

Inteligência artificial

o que é e como se
aplica às finanças

CARLOS RAGAZZO | MORGANA TOLENTINO | BRUNA CATALDO

Sumário executivo

A inteligência artificial (IA) tem ganhado cada vez mais espaço na economia e está mais próxima no nosso dia a dia: no seu aplicativo de música, no GPS do seu carro, quando você mexe na sua rede social favorita ou quando você conversa no chat com a atendente virtual da loja. Esses são só alguns exemplos de como a IA já está presente na nossa vida, presença esta que está se expandindo para um número cada vez maior e mais diverso de áreas da economia. No sistema financeiro, por exemplo, a tecnologia tem sido cada vez mais adotada, tanto para reduzir custos quanto para o desenvolvimento de novos produtos e serviços. Diante desse cenário, é importante entender o que é inteligência artificial, como ela já se aplica ao nosso dia a dia e para onde a tecnologia está indo, suas potencialidades. Este documento, então, revisa os principais conceitos relacionados à IA – mantendo um foco especial nas aplicações do setor financeiro – a fim de oferecer um bom entendimento de como a tecnologia funciona.

Dentre os conceitos, destaca-se a diferença entre a IA baseada em conhecimento, em que a informação precisa ser previamente mapeada e imputada aos códigos para que o programa seja capaz de executar a tarefa pedida (a máquina não é capaz de aprender sozinha) e a IA por aprendizado estatístico, ou aprendizado de máquina. Nesta última, o desafio é conseguir tornar a máquina capaz de aprender sozinha por meio de métodos estatísticos. O aprendizado de máquina pode ser considerado o estágio atual da IA, sendo a área que concentra maiores esforços de pesquisa e investimento e que tem trazido maiores inovações nos últimos anos. Isso porque existem diversas técnicas de aprendizado estatístico, permitindo uma gama variada de desenvolvimentos para a tecnologia. As mais comumente agrupadas são:

- 1 aprendizagem supervisionada;
- 2 aprendizagem não supervisionada,
- 3 aprendizagem por reforço;
- 4 aprendizagem profunda.

Entender cada uma delas ajuda na compreensão do estado atual e tendências futuras do mercado, de modo que o assunto é aprofundado ao longo do material.

Dentre as diversas áreas da economia que têm absorvido cada vez mais soluções de IA desenvolvidas a partir destes métodos, destaca-se o sistema financeiro, em especial nas áreas de:

- 1 investimentos, com otimização das análises, maior eficiência na alocação de portfólio, automação de operações, melhoramento do gerenciamento de liquidez, entre outros;
- 2 crédito, com aprimoramento de modelos de avaliação de crédito, de gerenciamento de empréstimos e de seguros, e outros;
- 3 relacionamento com o cliente, com personalização de produtos e serviços, modelos mais eficientes de checagem de identidade, e mais;
- 4 conformidade regulatória e cibersegurança, com aprimoramento dos modelos de detecção de fraude, de impacto, de risco e dos testes de estresse, entre outros.

Também se ressalta o uso de IA como ferramenta que potencializa a ação dos bancos centrais, ajudando a identificar transações ilegais, melhora na operação cotidiana, entre outros.

No entanto, essa variedade de modelos e amplitude de aplicações não vem sem pontos de alerta e é importante que o mercado e sociedade estejam atentos aos riscos que o uso da tecnologia pode oferecer, seja por questões de cunho ético, como a aplicação de algoritmos viesados, seja porque muitos modelos de automatização no sistema financeiro podem reforçar movimentos que ameaçam a estabilidade financeira, facilitando, por exemplo, a criação de bolhas e estimulando crises. Estes riscos também são explorados no documento a fim de esclarecer as limitações e obstáculos que devem ser enfrentados se quisermos que a IA atinja seu potencial de forma a promover ganhos, não perdas.



A inteligência artificial (IA) já foi, durante muito tempo, um assunto que apenas permeava a imaginação em filmes de ficção científica, mas recentemente tem ganhado espaço na economia e está mais próxima no nosso dia a dia do que alguns imaginam. Quando você abre o seu aplicativo de música, quando você usa o GPS do seu carro, quando você rola o feed da sua rede social favorita ou quando você conversa no chat com a atendente virtual da loja, são só alguns exemplos de como a IA já está presente na nossa vida.

Além dessa presença cada vez mais proeminente no nosso cotidiano, a IA encontra aplicações em diversas áreas, como saúde, agricultura, transportes, entretenimento, e outros, impulsionando avanços tecnológicos significativos na nossa sociedade. No sistema financeiro, por exemplo, a tecnologia tem sido cada vez mais adotada, tanto para reduzir custos quanto para o desenvolvimento de novos produtos e serviços.

No caso do setor financeiro, o crescimento e novos desenvolvimentos no uso da inteligência artificial foi impulsionado pelo processo de digitalização pelo qual está passando. Este movimento resulta em uma quantidade enorme de dados sendo geradas em tempo real sobre os mais variados aspectos da vida humana, com seu armazenamento seguro e a capacidade de processamento tendo se tornado dois dos principais objetivos da economia contemporânea. Chegou ao ponto de dados serem consi-

derados um fator de produção mais importante que o petróleo¹. Em meio a tal contexto do mercado, soluções de inteligência artificial passaram a chamar a atenção justamente pela capacidade de oferecer aplicações voltadas para captar, assimilar e analisar dados para extrair informações relevantes e alimentar previsões e tomadas de decisão em relação a áreas como combate à fraude, desenvolvimento de produto, acompanhamento de tendências de mercado etc.

O surgimento de soluções capazes de contribuir para tais tarefas está associado ao fato do crescimento da digitalização do sistema financeiro ter sido acompanhada de uma série de desenvolvimentos tecnológicos no sentido do aprimoramento da capacidade de processamento das máquinas. A junção desses dois fatores impulsionou o investimento em desenvolvimento de soluções de inteligência artificial² tanto em geral como para o mercado financeiro em específico, tornando-as parte do nosso cotidiano e uma grande promessa para o futuro da economia.

Diante desse cenário atual, é importante entender o que é inteligência artificial, como ela já se aplica ao nosso dia a dia e suas potencialidades para um futuro próximo. Para isso, este White Paper traz de forma simples e objetiva os conceitos básicos para compreender como funciona e como se aplica a inteligência artificial, além de uma análise da sua participação no sistema financeiro.



1. THE ECONOMIST. The world's most valuable resource is no longer oil, but data. The Economist, 2017. Disponível em: <<https://www.economist.com/leaders/2017/05/06/the-worlds-most-valuable-resource-is-no-longer-oil-but-data>>. Acesso em: jun. 2023.

2. GONSALES, P. Inteligência artificial, educação e pensamento complexo: caminhos para religação de saberes. Dissertação (Mestrado em Tecnologias da Inteligência e Design Digital). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2022.



Não existe uma única definição consensual para o que é inteligência artificial (IA). De uma forma mais linguística, pode ser considerada “um campo de conhecimento associado com linguagem e inteligência, raciocínio, aprendizagem e resolução de problemas”³. De forma tecnicista, pode ser “um conjunto de tecnologias que combinam dados, algoritmos e capacidade de computação”⁴. De forma mais geral, pode ser definida como “sistemas de computador capazes de executar tarefas que tradicionalmente exigiam inteligência humana”⁵. Fato é que a IA, hoje, versa sobre a capacidade que dispositivos têm de assimilar informações, criando padrões e gerando previsões para atingir seus objetivos. Nos últimos anos, esse campo da ciência da computação foi fortemente alimentado pelo aumento da disponibilidade de dados e pelo avanço da capacidade de processamento computacional.

Apesar de ser um termo em alta principalmente a partir da década de 2010, a história da inteligência artificial começa em meados do século XX. A ideia de uma “inteligência artificial” surge com o paper seminal de 1950 escrito pelo pai da computação, Alan Turing⁶, em que ele propõe um teste heurístico que ficou conhecido como o Teste de Turing e busca determinar se algo é, ou não, inteligente⁷. Apesar da sua importância, o trabalho de Turing não usa, em momento algum, a expressão “inteligência artificial”, que só seria criado em 1956⁸ para dar nome a uma conferência de ciência da computação ocorrida nos EUA⁹.

Após uma euforia inicial, as pesquisas em IA viveram um período de baixa, conhecido como *IA winter*, ou inverno da IA¹⁰. Só na década de 1990 a inteligência artificial ganharia holofotes quando o supercomputador *deep blue* da IBM conseguiu vencer o confronto contra o então campeão mundial de xadrez, Garry Kasparov. Apesar de bastante midiático, o supercomputador capaz de ganhar do enxadrista campeão do mundo oferecia uma “inteligência” simplificada quando comparada ao que é a inteligência artificial hoje em dia. O *deep blue* era uma máquina capaz de calcular a probabilidade das jogadas, mas não era capaz de aprender uma nova jogada, por exemplo. Ainda assim, sua vitória sobre Kasparov foi um marco, pois o xadrez era um símbolo do raciocínio lógico humano e uma máquina foi capaz de vencer o maior humano do esporte. Desde então, a IA vem ganhando cada vez mais espaço na economia e angariando cada vez mais investimentos.

Apesar da falta de consensos conceituais, é importante notar que o campo da IA abarca duas abordagens distintas: uma inteligência artificial baseada em conhecimento/regras e uma inteligência artificial por aprendizado estatístico. A primeira delas, também conhecida como IA clássica, ou IA simbólica, é aquela em que a máquina necessita que o conhecimento seja imputado aos códigos para que o programa funcione. Nesse caso, a máquina não é capaz de aprender sozinha. O conhecimento deve ser previamente mapeado e então codi-

3. KAUFMAN, D. *Inteligência artificial: questões éticas a serem enfrentadas*. São Paulo, 2016

4. EUROPEAN COMMISSION. *White Paper on Artificial Intelligence - A European approach to excellence and trust*. White Paper. Bruxelas, 2020.

5. FSB. *Artificial intelligence and machine learning in financial services: Market developments and financial stability implications*. 2017. Em tradução livre.

6. TURING, Alan M. *Computing machinery and intelligence*. 1950

7. KAUFMAN, D. 2016. op. cit

8. OECD. *Artificial Intelligence in Society*. 2019a.

9. The Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence, 1956.

10. OECD. 2019a. op. cit

ficado pelo programador, em forma de regras, como um modelo tradicional de programação, de modo que o programa te entrega os dados de saída (*outputs*).

O principal exemplo desse tipo de inteligência artificial é o uso de sistemas especialistas, uma

classe de programas baseados em um conjunto de regras que são capazes de reproduzir um conhecimento previamente mapeado de especialistas em uma determinada área. Sistemas desse tipo podem ser usados para auxiliar em diagnósticos médicos, estratégias militares, gestão empresarial integrada, entre outros.

Figura 1: IA baseada em conhecimento

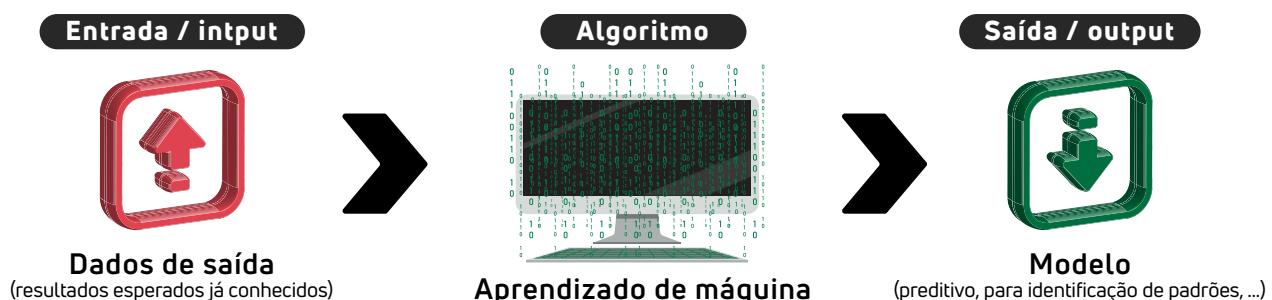


Fonte: Elaboração própria

Já a inteligência artificial por aprendizado estatístico, também conhecida como aprendizado de máquina, ou *machine learning*, tem o desafio de conseguir tornar a máquina capaz de aprender sozinha através de métodos estatísticos. Nesse caso, o que você espera da máquina é que ela te entregue um modelo (*output*) a partir de dados de saídas esperadas entregues por você (*inputs*)¹¹. Como um exemplo de aplicação desse tipo de inteligência artificial no nosso cotidiano podemos citar

os algoritmos de recomendação de conteúdo de plataformas de *streaming*. O algoritmo é capaz de “aprender” o seu gosto a partir dos conteúdos que você já consumiu (que servirão aqui como “dados de saída”, ou seja, exemplos de conteúdo que você gostaria de consumir e, portanto, consumiu). A partir desses dados, a máquina irá tentar desenvolver um modelo para prever o tipo de conteúdo que te agrada e, assim, te entregar como opções que se encaixem no seu gosto.

Figura 2: Aprendizado de máquina



Fonte: Elaboração própria

Ambos os tipos de IA são importantes e podem ser usados para facilitar, de alguma forma, a vida humana. Contudo, é necessário notar que as principais inovações associadas ao

campo da IA nos últimos anos são no âmbito de *machine learning*. Essa é a área que concentra os investimentos e os esforços de pesquisa e que vem prometendo revolucionar a economia.

11. CORTIZ, D. Curso de Inteligência Artificial para todos - Aula 1. (vídeo 38m10s). 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Ze-Q6ZNWpco>. Acesso em: jun 2023.

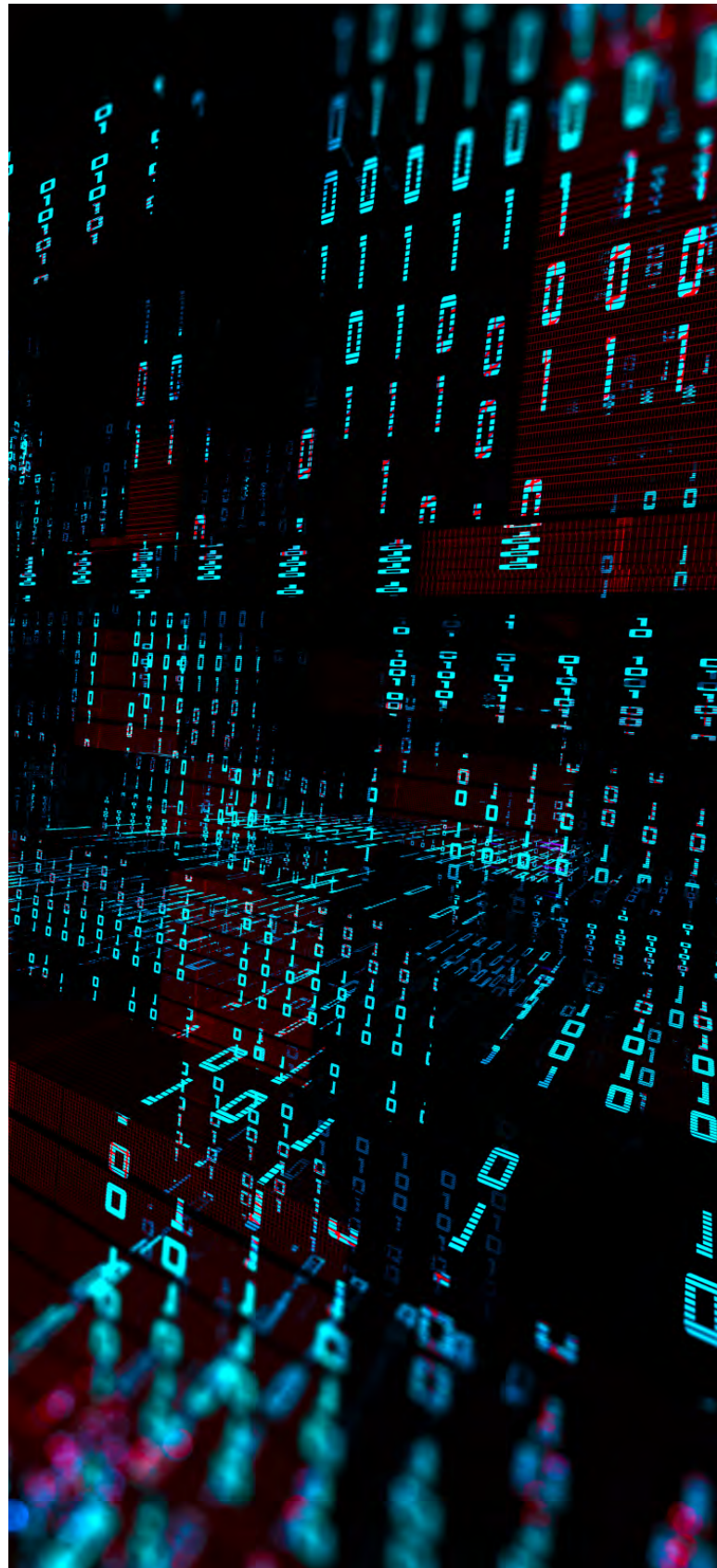
1.1 Aprendizado de máquina: o estágio atual da Inteligência Artificial

Como visto, o aprendizado de máquina é um subcampo da IA e se refere ao algoritmo (método de programar uma sequência de ações visando solucionar um problema) capaz de se aprimorar automaticamente por meio da experiência (dados), prescindindo totalmente, ou quase totalmente, da intervenção humana¹². Esse subcampo existe também desde a década de 1950 e um dos seus principais pioneiros é Arthur Samuel, com um trabalho de quase 20 anos dedicado a desenvolver máquinas capazes de aprender por meio da experiência usando jogos de damas¹³.

Apesar da sua longa história, a inteligência artificial por aprendizado estatístico teve grande expansão só a partir do século XXI, com a melhora da capacidade computacional e o aumento do número de dados disponíveis. O campo de *machine learning* teve um grande desenvolvimento a partir de 2011, quando apresentou aumento substancial tanto no investimento total em inovações nesse campo e o aprimoramento da capacidade dos algoritmos em fazer previsões a partir de dados disponíveis¹⁴. Desde então, o desenvolvimento de diferentes técnicas e modelos estatísticos que podem ser aplicados para se obter resultados de inteligência artificial por aprendizagem estatística intensificou.

As técnicas utilizadas são comumente agrupadas em quatro tipos:

- 1 aprendizagem supervisionada;
- 2 aprendizagem não supervisionada;
- 3 aprendizagem por reforço;
- 4 aprendizagem profunda (*deep learning*)¹⁵.



12. FSB. 2017. op. cit

13. STANFORD UNIVERSITY. Arthur Samuel: pioneer in machine learning. Homepage. Disponível em: <http://infolab.stanford.edu/pub/voy/museum/samuel.html>. Acesso em: jun. 2023.

14. OECD. 2019a. op. cit

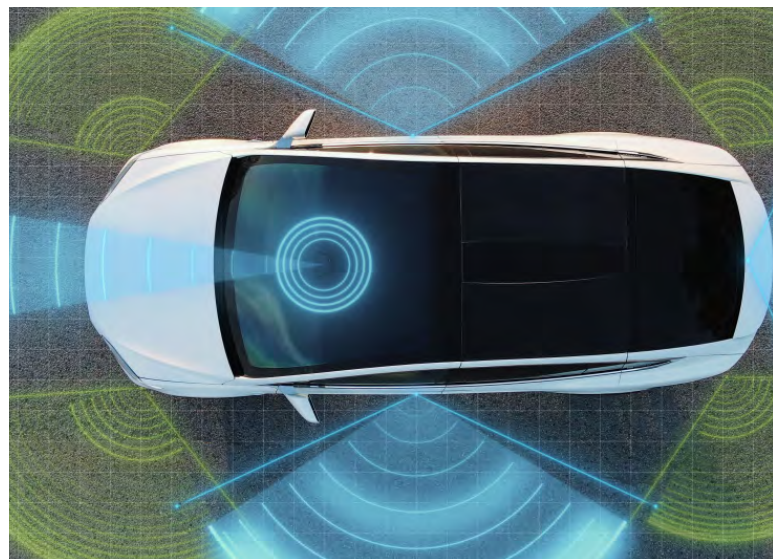
15. WIBISONO, O., ARI, H., WIDJANARTI, A., ZULEN, A., TISSOT, B. Using big data analytics and artificial intelligence: a central banking perspective. IFC Bulletins, Bank for International Settlements. 2019.

No caso do **aprendizado supervisionado**, os dados usados para treinar o algoritmo são rotulados, ou seja, os dados são explicados. É “dito” para a máquina que determinada informação significa uma coisa específica, assim, espera-se da máquina que ela seja capaz de oferecer soluções de classificação ou regressão. Na primeira, ela deve, diante de uma nova observação, classificá-la entre as categorias previamente rotuladas. Esse é o caso, por exemplo, dos algoritmos que classificam os e-mails como *spams*, otimizando a sua caixa de entrada. No caso da regressão, o algoritmo deve encontrar a correlação entre determinadas variáveis e ser capaz de oferecer um modelo de previsão. Um exemplo de aplicação de regressão é o desenvolvimento de um modelo de projeção de receitas para um negócio.

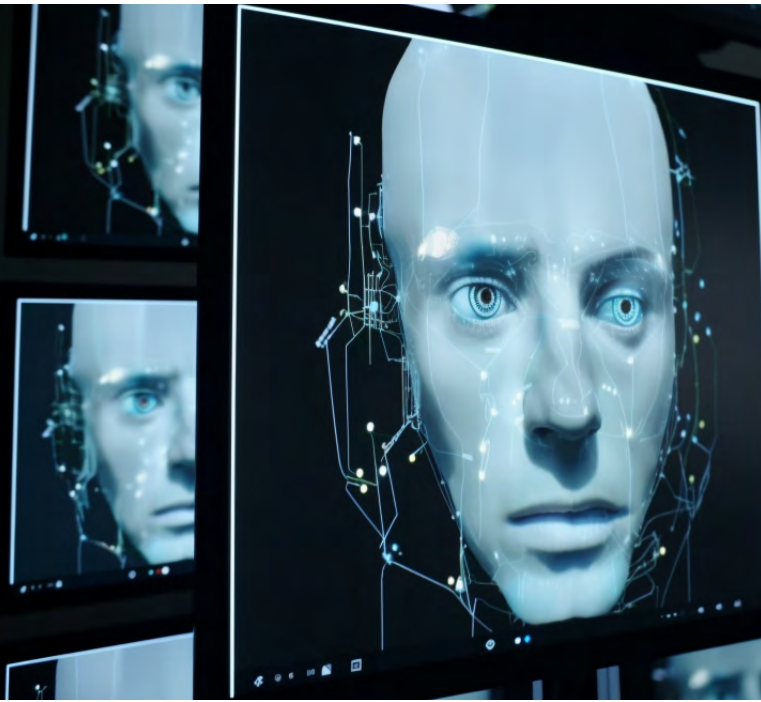


No aprendizado **não supervisionado**, os dados oferecidos ao algoritmo não são rotulados, de modo que não existe uma categorização pré-estabelecida para a máquina. Nesse caso, o algoritmo deverá ser capaz de identificar padrões e similaridades entre os dados, a fim de sugerir modelos de categorização de informações, ou seja, de agrupamento desses dados em categorias não conhecidas previamente. Pode ser usado, por exemplo, para segmentação de mercado, determinação de público-alvo ou indicações de novos produtos com base no padrão de comportamento de clientes que compraram determinado produto previamente.

Nesse sentido, tanto o supervisionado quanto o não supervisionado exigem uma grande quantidade de dados para treinar os modelos. Já a **aprendizagem por reforço** pode ser feita com poucos dados e espera-se que a máquina seja capaz de aprender por tentativa e erro, comumente baseado no modelo de recompensa para resultados desejados e punição para soluções indesejadas. Quando se usa um algoritmo desse tipo, espera-se que a máquina se torne capaz de perceber e interpretar seu ambiente, além de realizar ações¹⁶. Como uma das aplicações atuais mais usadas de aprendizagem por reforço podemos citar modelos de carros autônomos, comumente treinados em ambientes diversos com modelos de recompensa/punição.



16. *ibid.*



Mais recentemente, uma área de *machine learning* que tem ganhado cada vez mais espaço é o de **aprendizagem profunda**, também conhecido como redes neurais artificiais. Nessa abordagem, os algoritmos se baseiam novamente em grandes quantidades de dados para aprender de uma maneira inspirada no funcionamento dos neurônios. Sua aplicação tem benefícios amplos e pode ajudar a automatizar tarefas e propor análises. Essa abordagem também oferece um benefício especial, pois lida diretamente com o dado bruto sem precisar convertê-lo em formato numérico, ao contrário de outros algoritmos de classificação tradicionais. Pode ter diversas aplicações, como modelos de reconhecimento de fala ou reconhecimento facial, identificação de disseminação de conteúdos falsos em redes sociais, processamento de imagens que auxiliem o diagnóstico por exame, entre outros.

Dentro de cada uma dessas abordagens existe uma série de técnicas específicas desenvolvidas para solucionar problemas particulares. A

figura a seguir ilustra o mapa das abordagens de aprendizado de máquina citando alguns exemplos de técnicas usadas em cada caso.

Figura 3: Abordagens e técnicas de aprendizado de máquina



Fonte: Elaboração própria com base em: KUMAR, 2020.¹⁷

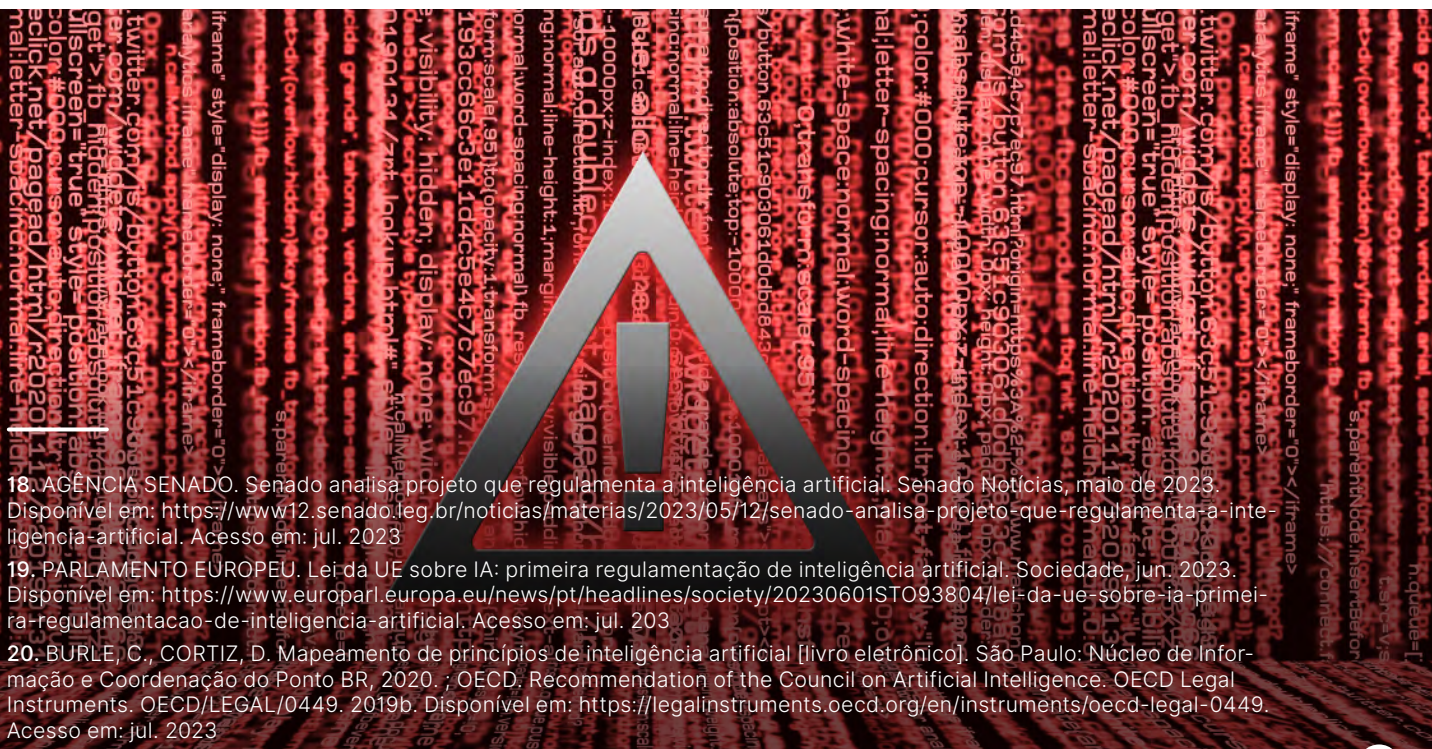
17. KUMAR, A. Great Mind Maps for Learning Machine Learning. Data Analytics, AI, Data, Data Science, Machine Learning, Blockchain, Digital. 2020. Disponível em: <https://vitalflux.com/great-mind-maps-for-learning-machine-learning/>. Acesso em: jun. 2023

Box 1: Os riscos da IA

O uso de inteligência artificial promete uma série de benefícios para sociedade e pode ser, inclusive, uma forte aliada contra fraudes e outros crimes. Contudo, é importante lembrar que a IA é programada sempre por um componente humano e pode ser usada de forma maliciosa ou mesmo criminosa. Por exemplo, modelos de IA generativa (uma técnica de aprendizado de máquina que é capaz de, a partir de dados coletados, gerar conteúdos originais em texto ou em vídeo, por exemplo) podem estar sendo usados para produzir conteúdos de violência ou nudez não consensual, disseminando informações falsas e até mesmo *deep fakes*, imagens mentirosas que parecem reais e criam grandes transtornos nas redes.

Outras questões mais operacionais também precisam ser observadas, pois também apresentam riscos. Mesmo se não usada de forma *a priori* maliciosa, a inteligência artificial pode reforçar vieses indesejados da sociedade ou mesmo se tornar ferramenta de manipulação de massas. Como visto, os modelos de aprendizado de máquina aprendem com os dados disponíveis no *input*, de modo que se esses dados não receberem tratamento adequado, o modelo replicará padrões discriminatórios da sociedade, como vieses de gênero ou raça, por exemplo. Além disso, quando há interação com usuários para geração de novos dados de treinamento, informações mentirosas podem ser tomadas como verdadeiras e alterar a resposta da IA gerando disseminação de informações falsas, manipulando outros usuários. O grande aumento de soluções com IA também chama atenção para a questão da segurança cibernética e de proteção de dados e o alto custo de gerenciamento de largas bases de dados pode levar a um cenário de concentração no setor.

Por tudo isso, autoridades do mundo têm estado atentas ao uso de IA e suas possíveis consequências, positivas e negativas. O debate sobre regulamentação da IA tem ganhado cada vez mais espaço na agenda regulatória dos países, o Brasil, por exemplo, tem um projeto em andamento no Senado¹⁸ e a União Europeia aprovou recentemente a primeira regulação ampla de IA no mundo¹⁹. Além disso, vários setores da sociedade (como governo, empresas privadas, organizações internacionais) têm se pronunciado sobre melhores práticas de IA, fortalecendo o uso da tecnologia com base em princípios como inclusão, equidade, segurança, proteção, transparência, explicabilidade e responsabilidade e outros²⁰. Diante desse movimento, também tem se desenvolvido um campo de estudos voltada especificamente para a questão da ética em IA.



18. AGÊNCIA SENADO. Senado analisa projeto que regulamenta a inteligência artificial. Senado Notícias, maio de 2023. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2023/05/12/senado-analisa-projeto-que-regulamenta-a-inteligencia-artificial>. Acesso em: jul. 2023.

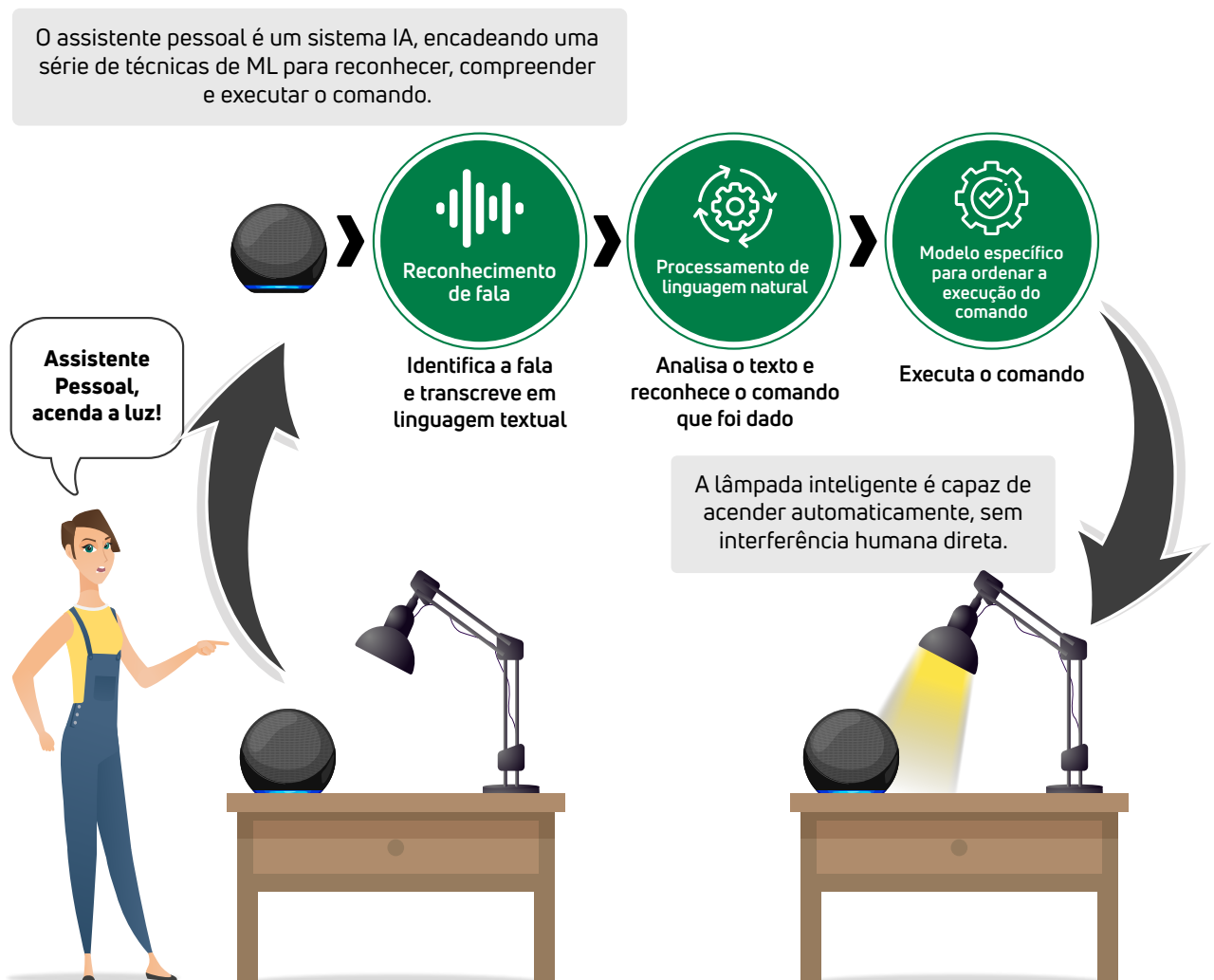
19. PARLAMENTO EUROPEU. Lei da UE sobre IA: primeira regulamentação de inteligência artificial. Sociedade, jun. 2023. Disponível em: <https://www.europarl.europa.eu/news/pt/headlines/society/20230601STO93804/lei-da-ue-sobre-ia-primeira-regulamentacao-de-inteligencia-artificial>. Acesso em: jul. 2023.

20. BURLE, C., CORTIZ, D. Mapeamento de princípios de inteligência artificial [livro eletrônico]. São Paulo: Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR, 2020. ; OECD. Recommendation of the Council on Artificial Intelligence. OECD Legal Instruments. OECED/LEGAL/0449. 2019b. Disponível em: <https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/oecd-legal-0449>. Acesso em: jul. 2023.

É importante notar que não existe uma IA geral, ou seja, um modelo de IA capaz de resolver sozinho diversos tipos de problemas. Dentro de cada uma das abordagens apresentadas existem uma série de técnicas (algumas estão exemplificadas na **Figura 3**) e cada uma delas tem a capacidade de resolver problemas específicos. Para interações mais complexas, é necessário um combinado de técnicas de IA. Por exemplo, no caso de assistentes pessoais,

como a Alexa, Siri ou Google Assistente, quando o usuário dá um comando de voz, uma primeira técnica de reconhecimento de fala será usada para identificar a fala e transcrevê-la em texto. Aí, então, uma outra técnica, provavelmente de processamento de linguagem natural, irá analisar o texto gerado pelo reconhecimento de fala e compreender qual foi o comando dado por você²¹. Um terceiro modelo pode ser usado para executar o comando e assim por diante.

Figura 4: Exemplo de processamento de comando por um assistente pessoal



Fonte: Elaboração própria

Essa combinação de técnicas específicas de inteligência artificial para oferecer soluções mais complexas (como no exemplo da assistente pessoal a capacidade de reconhecer um comando de fala e executá-lo) é chamada “sis-

temas de IA”²² e é dessa forma que, em geral, temos contato com a inteligência artificial no nosso dia a dia, muitas vezes em situações em que nem sabemos que estamos lidando com uma IA.

21. Cortiz, D. 2020. op. cit

22. OECD. 2019a. op. cit

2

IA no nosso dia a dia: potencial de usos no sistema financeiro



Um setor que tem absorvido cada vez mais soluções de IA é o sistema financeiro, onde o uso da tecnologia inteligente tem encontrado espaço desde a análise de risco, até a personalização de produtos, passando pela prevenção de fraudes. Em um setor já altamente baseado no processamento de dados²³, os avanços tecnológicos em IA possibilitam uma redução nos custos de armazenamento e processamento de dados, facilitando o uso do grande volume de dados disponíveis²⁴. A redução dos custos operacionais (via, por exemplo, aprimoramento dos processos de tomada de decisão, automatização de processos, entre outros), além da melhora na análise de informações, faz com que a IA tenha o potencial de estimular a inclusão financeira e o desenvolvimento de produtos e serviços personalizados.

Essa visão é reforçada pela OCDE, que entende que o uso de inteligência artificial nas finanças deve gerar mais vantagens competitivas para as empresas do setor mediante melhora na eficiência, com redução de custo e aumento da produtividade, e da melhora da qualidade dos serviços e produtos ofertados,

cada vez mais adequados ao perfil de cada cliente²⁵. A expectativa é que essas melhoras se traduzam em benefícios ao consumidor, que poderá disfrutar de produtos potencialmente melhores e mais baratos, estimulando, inclusive, a inclusão financeira.

Dessa forma, a IA impacta o funcionamento do sistema financeiro tanto no *front-office*, alterando a forma de se relacionar com o cliente e de fazer operações, quanto no *backoffice*, mudando os modelos de pesquisa de mercado e gerenciamento de riscos, por exemplo, ou mesmo melhorando o sistema de segurança antifraude²⁶.

Atualmente, as principais áreas em que se observa potenciais de aplicação da IA no âmbito do sistema financeiro são:

- 1 investimentos;
- 2 crédito;
- 3 relacionamento com o cliente;
- 4 conformidade regulatória e cibersegurança.

23. UK FINANCE

24. Noreen, U. Attayah Shafique, Zaheer Ahmed, and Muhammad Ashfaq. 2023. "Banking 4.0: Artificial Intelligence (AI) in Banking Industry & Consumer's Perspective" Sustainability 15, no. 4: 3682.

25. OECD. Artificial Intelligence, Machine Learning and Big Data in Finance: opportunities, challenges and implications for policy makers. 2021.

26. WUERMEILING, J. Artificial intelligence (AI) in finance: six warnings from a central banker. Palestra. 2nd Annual FinTech Conference. Brussels, 27 February 2018. Disponível em: <https://www.bis.org/review/r180307d.pdf>. Acesso em: jul. 2023.

Na área de **investimentos**, tecnologias de IA podem ajudar tanto em negociações como em alocação de portfólio²⁷. Com modelos de *machine learning*, é possível fazer uma melhor análise dos dados, identificando tendências e capturando sinais que poderiam passar despercebidos. Assim, os fluxos são otimizados, bem como o gerenciamento de risco. A IA possibilita modelos melhores para decisões de composição de portfólio, melhores modelos preditivos e de análise de impacto. Também pode melhorar as modelagens de negociação e efetuar transações automatizadas, explorando melhor as janelas de oportunidades. Nesse sentido, a IA pode adequar a ordem de operação de forma dinâmica, a partir das condições observadas em tempo real no mercado. Tama- nha agilidade em mercados altamente digita- lizados, como o de ações, pode ser utilizada para aprimorar o gerenciamento de liquidez e melhorar a eficiência das transações²⁸. Um exemplo prático são os robôs *advisors*, algorit- mos que funcionam como assessores virtuais para investidores.

Principais usos de IA na área de investimentos:

- Otimização das análises
- Agilidade/dinâmica nas decisões
- Maior eficiência na alocação de portfólio
- Automação de operações
- Melhor gerenciamento de liquidez



27. FSB. 2017. op. cit

28. OECD. 2021. op. cit

Com relação a área de **crédito** a IA mostra várias potencialidades. A ideia é que modelos de *machine learning* aplicados ao mercado de crédito sejam capazes de reduzir os custos do crédito e facilitar o acesso de clientes que não tenham um longo histórico financeiro para apresentar, logo, gerando inclusão financeira. Isso porque, a IA tem o potencial de melhorar os modelos de avaliação de crédito e também os modelos de gerenciamento de portfólio de empréstimos, levando as instituições financeiras a tomarem decisões mais eficientes na gestão do seu balanço patrimonial. Além de melhorar as análises e os *scores* de crédito, o uso de *machine learning* também pode ser aplicado para melhorar o gerenciamento de seguros, o que deve aumentar a margem de negociação de crédito para as instituições, potencialmente melhorando o acesso de clientes mais “arriscados”²⁹. Assim, as principais aplicações de IA na área de crédito são mais concentradas na parte interna das operações e deve afetar o cliente principalmente em termos de redução de preços e melhores ofertas de produtos.

Principais usos de IA na área de crédito:

- Aprimorar modelos de de avaliação de crédito
- Melhora nos modelos de gerenciamento de empréstimos
- Melhora no modelo de gerenciamento de seguros

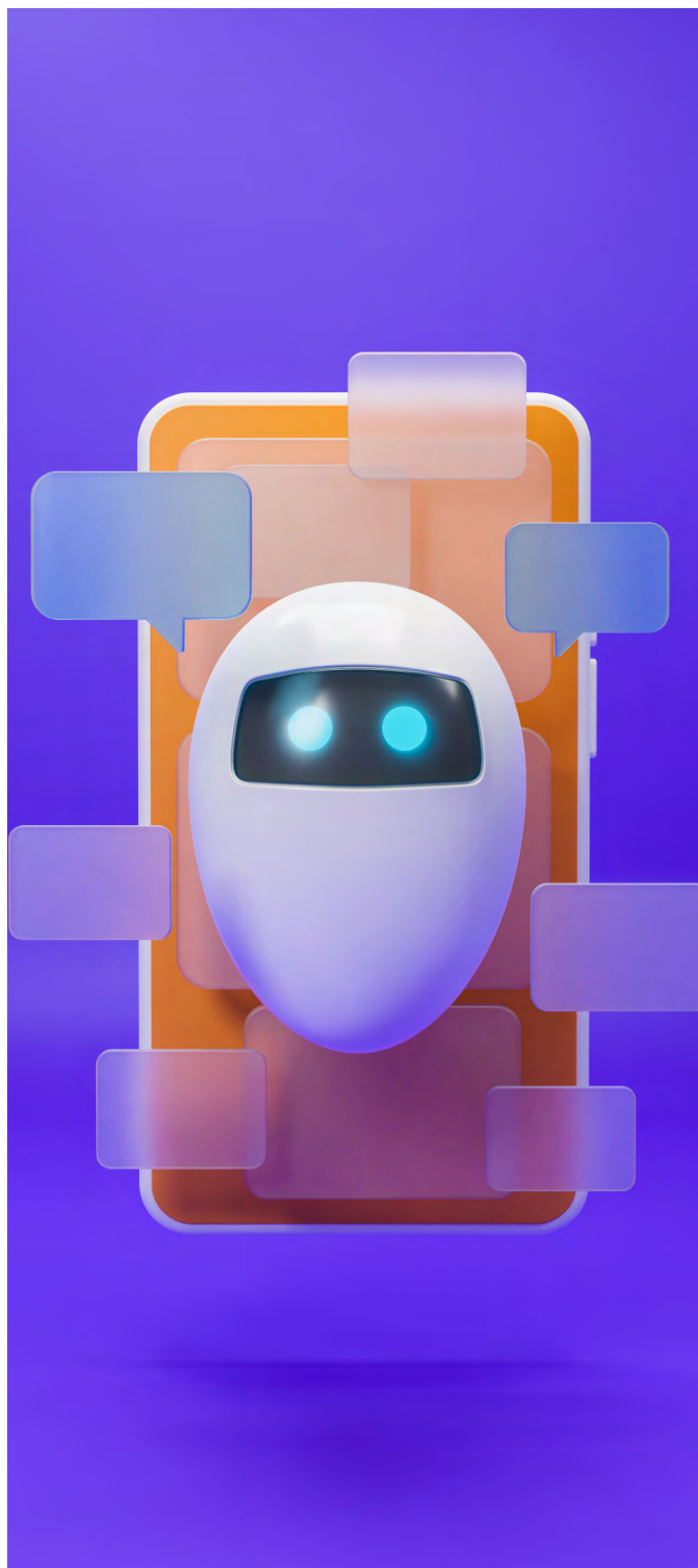


29. FSB. 2017. op. cit

No que tange o **relacionamento com o cliente**, a aplicação de soluções de IA prometem melhorar a experiência do usuário ao identificar o perfil de prioridades para oferta de produtos e serviços personalizados e melhorar a jornada do cliente dentro das plataformas da instituição³⁰, com modelos rápidos e seguros de checagem de identidade³¹. O uso de sistemas de inteligência artificial pode viabilizar até dar ordens de transações para assistentes virtuais, que também poderão sugerir melhores alocações de patrimônio de acordo com o perfil do usuário. A ideia é que, com o uso de IA, as instituições se tornem capazes de identificar as necessidades de cada cliente, criando uma relação mais “próxima” com o usuário. Os atendimentos via chatbot, muito comuns atualmente, e indicações personalizadas de produtos financeiros talvez sejam os exemplos atuais mais próximos do cliente.

Principais usos de ia no relacionamento com o cliente:

- Personalização de produtos e serviços
- Modelos mais eficientes de checagem de identidade
- Chatbots e assistentes de atendimento virtual



30. THE FINANCIAL BRAND. Banks Are Digging Deeper into Potential of Artificial Intelligence. Disponível em: <https://thefinancialbrand.com/news/data-analytics-banking/artificial-intelligence-banking/banks-are-digging-deeper-into-potential-of-artificial-intelligence-140701>. Acesso em: jul. 2023.

31. FSB. 2017. op. cit

Já no que diz respeito à **conformidade regulatória** e **cibersegurança**, a IA promete melhorar modelos de segurança e automatizar ferramentas de compliance. Com relação ao compliance, chama atenção o crescente uso de RegTech, o uso de tecnologia financeira focada em facilitar o compliance com a regulação de forma mais eficaz³², um processo que pode ser fortemente impulsionado com o uso de *machine learning*, que, diante da análise de uma larga base de dados pode codificar as regras de determinado mercado, em um processo de automação de conformidades. A IA também tem o potencial de melhorar métodos de KYC, por meio de mecanismos de checagem e validação de identidade, e modelos detecção de fraudes e outras transações ilegais³³. Além disso, a IA pode ser usada para melhorar modelos de análise de impacto e de risco, melhorando a alocação de capital das instituições e mantendo conformidade com as regras macroprudenciais³⁴. O uso de IA pode aprimorar os testes de estresse das instituições, permitindo a análise de amplas informações, evitando situações de crises inesperadas. Um exemplo de aplicação de IA com essas finalidades mais próximo do público são os sistemas de reconhecimento de pagamentos fraudulentos, que enviam uma mensagem ao dono da conta quando reconhecem uma transação suspeita.

Principais usos de IA em conformidade regulatória e cibersegurança:

- Codificação de regras de conformidade para operações automatizadas
- Melhora de métodos de KYC e de checagem de identidade
- Modelos de detecção de fraude
- Melhora dos modelos de impacto e de risco
- Aprimoramento de testes de estresse



32. FCA. Call for Input: Supporting the development and adoption of RegTech. 2015.

33. FSB. 2017. op. cit

34. FSB. 2017. op. cit

Figura 5: Principais usos de IA por área do setor financeiro

INVESTIMENTOS

- Otimização das análises;
- Agilidade/dinâmica nas decisões;
- Maior eficiência na alocação de portfólio;
- Automação de operações;
- Melhor gerenciamento de liquidez.

CRÉDITO

- Aprimorar modelos de de avaliação de crédito;
- Melhora nos modelos de gerenciamento de empréstimos;
- Melhora no modelo de gerenciamento de seguros.
- Redução do custo de crédito

RELACIONAMENTO COM O CLIENTE

- Personalização de produtos e serviços;
- Modelos mais eficientes de checagem de identidade;
- Chatbots e assistentes de atendimento virtual.

CONFORMIDADE REGULATÓRIA / CIBERSEGURANÇA

- Codificação de regras para operações automatizadas;
- Melhora de métodos de KYC e de checagem de identidade;
- Modelos de detecção de fraude;
- Melhora dos modelos de impacto e de risco;
- Aprimoramento de testes de estresse.

Fonte: Elaboração própria

Podemos falar, ainda, de uma quinta área de uso: a **IA como ferramenta que potencializa a ação dos bancos centrais** (BCs). Isso porque BCs são entidades com acesso a uma enorme quantidade de dados e informações de alto valor sobre estatísticas e operações de mercado, supervisão regulatória, pagamentos e outros³⁵ e o uso de *machine learning* pode potencializar tanto a coleta, como o armazenamento e o processamento desses dados. Técnicas de IA podem ser aplicadas no contexto de BCs, por exemplo, para ajudar a detectar transações específicas (fraudulentas e ilegais, por exemplo) diante de uma quantidade cada vez maior de informações observadas em tempo real. Também pode fornecer modelos de validação altamente automatizados, trazendo mais eficiência para o mercado³⁶.

Modelos de monitoramento de mercado e de análise de risco podem ser aprimorados com o uso de técnicas de IA, o que possibilita melhores *insights* acerca da situação macroeconômica e o estado de fragilidade financeira do sistema. O uso de *machine learning* para gerenciamento de riscos e avaliação de solidez financeira, por exemplo, já é aproveitado por alguns BCs³⁷, que também exploram a IA visando aprimorar seus testes de estresse. Toda essa potencialidade na seleção e no processamento dos dados faz a IA ser uma grande aliada dos BCs no apoio à condução de políticas baseada na análise de dados³⁸. Por fim, técnicas de *machine learning* também podem aperfeiçoar modelos de SupTech, que, de forma análoga à RegTech, utiliza a tecnologia de forma focada em facilitar e tornar mais eficaz o processo de supervisão regulatória.

35. WUERMEILING, J. 2018. op. cit

36. ARAUJO, D. et al. Machine learning applications in central banking. In: Machine learning in central banking. IFC Bulletin N° 57 November 2022. Proceedings of the IFC-Bank of Italy Workshop on “Data Science in Central Banking”, Part 1: Machine learning applications. Rome (virtual event).

37. WUERMEILING, J. 2018. op. cit

38. ARAUJO, D. et al. 2022. op. cit

Figura 6: Principais usos de IA por bancos centrais



Ajuda na identificação de transações fraudulentas e negociações típicas de manipulação de mercado.



Aprimora modelos de análise de mercado, gerenciamento de riscos e testes de estresse, facilitando o acompanhamento do nível de solidez financeira do setor e possibilita melhores insights sobre a situação macroeconômica.



Aperfeiçoamento de modelos de SupTech ajudando a tornar mais eficaz o processo de supervisão regulatória.



Melhora a operação do dia a dia com modelos de validação altamente automatizados, por exemplo, trazendo mais eficiência para o mercado.

Fonte: Elaboração própria



2.1 Riscos da IA para o sistema financeiro

Apesar de tantas potencialidades, como já visto, a IA também pode carregar uma série de riscos, sobretudo quando aplicada de forma desregulamentada e sem supervisão. No âmbito do sistema financeiro o cenário pode ser ainda mais grave, pois a nova tecnologia, além de trazer riscos associados ao seu funcionamento (riscos não financeiros - ver **Box 1**), ainda pode intensificar riscos já existentes no mercado financeiro (riscos financeiros). Dentre os riscos não financeiros, a tendência a decisões viesadas, por exemplo, pode restringir o

acesso a crédito de forma discriminatória ou injusta, comprometendo todo o seu potencial de promover a inclusão, acabando por, na verdade, dificultar o acesso do público a esse serviço financeiro.

Os modelos de IA também são comumente problemáticos com relação à falta de explicabilidade do sistema, de modo que o seu funcionamento pode ser um mistério³⁹. A falta de explicabilidade pode ser comparada à falta de auditabilidade, ou seja, o modelo não é auditável de modo que muitos resultados podem não ser elucidados, dificultando checagens regulatórias e responsabilização em casos de

39. WUERMELING, J. 2018. op. cit

erros. Modelos preditivos também são limitados, e podem gerar interpretações errôneas, de forma que, operações automatizadas a partir desses modelos podem ser problemáticas e têm potencial para desencadear um cenário de instabilidade financeira.

Isso porque o uso desses modelos aumenta a volatilidade dos mercados estimulando movimentos de manada. Modelos de transações automatizadas tendem a ser pró-cíclicos, ou seja, acompanham os movimentos do mercado. Assim, eles estimulam tendências especulativas que podem formar bolhas nos mercados, trazendo grandes potenciais de ganhos em momentos de alta, mas exacerbadas perdas em momentos de baixa, levando a uma crise⁴⁰. Esses modelos também apresentam especial dificuldade de se reestabilizar em momentos de crise, o que pode levar a uma espiral de perdas difícil de superar, caso os modelos respondam por uma parcela relevante do mercado. Para piorar, a automatização também aumenta a relação entre setores diversos da economia, potencialmente aumentando o grau de contágio de uma crise financeira para a economia real.

Os modelos podem, ainda, ser usados para encontrar brechas e promover fugas da regula-

ção vigente ou mesmo para facilitar diretamente transações ilegais de manipulação de mercado⁴¹. Além disso, como já visto, o aumento do uso da IA aumenta o uso de dados e os riscos de ataques cibernéticos e vazamentos de dados, o que é especialmente delicado quando se trata de setor financeiro, pois dados financeiros são considerados informação sensível.

Os riscos que a IA pode trazer e/ou exacerbar no sistema financeiro geram preocupações sobretudo quanto à estabilidade financeira. A falta de um modelo de governança adequado para lidar com questões regulatórias dessa tecnologia e o atual cenário de falta de auditabilidade dos modelos são pontos de especial atenção das autoridades⁴². Por outro lado, como já explicado, ferramentas de inteligência artificial podem ser utilizadas como aliadas para potencializar a atuação de autoridades financeiras. É importante ressaltar, contudo, que, para fazer um bom uso da inteligência artificial, os bancos centrais também precisam estar atentos a questões de segurança de dados e bom uso desses dados (evitando, por exemplo, o reforço de vieses), o que demanda relevantes investimentos em tecnologia e profissionais tecnicamente qualificados.

40. Ibid.

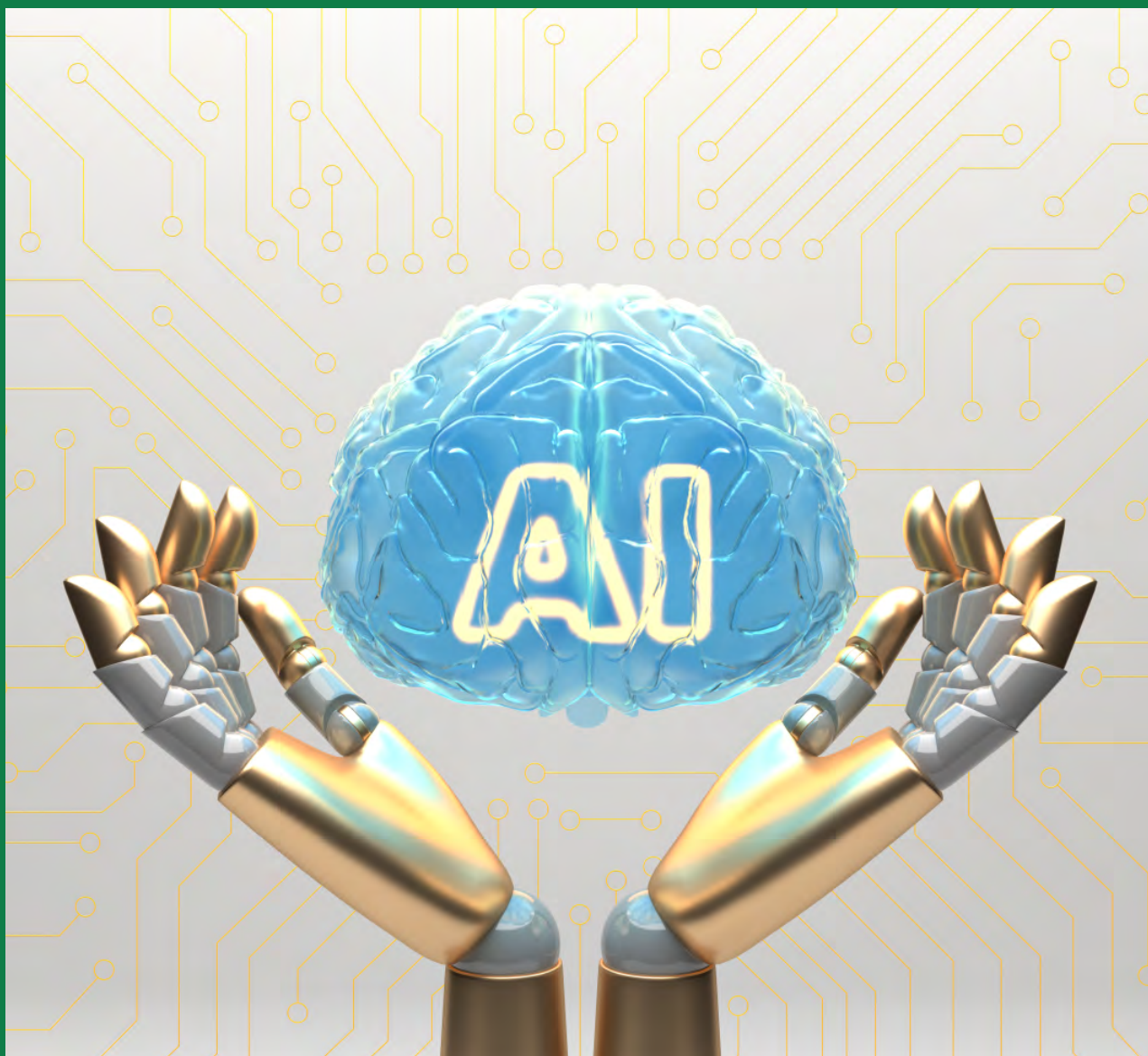
41. OECD. 2021. op. cit

42. WUERMELING, J. 2018. op. cit

3 Propague Análises

A inteligência artificial promete revolucionar a economia, trazendo mais produtividade, rapidez e eficiência para diversos setores. Um dos setores com grande potencialidade na aplicação de IA é o setor financeiro, onde a tecnologia já impacta e promete impactar cada vez mais áreas como investimentos, crédito, relacionamento com o cliente, conformidade regulatória e cibersegurança. Mas, apesar de todo o seu potencial, o campo da IA hoje ainda é majoritariamente não regulado e faltam modelos de governança para lidar diretamente com os riscos da nova tecnologia. É nesse sentido que autoridades pelo mundo têm se preocupado em entender o fenômeno e propor uma institucionalidade capaz de aproveitar os benefícios da IA mitigando seus principais riscos.

Atualmente, diversos países debatem sobre a regulamentação de IA e órgãos internacionais propõem princípios que guiem a utilização da inteligência artificial. Esses princípios, como ética no uso dos dados e auditabilidade dos modelos, devem nortear os processos de criação de marcos regulatórios para IA nos principais países do mundo, em um debate que já está acontecendo atualmente e deve ganhar embalo nos próximos anos. Além disso, outra tendência que se observa e que também deve se intensificar nos próximos anos é a absorção de soluções de inteligência artificial por autoridades oficiais, como já pode ser observado nos casos dos bancos centrais quando se refere ao setor financeiro.



AUTORES

Carlos Ragazzo

Professor da FGV-Rio, Presidente do Conselho do Instituto Propague e Ex-Superintendente Geral do CADE

Morgana Tolentino

Pesquisadora do Instituto Propague e doutoranda em Economia (UFRJ)

Bruna Cataldo

Head de Conteúdo do Instituto Propague e doutoranda em Economia (UFF)

DIAGRAMAÇÃO

Gabriel Madeira

Mais informações: contato@institutopropague.org