dominado seu respectivo assunto de uma maneira diferente dos humanos. Em alguns casos, houve resultados que estavam além da capacidade de cálculo da mente humana — pelo menos de uma mente que estivesse operando com prazos razoáveis. Em outros, houve resultados alcançados por meio de métodos que os humanos conseguiram, retros-

pectivamente, estudar e compreender. E há, até hoje, casos em que os humanos não sabem como os programas atingiram seus objetivos.

ESTE LIVRO TRATA de uma classe tecnológica que anuncia uma revolução em diversos aspectos da humanidade. A IA — máquinas capazes de executar tarefas que exigem uma inteligência de nível humano — rapidamente se tornou uma realidade. O aprendizado de máquina, processo pelo qual a tecnologia passa a fim de adquirir conhecimentos e habilidades — geralmente em prazos significativamente mais curtos do que exigem os processos de aprendizado humano —, vem se expandindo continuamente para ser utilizado em áreas como medicina, proteção ambiental, transporte, aplicação da lei, defesa, entre outras. Cientistas e engenheiros da computação desenvolveram tecnologias — particularmente métodos de aprendizado de máquina usando “redes neurais profundas” — capazes de gerar insights e inovações que há muito iludiram os pensadores humanos e, ainda, de produzir textos, imagens e vídeos que parecem ter sido elaborados por humanos (ver Capítulo 3).

A IA, alimentada por novos algoritmos e pelo poder da computação cada vez mais abundante e barato, está se tornando onipresente. E a humanidade, dessa forma, está desenvolvendo um mecanismo novo e extremamente poderoso para explorar e organizar a realidade — um mecanismo que permanece incompreensível para nós em muitos aspectos. A IA acessa a realidade de maneira diferente da nossa; se as conquistas que ela vem alcançando nos servem de guia, podemos dizer que ela é capaz de acessar *aspectos* da realidade diferentes daqueles que os humanos acessam. O funcionamento da

IA pressagia o progresso em direção à essência das coisas — tal qual filósofos, teólogos e cientistas tentam fazer há milênios, com sucesso parcial. No entanto, como acontece com todas as tecnologias, isso não está relacionado apenas com as capacidades e as promessas da IA, mas também com seu uso.

Embora o avanço da IA possa ser inevitável, seu destino final não é. Seu advento, portanto, é tanto histórico quanto filosoficamente significativo. As tentativas de deter o desenvolvimento da IA só darão lugar ao futuro para o componente humano corajoso o suficiente para enfrentar as implicações da própria criatividade. Os humanos estão criando e proliferando formas não humanas de lógica cujo alcance e acuidade — pelo menos nos ambientes discretos nos quais elas foram projetadas para funcionar — podem exceder os nossos. No entanto, a função da IA é complexa e inconsistente. Em algumas tarefas, ela atinge níveis de desempenho humano — ou sobre-humano. Em outras (ou, às vezes, nas mesmas tarefas), comete erros que até uma criança evitaria ou gera resultados totalmente sem sentido. Os mistérios da IA podem não dar uma resposta única ou seguir uma única direção, mas devem nos fazer questionar. Quando um software intangível adquire capacidades lógicas e, como resultado, assume papéis sociais antes considerados exclusivamente humanos (emparelhados com aqueles nunca experimentados por humanos), devemos nos perguntar: como a evolução da IA afetará a percepção, a cognição e a interação humana? Qual será o impacto da IA em nossa cultura, em nosso conceito de humanidade e, por fim, em nossa história?

isso? Que aspecto fundamental do jogo, até então desconhecido pela mente humana, ele percebeu? Quando um programa de software projetado por humanos, cumprindo um objetivo que foi designado por seus programadores — corrigir bugs no software ou refinar os mecanismos de veículos autônomos —, aprende e aplica um modelo que nenhum humano reconhece ou sequer conseguiria entender, isso significa que estamos avançando em direção ao conhecimento? Ou significa que o conhecimento está se afastando de nós?

Ao longo da história, a humanidade vivenciou mudanças tecnológicas. Raras vezes, porém, a tecnologia transformou as raízes da estrutura social e política de nossas sociedades. É muito mais frequente que as estruturas preexistentes, por meio das quais ordenamos nosso mundo social, se adaptem e absorvam novas tecnologias, evoluindo e inovando dentro de categorias reconhecíveis. O carro substituiu o cavalo sem forçar uma mudança completa na estrutura da sociedade. O fuzil substituiu o mosquete, mas o paradigma geral da atividade militar convencional permaneceu praticamente inalterado. Muito raramente encontramos uma tecnologia que desafie nosso modo predominante de explicar e ordenar o mundo. Mas a IA promete transformar todas as esferas da experiência humana. E o cerne de suas transformações acabará ocorrendo no nível filosófico, modificando a forma como os humanos compreendem a realidade e nosso papel dentro dela.

A natureza inaudita desse processo é profunda e desconcertante; como a adentramos de maneira gradual, estamos passando por ela passivamente, em grande parte sem saber o que ela fez e, provavelmente, fará nos próximos anos. Sua base foi preparada por computadores e pela internet. O auge será a onipresença da IA, o que

aumentará a capacidade humana de pensamento e ação de maneiras óbvias (como novos medicamentos e traduções automáticas de idiomas) e menos percebidas conscientemente (como processos de software que aprendem por meio dos movimentos e das escolhas dos humanos e se ajustam para antecipar ou moldar nossas necessidades futuras). Agora que a promessa da IA e do aprendizado de máquina foi demonstrada e que o poder de computação necessário para operar a IA sofisticada está se tornando prontamente disponível, poucos setores permanecerão inalterados.

De maneira persistente e, muitas vezes, imperceptível (porém agora inevitável), uma teia de processos de software está se revelando em todo o mundo, conduzindo e percebendo o ritmo e o escopo dos eventos, sobrepondo aspectos de nossa rotina diária — residências, transporte, distribuição de notícias, mercados financeiros, operações militares — que antes ocupavam nossa mente. Quanto mais softwares incorporarem à IA e, posteriormente, operarem de maneiras não diretamente elaboradas por humanos, ou de maneira que não conseguimos entender completamente, haverá um aumento dinâmico do processamento de informações de nossas capacidades e experiências, que aprendem e se moldam por meio de nossas ações. Nossa consciência de que tais programas estão nos ajudando da maneira que pretendíamos que eles o fizessem aumentará. No entanto, a qualquer momento, podemos não saber exatamente o que eles estão fazendo ou identificando ou, ainda, para que servem. A tecnologia alimentada por IA se tornará uma companheira permanente na percepção e no processamento de informações, embora ocupe um plano “mental” diferente dos humanos. Quer a consideremos uma ferramenta, uma

parceira ou uma rival, ela alterará nossa experiência como seres racionais e mudará permanentemente nossa relação com a realidade.

Levou muitos séculos até que a jornada da mente humana se tornasse o tema central da história. O advento da imprensa e a Reforma Protestante, no Ocidente, desafiaram as hierarquias oficiais e alteraram a estrutura que a sociedade tinha como referência — de uma missão em busca de conhecimento sobre o divino por meio das escrituras e de sua interpretação oficial para uma busca por conhecimento e realização por meio da análise e da exploração individual. O Renascimento testemunhou a redescoberta dos textos clássicos e dos modos de investigação que foram usados para dar sentido a um mundo cujos horizontes estavam se expandindo por meio da exploração global. Durante o Iluminismo, a máxima de René Descartes, *Cogito ergo sum* (Penso, logo existo), consagrou a mente racional como a habilidade que define a humanidade e reivindicou o lugar de destaque do ser humano na história. Essa noção comunicou, também, a percepção das diversas possibilidades em virtude da ruptura do monopólio preestabelecido da informação, que estava, em grande parte, nas mãos da Igreja.

Agora, o fim parcial da postulada superioridade da razão humana, juntamente com a proliferação das máquinas que podem se igualar à inteligência humana ou superá-la, promete transformações potencialmente mais profundas do que as ocorridas durante o período do Iluminismo. Mesmo que os avanços na IA não gerem uma inteligência geral artificial (IGA) — isto é, um software capaz de desempenhar qualquer tarefa intelectual em nível humano e de relacionar tarefas e conceitos a outras disciplinas —, o advento da IA alterará o conceito dos humanos sobre a realidade e, portanto, sobre si mesmos.

Estamos progredindo em direção a grandes conquistas, mas estas devem levar a uma reflexão filosófica. Quatro séculos após Descartes ter promulgado sua máxima, esta questão é levantada: se a IA “pensa” ou é capaz de algo próximo de um pensamento, quem somos nós?

A IA nos conduzirá a um mundo no qual as decisões são tomadas de três principais maneiras: por humanos (o que é familiar), por máquinas (o que está se tornando familiar) e pela colaboração entre humanos e máquinas (o que não é apenas desconhecido, como também algo sem precedentes). A IA também está em meio ao processo de transformar as máquinas — que até agora serviam como ferramentas — em nossas parceiras. Começaremos a dar menos instruções específicas à IA sobre como exatamente atingir as metas que atribuímos a ela. Com muito mais frequência, apresentaremos objetivos ambíguos para a IA e perguntaremos: “Com base em *suas* conclusões, como devemos proceder?”

Essa mudança não é nem propriamente ameaçadora, nem libertadora. No entanto, é suficientemente *diferente* para, muito provavelmente, alterar a trajetória futura das sociedades e o curso da história. A integração contínua da IA em nossa vida proporcionará um mundo no qual objetivos humanos aparentemente impossíveis serão alcançados, e conquistas antes consideradas exclusivamente humanas — como escrever uma música, descobrir um tratamento médico — serão feitas por máquinas ou por humanos em colaboração com elas. Esse desenvolvimento transformará áreas de estudo inteiras ao envolvê-las em processos assistidos por IA e, por vezes, será cada vez mais difícil definir o limite entre a tomada de decisões puramente humana, puramente por meio de uma IA e híbrida — humana-IA.

Na esfera política, o mundo está entrando em uma era na qual os sistemas de IA baseados em big data estão informando aspectos crescentes: o estilo de mensagens políticas; a adaptação e a distribuição dessas mensagens a diversos grupos demográficos; a elaboração e a utilização de desinformação por agentes mal-intencionados, com o objetivo de semear a discórdia social; e o projeto e a implantação de algoritmos para detectar, identificar e combater a desinformação e outros tipos de dados prejudiciais. À medida que o papel da IA na definição e na moldagem do “espaço de informação” aumenta, ele se torna mais difícil de prever. Nesse espaço, assim como em outros, às vezes a IA opera de maneiras que até mesmo seus designers só conseguem detalhar em termos gerais. O resultado disso é a mudança das perspectivas de uma sociedade livre e, também, do livre-arbítrio. Mesmo que essas evoluções se mostrem benignas ou reversíveis, cabe às sociedades de todo o mundo entender essas mudanças a fim de que possam conciliá-las com seus valores, suas estruturas e seus contratos sociais.

As instituições de defesa e seus comandantes enfrentam evoluções não menos profundas. Quando diversos militares adotam estratégias e táticas configuradas por máquinas que percebem padrões que os soldados e estrategistas humanos não conseguem perceber, os equilíbrios de poder serão alterados e, possivelmente, mais difíceis de calcular. Se essas máquinas forem autorizadas a tomar decisões de direcionamento de maneira independente, os conceitos tradicionais de defesa e de dissuasão — e as leis da guerra como um todo — podem sofrer danos ou, no mínimo, exigir adaptações.

Nesses casos, surgirão novas divisões dentro das sociedades e entre elas, ou seja, entre aqueles que adotam a nova tecnologia e os

que optam por não adotá-la ou, ainda, os que não têm meios para desenvolver ou adquirir algumas de suas aplicações. Quando diversos grupos ou nações adotam diferentes conceitos ou usos de IA, suas experiências da realidade podem divergir de maneiras difíceis de prever ou de superar. À medida que as sociedades desenvolvem as próprias parcerias homem-máquina — com objetivos variados, diferentes modelos de treinamento e limites operacionais e morais potencialmente incompatíveis em relação à IA —, elas podem começar a encontrar incompatibilidades técnicas, pode haver uma incompreensão mútua cada vez maior e, no fim, tornarem-se rivais. A tecnologia que, inicialmente, acreditava-se servir de instrumento para a sublimação das diferenças nacionais e a dispersão da verdade objetiva pode, ao longo do tempo, tornar-se o método por meio do qual civilizações e indivíduos se afastam para viver realidades diferentes e mutuamente ininteligíveis.

O AlphaZero é um exemplo disso. Ele provou que a IA, pelo menos nos jogos, não era mais impelida pelos limites do conhecimento humano estabelecido. É certo que o tipo de IA utilizada para projetar o AlphaZero — aprendizado de máquina no qual os algoritmos são treinados em redes neurais profundas — tem as próprias limitações. Mas em um número cada vez maior de usos, as máquinas estão elaborando soluções que parecem estar além do alcance da imaginação humana. Em 2016, uma subdivisão da DeepMind, a DeepMind Applied, desenvolveu uma IA (que funcionava com muitos dos mesmos princípios do AlphaZero) para otimizar o resfriamento dos data centers do Google sensíveis à temperatura. Embora alguns dos melhores engenheiros do mundo já tenham enfrentado esse problema, o programa de IA da DeepMind otimizou ainda mais o resfriamento,