

## **Inteligência Artificial e Investigação Científica: uma breve reflexão**

**Luis Borges Gouveia, Universidade Fernando Pessoa [lmbg@ufp.edu.pt](mailto:lmbg@ufp.edu.pt)**

### **Resumo**

A inteligência artificial (IA) está a transformar a investigação científica ao melhorar vários aspetos do processo científico. O impacto notável da IA e a sua capacidade de acelerar a descoberta, simplificar metodologias de investigação e aumentar a produtividade geral da investigação científica, possui um potencial para transformar a investigação moderna.

A integração da IA na investigação científica é marcada por aplicações significativas em vários campos, como a saúde, a química ou a descoberta de materiais. Neste contexto, as ferramentas de IA têm sido utilizadas para acelerar os processos de descoberta de medicamentos e reduzir os prazos de investigação. Adicionalmente, as tecnologias de IA estão a ser cada vez mais implementadas em laboratórios autónomos, capazes de realizar experiências e análises sem intervenção humana, demonstrando o potencial para aumentar a eficiência e a inovação nas práticas de investigação.

Este artigo propõe uma reflexão sobre aplicações e usos da IA, apresentando algumas das questões que estão associadas à sua adoção, nomeadamente as preocupações de natureza ética, as questões de privacidade de dados ou o potencial para diminuir a integridade da investigação. Neste contexto, a colaboração interdisciplinar será vital para garantir que a integração da IA na investigação científica seja tanto inovadora quanto socialmente responsável, promovendo um futuro onde a IA possa contribuir significativamente para os avanços científicos, alinhando-se com os valores humanos.

### **1. Introdução**

Vivemos tempos exponenciais com a aceleração do desenvolvimento da inteligência artificial (IA). Esse desenvolvimento está a originar novas propostas de lidar com a informação e também considerar possibilidades alternativas para praticamente todos os setores da atividade humana e a investigação científica não é exceção, com impacto no processo científico. Originária dos anos 50, a IA evoluiu significativamente juntamente com os avanços no poder de computação e na disponibilidade de dados, permitindo o desenvolvimento de algoritmos e modelos complexos que são agora parte integrante de muitas disciplinas científicas. O impacto que é já verificável da IA é evidente na sua capacidade de acelerar a descoberta, simplificar metodologias de investigação e aumentar a produtividade geral da investigação científica, transformando deste modo o panorama da investigação moderna (UNEP, 2024) (Gerlich, 2023) (Bishop, 2022).

A integração da IA na investigação científica é marcada por aplicações significativas em vários campos, como a saúde, a ciência ambiental e a descoberta de materiais. Por exemplo, as ferramentas de IA têm sido utilizadas para acelerar os processos de descoberta de medicamentos, reduzir os prazos de investigação e aumentar a precisão das previsões na previsão meteorológica, bem como na monitorização ecológica (Maslej, 2022) (DigitalDefyind, 2024) (OCDE, 2023). Em complemento, as tecnologias de IA estão a ser cada vez mais implementadas em laboratórios autónomos, que são capazes de realizar experiências e

análises sem intervenção humana, demonstrando o potencial para aumentar a eficiência e a inovação nas práticas de investigação (Kruft, 2024).

Apesar dos inúmeros benefícios, a utilização da IA na investigação científica levanta também preocupações éticas, incluindo questões de privacidade de dados, enviesamento por via de algoritmos (viés algorítmico) e o potencial para diminuir a integridade da investigação. Os investigadores expressam preocupações sobre a dependência excessiva de dados gerados por IA e os riscos associados ao viés nos modelos de IA, que podem perpetuar desigualdades existentes, também na própria comunidade científica. Além disso, o desafio de garantir transparência e responsabilidade nas aplicações de IA complica ainda mais a integração responsável destas tecnologias em ambientes de investigação (Bishop, 2022) (Wang et al., 2023) (The Royal Society, 2024).

À medida que a IA continua a evoluir, perspectiva-se que desempenhe um papel crítico na resolução de desafios globais, como as alterações climáticas e crises de saúde pública, ao mesmo tempo que exige o estabelecimento de políticas e estruturas que governem a sua utilização ética. A colaboração interdisciplinar será vital para garantir que a integração da IA na investigação científica seja tanto inovadora quanto socialmente responsável, promovendo um futuro onde a IA possa contribuir significativamente para os avanços científicos, alinhando-se com os valores humanos (Restack, 2023).

## **2. O desenvolvimento da IA**

A inteligência artificial (IA) tem uma história rica que abrange várias décadas, começando nos anos 50 com formas rudimentares da tecnologia. O desenvolvimento inicial da IA foi impulsionado pela ambição de criar máquinas capazes de imitar funções cognitivas humanas. Os primeiros avanços significativos mais recentes, ocorreram juntamente com a evolução do poder de computação e da disponibilidade de dados, que foram cruciais para o treino de modelos de IA (UNEP, 2024). A estes dois elementos não é alheia a disponibilidade de informação acessível em formato digital que pode ser utilizada para treinar grandes modelos de linguagem e assim ganhar escala e complexidade na oferta de capacidades emergentes que estes mesmos modelos oferecem, de um modo cada vez mais sofisticado (Lee, 2018).

### **2.1 Desenvolvimentos Iniciais**

A fase inicial da investigação em IA foi caracterizada por sistemas baseados em regras e raciocínio simbólico, onde cientistas da computação como Alan Turing e John McCarthy lançaram as bases. O trabalho seminal de Turing, incluindo o Teste de Turing, procurou definir os limites da inteligência das máquinas. McCarthy, que é frequentemente creditado como o proponente do termo “inteligência artificial”, organizou a primeira conferência de IA no Dartmouth College em 1956, marcando o nascimento oficial do campo (Gerlich, 2023).

### **2.2 Paradigmas da Descoberta Científica na IA**

Kai-Fu Lee descreve três paradigmas principais no desenvolvimento da inteligência artificial (Lee, 2018):

- A IA da Internet AI: este paradigma utiliza grandes quantidades de dados gerados por utilizadores da Internet para treinar algoritmos de IA. Exemplos incluem mecanismos de recomendação em plataformas como a Amazon e a Netflix;
- A IA de negócio: focada em otimizar processos empresariais, este paradigma aplica a IA para melhorar a eficiência e a tomada de decisão em setores tão diversos como as finanças, a saúde e a manufatura.
- A IA percetiva: Este paradigma envolve a capacidade das máquinas de entender e interpretar o mundo ao seu redor através de sensores, câmaras e outros dispositivos.

Por sua vez, Jim Gray, vencedor do Prémio Turing, identificou quatro paradigmas na evolução da descoberta científica, que têm paralelos no desenvolvimento da IA. O primeiro paradigma era puramente empírico, baseado na observação direta. Este foi seguido por um segundo paradigma que introduziu modelos teóricos e generalizações, semelhante à forma como a IA progrediu de algoritmos simples para redes neurais complexas capazes de lidar com grandes quantidades de dados e aprender com eles. O terceiro paradigma, designado por computacional, toma o uso de simulações de computador para o estudo de fenómenos complexos. Por último, o quarto paradigma é o da exploração dos dados que recorre à análise de grandes quantidades de dados, unificando teoria, experiências e simulação (Gao e Wang, 2023).

### 2.3 Avanços Recentes

As últimas duas décadas testemunharam uma explosão nas capacidades da IA, impulsionada principalmente por técnicas de aprendizagem profunda e avanços no hardware. A proporção de empresas que adotam a IA estabilizou, mas aquelas que a integraram nas suas operações viram benefícios significativos, como reduções de custos e aumento de receitas (Office of Science Policy, 2023). Esta transformação reflete-se em setores diversos, incluindo saúde, finanças e políticas públicas, demonstrando a capacidade da IA para remodelar indústrias e impulsionar a inovação (Gerlich, 2023) (Maslej, 2022). Além disso, a integração da IA na investigação científica está a tornar-se cada vez mais vital. Ela auxilia na geração de hipóteses, análise de dados e até mesmo no processo de revisão por pares, mostrando o seu potencial para aumentar a eficiência dos fluxos de trabalho científicos (Bishop, 2022). A urgência de alcançar metas como emissões líquidas zero amplificou ainda mais a procura por IA (e soluções que incorporam IA) na descoberta de materiais e monitorização ambiental, enfatizando o papel crítico que a IA continuará a desempenhar no avanço do conhecimento científico e na resolução de desafios globais (UNEP, 2024), pelo menos, com muito do financiamento e da aposta estratégica focada no uso intensivo desta tecnologia (Maslej, 2022).

### 3. Impacto da IA na Investigação Científica

A inteligência artificial (IA) está a transformar cada vez mais o panorama da investigação científica ao melhorar vários aspetos do processo científico, desde a geração de hipóteses até à análise de dados. Esta integração não só acelera o ritmo da descoberta, mas também remodela metodologias e considerações éticas dentro da comunidade científica.

Em especial, é possível considerar os seguintes aspetos associados com o impacto da IA:

- **Aceleração da Descoberta:** uma das principais aplicações da IA na investigação científica é a aceleração da descoberta. Ferramentas de IA generativa têm sido empregadas para acelerar a identificação e desenvolvimento de inibidores moleculares pequenos para tratar doenças infecciosas e para descobrir novos materiais para armazenamento de energia (DigitalDefyind, 2024). Estes avanços reduzem os prazos tradicionais de descoberta de anos para meros meses, demonstrando a capacidade da IA para simplificar eficazmente os processos de investigação (DigitalDefyind, 2024) (OCDE, 2023);
- **Análise de dados e design de experiências:** as tecnologias de IA, incluindo a aprendizagem profunda e os modelos de linguagem de grande escala, facilitam a geração de hipóteses, o design de experiências e a interpretação de conjuntos de dados complexos (Chandrasekar, 2023) (OCDE, 2023). Por exemplo, os sistemas de IA podem processar grandes quantidades de dados não estruturados, permitindo que os investigadores extraiam insights significativos que seriam difíceis de alcançar através de métodos convencionais (no contexto da ciência dos dados, insights são entendidos como percepção ou compreensão de padrões ou características de conjunto de dados não aparentes). O uso de aprendizagem supervisionada e da aprendizagem profunda geométrica melhora a precisão e eficiência dos modelos ao aproveitar as estruturas inerentes dos dados científicos (OCDE, 2023);
- **Laboratórios autónomos:** o desenvolvimento de laboratórios automatizados, como o A-Lab, exemplifica como a IA está a transformar a ciência dos materiais. Esses sistemas podem sintetizar materiais autonomamente e realizar análises em tempo real, otimizando significativamente o processo de descoberta (Kruft, 2024). Ao integrar previsões de IA para orientar a seleção de materiais, os investigadores podem explorar uma gama mais ampla de candidatos para novos materiais, aumentando assim o ritmo da inovação no campo (Kruft, 2024);
- **Colaboração interdisciplinar:** à medida que as ferramentas de IA se tornam mais prevalentes na investigação científica, a importância da colaboração interdisciplinar também aumenta. Investigadores em química, ciência de dados e ética são incentivados a trabalhar em conjunto para garantir que a IA esteja a ser utilizada de forma responsável e eficaz em ambientes de investigação. Estabelecer estruturas robustas para a aplicação ética da IA pode ajudar a prevenir potenciais enviesamentos e promover metodologias diversificadas na investigação científica (Kruft, 2024) (Pazzanese, 2023).

#### **4. Direções Futuras para a IA na investigação científica**

Apesar dos benefícios significativos que a IA traz para a investigação científica, permanecem desafios, particularmente na manutenção da integridade da investigação e na abordagem de distorções e enviesamentos cognitivos que podem surgir da dependência excessiva de dados gerados por IA (Kruft, 2024). As direções futuras para a IA na investigação científica incluem o desenvolvimento de laboratórios inteligentes que utilizam IA, automação de laboratórios e robótica para conduzir experiências de modo autónomo. Estas inovações visam a automação total do processo de investigação, marcando assim uma mudança notável na forma como a investigação científica é conduzida (Pazzanese, 2023).

Quais os benefícios da IA na Investigação Científica? A inteligência artificial (IA) tem-se tornado cada vez mais integrada na investigação científica, oferecendo inúmeros benefícios que

umentam a produtividade, inovação e acessibilidade em vários campos. O uso generalizado da IA tem sido notado por acelerar particularmente os esforços de investigação desde 2015, com diversos estudos a mostrar que artigos que incorporam IA tendem a ser mais citados, indicando que são frequentemente mais influentes tanto dentro como fora das suas respetivas comunidades científicas de origem (Wang et al., 2023).

É possível enumerar um conjunto de benefício que resultam do recurso à IA no contexto da investigação científica:

- Aumento da produtividade da investigação: as tecnologias de IA, como os algoritmos de aprendizagem automática, constituem uma esperança para aumentar significativamente a produtividade da investigação científica (Bishop, 2022). Esses sistemas inteligentes podem servir como assistentes de investigação, simplificando tarefas que tradicionalmente consomem tempo e recursos substanciais. Por exemplo, a IA pode ajudar os investigadores ao automatizar revisões de literatura, auxiliar na análise de dados e até mesmo na preparação de propostas de subsídios, reduzindo assim o tempo gasto nesses processos frequentemente fastidiosos (Chandrasekar, 2023). Estes avanços podem mitigar o tempo que os cientistas gastam em candidaturas a subsídios não financiados, que se estima consumir coletivamente centenas de anos de tempo dos investigadores (Bishop, 2022) – a burocracia pode ser uma das áreas que mais facilmente e de forma mais neutra poderá beneficiar dos automatismos inteligentes oferecidos pela tecnologia;
- Facilitação da inovação e da acessibilidade: a capacidade da IA para processar e analisar grandes quantidades de dados permite a identificação de novos padrões e insights que podem ser perdidos ou não detetados por investigadores humanos. Tal pode levar a descobertas inovadoras em áreas críticas como, por exemplo, como as alterações climáticas, saúde pública e doenças relacionadas com o envelhecimento (Bishop, 2022). Adicionalmente, as ferramentas de IA podem tornar a investigação científica mais acessível a não especialistas, democratizando o conhecimento e promovendo uma participação mais ampla na investigação científica (Bishop, 2022). Ao reduzir as barreiras de entrada, a IA pode encorajar uma gama mais diversificada de contribuintes para a comunidade científica (alargando e diversificando os protagonistas e os candidatos a cientistas);
- Abordagem das desigualdades e disparidades: embora a IA tenha o potencial de melhorar os resultados da investigação, também apresenta desafios relacionados com a equidade. Os benefícios da IA na investigação científica não são distribuídos uniformemente entre diferentes grupos demográficos ou disciplinas. A investigação indica que campos com maior representação de mulheres ou cientistas de certas minorias, frequentemente veem menos vantagens dos avanços da IA, o que pode exacerbar as desigualdades existentes no panorama científico (Wang et al., 2023). Assim, garantir o acesso equitativo aos recursos e formação em IA é crucial para maximizar os seus benefícios em todas as disciplinas científicas;
- Simplificação da governança da investigação: as aplicações de IA na governança da investigação estão a ser exploradas, particularmente em áreas como a revisão por pares. Ao automatizar partes do processo de revisão por pares, a IA pode reduzir a carga sobre os revisores humanos e aumentar a eficiência das avaliações de manuscritos. Estudos mostraram que os modelos de IA podem prever os resultados da revisão por pares com precisão razoável, potencialmente ajudando a identificar submissões de qualidade enquanto reduzem o tempo e os custos associados aos

processos tradicionais de revisão por pares (Bishop, 2022). No entanto, esta oportunidade também promove preocupações éticas sobre o enviesamento, reforçando a necessidade de uma implementação e supervisão cuidadosas.

## 5. Desafios e Limitações

A integração da inteligência artificial (IA) na investigação científica apresenta um amplo e alargado leque de desafios e limitações que devem ser abordados para garantir o uso responsável dessas tecnologias. Entre estes, destaque para os seguintes:

- Privacidade de dados e questões éticas: um desafio significativo envolve a privacidade de dados e a gestão ética de informações sensíveis. A Lei de Portabilidade e Responsabilidade de Seguros de Saúde (HIPAA) estabelece diretrizes para proteger a privacidade e a segurança dos dados de saúde utilizados na investigação, incluindo a investigação envolvendo IA (Maher, 2020). O equivalente norte-americano ao regulamento geral de proteção de dados (RGPD) da União Europeia. Nestes contextos, divulgações não autorizadas de dados podem levar a violações de várias políticas destinadas a proteger os sujeitos humanos, dado sensíveis, que vão além dos dados clínicos, o que obriga a requisitos de consentimento informado e à conformidade para investigação envolvendo participantes humanos (Maher, 2020). O uso de Certificados de Confidencialidade restringe ainda mais a divulgação de informações de investigação identificáveis, enfatizando a necessidade de consideração cuidadosa ao partilhar dados, especialmente em aplicações de IA (Maher, 2020);
- Viés algorítmico e questões de transparência: outra limitação importante é o risco de enviesamento inerente aos algoritmos de IA. Os investigadores expressaram preocupações de que a IA possa perpetuar vieses existentes e introduzir novas formas de discriminação nos resultados científicos (Bishop, 2022). A falta de transparência em modelos de IA proprietários, particularmente aqueles desenvolvidos por grandes empresas, dificulta a responsabilidade e a capacidade de escrutinar as conclusões geradas pela IA. Adicionalmente, conjuntos de dados públicos limitados na investigação médica podem resultar em resultados de IA aparentemente de alto desempenho, mas fundamentalmente imperfeitos e com falhas, levantando questões sobre a fiabilidade das conclusões derivadas dessas tecnologias (The Royal Society, 2024);
- Aplicabilidade no mundo real: a eficácia dos modelos de IA também pode ser comprometida por discrepâncias entre as condições de treino e os cenários do mundo real. Os investigadores destacam desafios relacionados com a generalização dos modelos de IA, particularmente quando esses modelos não conseguem contabilizar variações extensas em ambientes do mundo real até à sua implementação real (The Royal Society, 2024). Esta falha pode levar a obstáculos significativos na aplicação prática, como exemplificado pelas dificuldades encontradas no diagnóstico de condições como o transtorno do espectro do autismo com recurso a IA (The Royal Society, 2024).
- Governança e responsabilidade: as estruturas de governança para a IA na investigação científica permanecem subdesenvolvidas. Existe uma necessidade urgente de avaliações ex-ante e em tempo real dos impactos tecnológicos nas práticas de investigação para entender melhor a dinâmica da integração da IA na ciência (Bishop, 2022). Em complemento, o estabelecimento de foras independentes para um diálogo

contínuo sobre essas mudanças é essencial para garantir que as decisões de financiamento e políticas reflitam a natureza evolutiva do trabalho científico e as suas implicações para a produtividade e cultura da investigação (Bishop, 2022).

## 6. Estudos de Caso

A inteligência artificial (IA) demonstrou o seu potencial transformador em vários setores, particularmente na investigação e descoberta científica. Vários estudos de caso ilustram as formas como a IA é utilizada para abordar desafios complexos e melhorar processos dentro do campo:

- IA na Descoberta de Medicamentos: um exemplo proeminente é a Roche, uma empresa farmacêutica líder, que integrou a IA para simplificar o processo de desenvolvimento de medicamentos. Ao empregar a IA para analisar dados médicos e simular interações de medicamentos, a Roche acelerou significativamente a descoberta de medicamentos, permitindo a identificação mais rápida de candidatos terapêuticos potenciais. Esta abordagem não só reduziu o tempo necessário para o desenvolvimento tradicional de medicamentos, mas também minimizou os custos associados, destacando a eficiência que a IA pode trazer para a indústria farmacêutica (Maslej, 2022);
- Melhoria da previsão meteorológica: a The Weather Company utiliza a IA para melhorar a precisão das previsões meteorológicas. Ao analisar dados de sensores meteorológicos, satélites e padrões históricos, os modelos de IA identificam tendências e anomalias que melhoram a precisão das previsões. Esta precisão melhorada é crucial para indústrias como a agricultura e o transporte, onde uma melhor preparação para eventos meteorológicos pode levar a um planeamento e medidas de segurança mais eficazes (Maslej, 2022);
- IA Generativa na descoberta científica: a IA generativa emergiu como uma ferramenta poderosa para descobertas científicas ousadas, exemplificada pelas suas aplicações na investigação de inibidores moleculares pequenos para tratar doenças infecciosas e na descoberta de novos materiais para armazenamento de energia. Os investigadores conseguem assim, reduzir os tempos de descoberta de anos para meses, reforçando o papel da IA generativa para acelerar o processo científico, ao mesmo tempo que levantam considerações para práticas seguras e responsáveis na sua implementação (DigitalDefyind, 2024).

## 7. A dimensão ética e oportunidades

Que considerações Éticas devem ser consideradas na Utilização da IA? à medida que a IA assume um papel maior na tomada de decisão em vários setores, surgem preocupações éticas sobre o seu impacto e as implicações resultantes (OCDE, 2023). O potencial da IA para mudar o panorama da investigação exige uma consideração cuidadosa das suas capacidades e limitações. Isso inclui garantir que os modelos de IA sejam treinados em conjuntos de dados diversificados e que os seus resultados sejam interpretáveis, particularmente em áreas de alto risco, como a saúde, onde a IA pode auxiliar no diagnóstico e planeamento de tratamentos (Alram e Yang, 2023). Os estudos de caso referidos refletem as diversas aplicações da IA na

investigação científica, ilustrando tanto os seus potenciais benefícios quanto as considerações éticas que acompanham a sua integração em processos críticos.

No entanto, estamos ainda no início de toda a transformação esperada para a IA. Diversas avenidas de desenvolvimento futuro podem ser consideradas, nomeadamente e a título de exemplo:

- Avanços na monitorização ambiental: a integração da inteligência artificial (IA) na ciência ambiental tem um grande potencial para prever e gerir transições ecológicas. Compreender comportamentos ambientais passados, como o uso da terra e da água e práticas agrícolas, pode ajudar a detetar mudanças significativas e subtis que podem ter impactos de grande alcance (Restack, 2023). A capacidade da IA para analisar vastos conjuntos de dados permite identificar padrões e anomalias, o que é inestimável para monitorizar condições ambientais e ajudar várias partes interessadas a tomar decisões sustentáveis (UNEP, 2024). Por exemplo, organizações como o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP) utilizam tecnologias de IA para monitorizar as emissões de gases de efeito estufa, melhorando os esforços para combater as alterações climáticas (UNEP, 2024) (Canadian Science Policy Centre, s/d);
- Melhoria da investigação científica: a IA está a transformar rapidamente a investigação científica em várias disciplinas, promovendo a inovação e aumentando a produtividade (Bishop, 2022). As capacidades dos sistemas de IA avançaram dramaticamente, permitindo que os investigadores utilizem esta tecnologia de forma nova e criativa (Alram e Yang, 2023). A adoção da IA pode abordar desafios globais, como as alterações climáticas e crises de saúde pública, melhorando a eficiência e a precisão das metodologias de investigação (Bishop, 2022). Adicionalmente, o uso da IA na gestão de conjuntos de dados complexos com características temporais e espaciais diversas continua a ser um foco crítico de investigação (Restack, 2023);
- Política e regulação: à medida que a IA continua a evoluir, o estabelecimento de políticas que facilitem a sua integração na investigação científica é fundamental. Não é apenas no contexto europeu que verificamos a existência de iniciativas legislativas. Por exemplo, no contexto do Canadá, o aumento das medidas legislativas que abordam a IA, passando de apenas um projeto de lei em 2016 para 37 em 2022, indica uma crescente consciência das suas implicações sociais (Office of Science Policy, s/d). As políticas futuras devem não apenas assegurar o governo do uso ético da IA, mas também orientar a escolha de abordagens estatísticas que otimizem os seus benefícios em relação aos métodos tradicionais (IUPAC, 2023). Este quadro regulatório é essencial para aproveitar todo o potencial da IA na investigação científica, ao mesmo tempo que aborda os riscos inerentes associados à sua implementação – embora a regulamentação seja um tema de grande controvérsia sobre se, nesta fase ainda com significativa atividade de inovação, se justifica legislação detalhada sobre IA, a sua avaliação de risco e os seus processos. A posição da União Europeia é pioneira na regulamentação com o ato de inteligência artificial, que define e avalia o risco da aplicação da IA e regula quais as aplicações permitidas face a esse risco (EU, 2024);
- Educação e literacia em IA: a contínua Quarta Revolução Industrial sublinha a necessidade de inovação educacional que incorpore a literacia em IA (Canadian Science Policy Centre, s/d). À medida que a IA permeia vários setores, equipar os alunos com conhecimentos e competências relacionadas com a IA torna-se crucial para o seu sucesso como cidadãos informados (Alram e Yang, 2023). As estratégias educacionais futuras devem focar-se na integração da IA nos currículos de ciências

exatas, mas também em humanidades, para preparar os estudantes para um mundo cada vez mais influenciado por estas tecnologias. Esta abordagem pode ajudar a colmatar a lacuna entre os avanços tecnológicos e as competências necessárias para as navegar eficazmente (*Canadian Science Policy Centre, s/d*);

- Colaboração interdisciplinar: o futuro da IA na investigação científica também dependerá da colaboração interdisciplinar entre vários campos, incluindo a ciência da computação, a ciência ambiental e as ciências sociais e até mesmo campos que até agora eram distanciados da tecnologia, como é o caso da filosofia. Ao reunir conhecimentos e recursos, os investigadores podem desenvolver modelos de IA mais robustos que abordem desafios complexos, desde a mitigação das alterações climáticas até às crises de saúde (Bishop, 2022). Tal colaboração é necessária para garantir que os sistemas de IA não sejam apenas tecnicamente avançados, mas também socialmente responsáveis e alinhados com os valores humanos (Restack, 2023).

## 8. Comentários finais

A inteligência artificial (IA) está a transformar a investigação científica ao melhorar vários aspetos do processo científico, incluindo a geração de hipóteses, a análise de dados e o design de experiências. Desde os anos 50, a IA evoluiu significativamente, permitindo o desenvolvimento de novo e crescente trabalho científico. O impacto notável da IA é evidente na sua capacidade de acelerar a descoberta, simplificar metodologias de investigação e aumentar a produtividade geral da investigação científica, transformando assim o panorama da investigação moderna.

A integração da IA na investigação científica é marcada por aplicações significativas em vários campos com o potencial para aumentar a eficiência e a inovação nas práticas de investigação. Apesar dos seus inúmeros benefícios, a utilização da IA na investigação científica levanta preocupações éticas, incluindo questões de privacidade de dados, enviesamento algorítmico e o potencial para diminuir a integridade da investigação.

À medida que a IA continua a evoluir, promete desempenhar um papel crítico na resolução de desafios globais. A colaboração interdisciplinar será vital para garantir que a integração da IA na investigação científica seja tanto inovadora quanto socialmente responsável, promovendo um futuro onde a IA possa contribuir significativamente para os avanços científicos, alinhando-se com os valores humanos.

Estamos assim, ainda no início de um processo de transformação que vai convocar todos os cientistas a rever as suas crenças e a incorporar novas propostas que assegurem não apenas um desenvolvimento maior, mas um desenvolvimento que seja mais sustentado e mais humano, preservando a capacidade dos seres humanos, em conjunto, continuarem a liderar os processos criativos e, no caso, o processo de investigação científica.

## Referências bibliográficas

Akram, M., & Yang, X. (2023). Integrating artificial intelligence into science lessons: Teachers' perspectives. *International Journal of STEM Education*. Disponível em

Gouveia, L. (2024). *Inteligência Artificial e Investigação Científica*. Conferência Inaugural. Dia do Investigador. Centro de Estudos Organizacionais e Sociais do Politécnico do Porto. CEOS.PP Diceo24. 5 de Dezembro. IPP-ISCAP, Porto.

<https://stemeducationjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s40594-023-00454-3>. Consultado em [04/12/2024].

Bishop, C. (2022). AI4Science to empower the fifth paradigm of scientific discovery. Microsoft Research. Disponível em <https://www.microsoft.com/en-us/research/blog/ai4science-to-empower-the-fifth-paradigm-of-scientific-discovery/>. Consultado em [04/12/2024].

Canadian Science Policy Centre. (s/d). Artificial intelligence in scientific research: Common problems and potential solutions. Disponível em <https://sciencepolicy.ca/posts/artificial-intelligence-in-scientific-research-common-problems-and-potential-solutions/>. Consultado em [04/12/2024].

Chandrasekar, S. (2023). Challenges and solutions in AI-driven scientific research. AzoAi. Disponível em <https://www.azoai.com/news/20231210/Challenges-and-Solutions-in-AI-Driven-Scientific-Research.aspx>. Consultado em [04/12/2024].

DigitalDefynd. (2024). 40 detailed artificial intelligence case studies. Disponível em <https://digitaldefynd.com/IQ/artificial-intelligence-case-studies/>. Consultado em [04/12/2024].

European Commission. (2024). Artificial Intelligence Act. Official Journal of the European Union. Disponível em <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52021PC0206https://artificialintelligenceact.eu/the-act/https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/3bddb039-909e-11ed-b508-01aa75ed71a1/language-en>. Consultado em [04/12/2024].

Gao, J., & Wang, D. (2023). Quantifying the benefit of artificial intelligence for scientific research. *arXiv preprint arXiv:2304.10578*.

Gerlich, M. (2023). Perceptions and acceptance of artificial intelligence: A multi-dimensional study. Disponível em [https://www.academia.edu/111532399/Perceptions\\_and\\_Acceptance\\_of\\_Artificial\\_Intelligence\\_A\\_Multi\\_Dimensional\\_Study](https://www.academia.edu/111532399/Perceptions_and_Acceptance_of_Artificial_Intelligence_A_Multi_Dimensional_Study). Consultado em [04/12/2024].

IUPAC. (2023). IUPAC's 2023 top ten emerging technologies in chemistry. Chemistry International. Disponível em <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/ci-2023-0403/html>. Consultado em [04/12/2024].

Lee, K.-F. (2018). *AI superpowers: China, Silicon Valley, and the new world order*. Houghton Mifflin Harcourt.

Maher, K. (2020). Environmental intelligence: Applications of AI to climate change, sustainability, and environmental health. Stanford HAI. Disponível em <https://hai.stanford.edu/news/environmental-intelligence-applications-ai-climate-change-sustainability-and-environmental>. Consultado em [04/12/2024].

Maslej, N. (2023). 2023 AI Index: A year of technical achievement, newfound public scrutiny. Stanford HAI. Disponível em <https://hai.stanford.edu/news/2023-ai-index-year-technical-achievement-newfound-public-scrutiny>. Consultado em [04/12/2024].

OECD (2023), *Artificial Intelligence in Science: Challenges, Opportunities and the Future of Research*, OECD Publishing, Paris. Disponível em <https://doi.org/10.1787/a8d820bd-en>. Consultado em [04/12/2024].

Gouveia, L. (2024). *Inteligência Artificial e Investigação Científica*. Conferência Inaugural. Dia do Investigador. Centro de Estudos Organizacionais e Sociais do Politécnico do Porto. CEOS.PP Diceo24. 5 de Dezembro. IPP-ISCAP, Porto.

Kruft, B. (2024). AI case studies for natural science research. Microsoft Research. Disponível em <https://www.microsoft.com/en-us/research/video/ai-case-studies-for-natural-science-research-with-bonnie-kruft/>. Consultado em [04/12/2024].

Office of Science Policy. (s/d). Artificial intelligence. Disponível em <https://osp.od.nih.gov/policies/artificial-intelligence/>. Consultado em [04/12/2024].

Pazzanese, C. (2020). Ethical concerns mount as AI takes bigger decision-making role. Harvard Gazette. Disponível em <https://news.harvard.edu/gazette/story/2020/10/ethical-concerns-mount-as-ai-takes-bigger-decision-making-role/>. Consultado em [04/12/2024].

Restack. (2023). AI advancements in chemistry research 2023. Blog post 12/2/24. Disponível em <https://www.restack.io/p/ai-advanced-materials-discovery-answer-ai-chemistry-2023-cat-ai>. Consultado em [04/12/2024].

The Royal Society. (2024). Science in the age of AI: How artificial intelligence is changing the nature and method of scientific research. Report. Disponível em <https://royalsociety.org/news-resources/projects/science-in-the-age-of-ai/>. Consultado em [04/12/2024].

UNEP. (2024). AI has an environmental problem. Here's what the world can do about it. United Nations Environment Programme. Disponível em <https://www.unep.org/news-and-stories/story/ai-has-environmental-problem-heres-what-world-can-do-about>. Consultado em [04/12/2024].

Wang, H., Fu, T., Du, Y., Gao, W., Huang, K., Liu, Z., Chandak, P., Liu, S., Van Katwyk, P., Deac, A., Anandkumar, A., Bergen, K., Gomes, C. P., Ho, S., Kohli, P., Lasenby, J., Leskovec, J., Liu, T. Y., Manrai, A., Marks, D., Ramsundar, B., Song, L., Sun, J., Tang, J., Veličković, P., Welling, M., Zhang, L., Coley, C. W., Bengio, Y., & Zitnik, M. (2023). Scientific discovery in the age of artificial intelligence. *Nature*, 620(7972), 47-60. Disponível em <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06221-2>. Consultado em [04/12/2024].

Nota: Conceção, edição e organização pelo autor. O texto produzido com auxílio de diversas ferramentas digitais por operação do autor: *MS Word* (edição e formatação); *Mendeley* (gestão de referências); *MS CoPilot* (Pesquisa, tradução e confirmação de fontes); Pesquisas adicionais e produção inicial de conteúdo (*Stanford Storm*).