

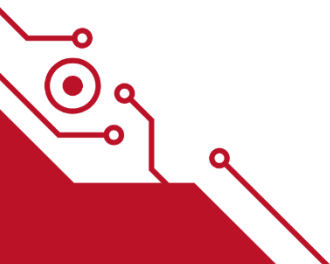
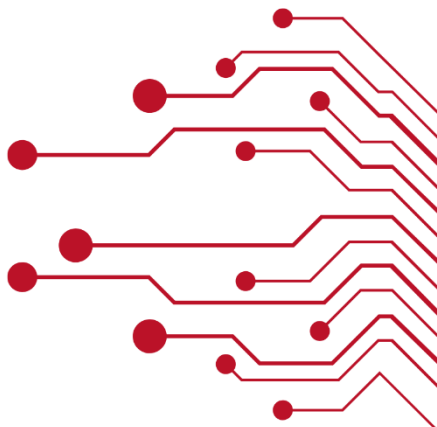
Capítulo 12

Inteligência Artificial e os Novos Ambientes de Ensino e Aprendizagem

Carina Rodrigues



10.47247/TMLT/6063.058.1.13

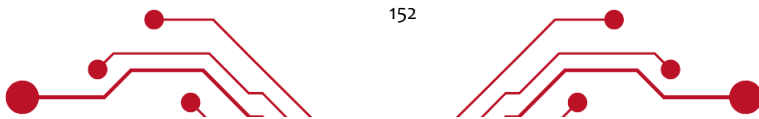


Introdução

Grande parte dos aplicativos digitais disponíveis atualmente para os professores, as chamadas Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), baseia-se em ferramentas que integram Inteligência Artificial (IA). Diversas organizações internacionais, tais como a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE) e a Comissão Europeia (CE), têm vindo a desenvolver orientações e políticas para uma escola mais adequada à sociedade digital, capaz de responder aos desafios do futuro (Comissão Europeia, 2020; OCDE, 2019; UNESCO, 2019). Na conferência Internacional sobre Inteligência Artificial e Educação, organizada pela UNESCO em Pequim (China), em maio de 2019, resultou um importante conjunto de princípios e recomendações que visam orientar e apoiar os países na integração da inteligência artificial nos seus sistemas educacionais, promovendo uma abordagem ética e inclusiva (UNESCO, 2019).

O conceito de IA surge em meados do século XX, mas teve um crescimento significativo nas últimas duas últimas décadas, impulsionado por avanços tecnológicos, como o aumento da capacidade computacional, o acesso a grandes conjuntos de dados (com a digitalização) e algoritmos mais sofisticados. As primeiras referências à IA remontem ao trabalho de Alan Turing na década de 1930, no entanto, só em 1950 Turing publicou um artigo intitulado "Computing Machinery and Intelligence" na revista *Mind*, onde ele faz a pergunta: "As máquinas podem pensar?" (Turing, 1950). Também desenvolveu o "Teste de Turing", teste pelo qual uma máquina poderia ser considerada capaz de passar por um humano numa conversa às cegas. Ainda hoje é válido, sendo objeto de várias pesquisas.

Para muitos historiadores, o ponto de partida da IA moderna foi a apresentação do seu conceito em 1956, quando os pais da inteligência artificial moderna, John McCarthy, Marvin Minsky e Claude Shannon, durante a conferência de Dartmouth (Fundação Rockefeller) como: "a ciência e engenhosidade de criar máquinas inteligentes, especialmente programas computacionais inteligentes" (McCarthy et al., 1956).



Dos anos 1950, aos anos 1970, inicia-se a era dos primeiros robôs. Estes foram desenvolvidos com a capacidade de tomar decisões replicando o comportamento humano. Exemplo disso é o primeiro braço robótico industrial, “Unimate”, instalado numa linha de montagem da fabricante de automóveis *General Motors* em 1961. Em 1966, foi desenvolvido no Stanford Research Institute o primeiro robô móvel capaz de interpretar instruções, chamado Shakey, “a primeira pessoa eletrônica” (Nilsson,1984). O desenvolvimento do Sistema de Análise e Recuperação da Literatura Médica e do motor de pesquisa baseado na web PubMed, pela Biblioteca Nacional de Medicina na década de 1960, tornou-se um importante recurso digital para a aceleração subsequente da biomedicina.

Estudos pioneiros exploraram como a IA poderia ser usada para desenvolver sistemas de tutoria inteligente, melhorar o feedback dos alunos e personalizar o processo educativo. Nos anos 70, McCarthy discutia como os computadores poderiam apoiar a educação, estabelecendo as bases para a aplicação de tecnologias computacionais e fez com que a IA se tornasse numa disciplina científica (Anderson, 2002). Em 1982, Anderson explorou o potencial dos sistemas de IA para melhorar a instrução e o feedback (Anderson, 1982). Em 1985, McCall introduziu a aplicação de IA na educação, discutindo como esses sistemas poderiam criar ambientes de aprendizagem mais interativos e adaptativos (McCall, 1985). O conceito de sistemas de tutoria inteligente foi apresentado por Anderson, Corbett e Koedinger em 1989, explorando como a IA poderia criar tutores que adaptam o ensino às necessidades individuais dos alunos (Anderson et al., 1995). Finalmente, nos anos 1990, foi proposto um novo paradigma para a integração da IA em ambientes educacionais, com ênfase na personalização e no feedback (Brusilovsky & Millán, 1990). Nos anos que se seguiram, a exploração das diversas facetas da IA e sua aplicação no ensino continuou a aprimorar conceitos e ideias já lançadas. Exemplo disso são os sistemas de tutoria inteligente (Woolf, 2010), ambientes de aprendizagem adaptativos (Desmarais & Baker, 2012) e o suporte a ambientes de aprendizagem colaborativa (Dillenbourg & Jermann, 2007).

Na última década, as sinergias entre as tecnologias de IA e as práticas educacionais intensificaram-se ainda mais, impulsionadas pelos avanços relacionados com a aprendizagem de Máquina (ML), Processamento de Linguagem Natural (PLN) e computação cognitiva. Hoje a IA aplicada à educação é considerado um novo campo de



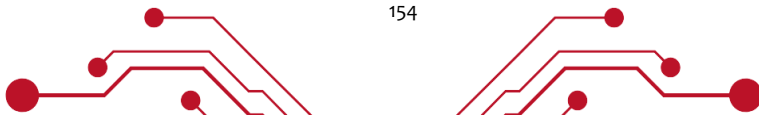
pesquisa: (IAEd; Chen, Xie, & Hwang, 2020). A IA tem facilitado o desenvolvimento tecnológico para novas realidades pedagógicas fomentando a pesquisa educacional que, de outra forma seria impossível de desenvolverem, nos moldes tradicionais de educação, (Holmes et al., 2019; Hwang et al., 2020; Baker et al., 2019).

O aparecimento da IA generativa (IAG), especificamente com a chegada do ChatGPT em 2022, colocaram a IA nas páginas dos jornais mundiais e lançaram uma onda sem precedentes de inovação no ensino e noutras áreas da sociedade. De acordo com uma pesquisa da empresa de consultoria de gestão McKinsey, um terço das organizações já utiliza a IAG regularmente em pelo menos uma função empresarial (McKinsey & Company, 2023). Um analista do setor Gartner prevê que mais de 80% das organizações terão implementado aplicativos de IA generativa ou usado interfaces de programação de aplicativos (APIs) de IAG até 2026 (Gartner, 2023).

A escola tem como objetivo principal preparar os alunos para o futuro e, a avaliar pelas tendências atuais a IA fará cada vez mais parte das suas vidas. Com o desenvolvimento de técnicas de computação e a digitalização da informação, a IA tem sido aplicada nas práticas educacionais que englobam uma ampla gama de aplicações, como plataformas de aprendizagem adaptativa, tutores virtuais, salas de aula inteligentes e chatbots educacionais. A IA está a transformar o papel dos professores ao automatizar tarefas administrativas, fornecer *feedback* em tempo real sobre o desempenho dos alunos e facilitar a instrução personalizada. Os professores podem agora utilizar análises impulsionadas por IA para acompanhar o progresso dos alunos, identificar áreas para melhorias e adaptar estratégias de ensino para atender às diversas necessidades dos seus alunos.

É importante refletir como integrar a IA nos currículos escolares e a necessária literacia dos professores que fazem uso dessas ferramentas para transmitir o conhecimento. Mais importante ainda, é fomentar a discussão sobre IA na sala de aula, questionando como podemos ter voz nesta etapa transformadora da nossa civilização.

Na atualidade, a IA também está a transformar muitas áreas da nossa vida em sociedade. Temos aplicações de IA na medicina, tráfego e transporte, indústria bem como no desporto e entretenimento. Da mesma forma, a IA mudará radicalmente o ensino e aprendizagem



transformando e ampliando os ambientes educacionais dentro e fora da sala de aula tradicional.

Para além das inúmeras vantagens que a tecnologia nos oferece, a sua utilização acarreta sérios riscos para a sociedade, colocando em debate várias questões éticas que precisam ser discutidas por todos nós. Entre essas questões, destacam-se a confidencialidade de dados, a equidade no seu uso e a dependência da tecnologia. A proteção da privacidade é fundamental, pois o uso indevido de dados pessoais pode levar a abusos e violações dos direitos individuais. A equidade também é uma grande preocupação, uma vez que a tecnologia pode perpetuar ou até exacerbar desigualdades sociais existentes, caso não seja implementada de maneira justa e inclusiva.

Neste capítulo serão abordados vários conceitos sobre IA, as principais aplicações no ecossistema de ensino, as competências necessárias de docentes e alunos, oportunidades e riscos associados ao uso da IA bem como as principais questões éticas que se colocam na sua utilização.

Inteligência Artificial (IA): Conceitos

Para um leigo, a inteligência artificial (IA) pode ser descrita como a capacidade de um computador ou uma máquina de realizar tarefas que normalmente exigiriam inteligência humana. Isso inclui aspetos como entender linguagem, reconhecer imagens, tomar decisões e aprender com as experiências. A ideia é a de que a máquina simula algumas formas de inteligência humana, automatizando processos ou tomando decisões baseadas nos dados que recebe. Os países da OCDE começaram a trabalhar neste conceito em 2018 e as discussões foram alargadas e detalhadas e chegaram a um consenso sobre uma definição em que decidiram não definir “IA”, mas sim um “Sistema de IA”, que é um conceito mais tangível e prático, especialmente num contexto de elaboração de políticas. Depois da revisão da definição em 2023, a definição de sistema de IA segundo o grupo de trabalho da OCDE (OCDE, 2023) é:

“Um sistema baseado numa máquina que, para objetivos explícitos ou implícitos, infere, a partir das informações que recebe, como gerar resultados, tais como previsões, conteúdos, recomendações ou decisões, que podem influenciar ambientes físicos



ou virtuais. Diferentes sistemas de IA variam nos seus níveis de autonomia e adaptabilidade após a sua implementação.”

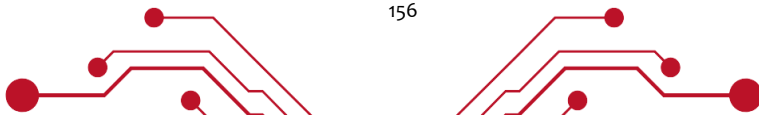
No documento da Comissão Europeia (CE, 2018) relativo à Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões a Inteligência Artificial é definida como:

“A IA refere-se a sistemas que exibem comportamento inteligente ao analisar seu ambiente e tomar ações – com algum grau de autonomia – para alcançar objetivos específicos. Os sistemas baseados em IA podem ser puramente baseados em software, atuando no mundo virtual (por exemplo, assistentes de voz, software de análise de imagem, motores de pesquisa, sistemas de reconhecimento de fala e face) ou podem ser integrados em dispositivos de hardware (por exemplo, robôs avançados, carros autónomos, drones ou aplicações de Internet das Coisas).”

Por outras palavras, a IA é um conjunto de técnicas e metodologias, ferramentas ou processos que têm em

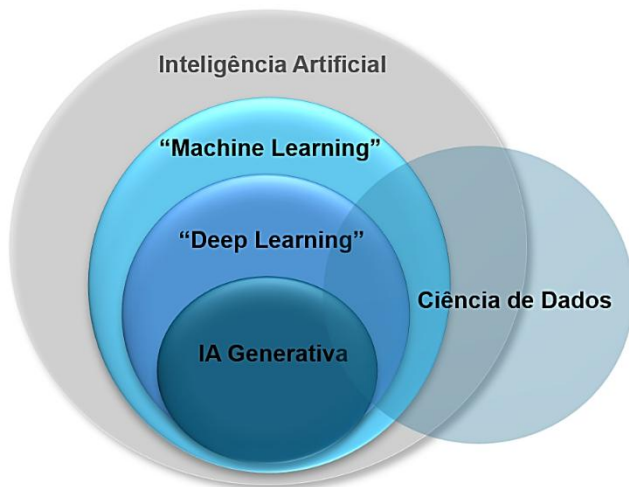
comum o facto de serem baseadas em métodos matemáticos que se propõem a selecionar a melhor ação para atingir um determinado objetivo. Estes métodos matemáticos a que se referem são métodos que são também utilizados noutros contextos como por exemplo a análise de dados e outras aplicações (Russell et al., 2016).

Surgem muitas vezes termos que são incorretamente conotados como IA e existe um uso intercambiável entre eles embora representem coisas distintas. Um exemplo desta confusão é entre IA e Máquina de Aprendizagem (do inglês Machine Learning; ML), muitas vezes consideradas sinónimos. Em geral, a IA é um conceito mais amplo que se refere a sistemas inteligentes e que simulam o pensamento e o comportamento humano, enquanto ML abrange uma gama de técnicas de IA que, em vez de serem explicitamente programadas para realizar uma tarefa, são treinadas com grandes conjuntos de dados para reconhecer padrões e tomar decisões com base nesses padrões, permitindo à “máquina” aprender a partir desses dados. Já a aprendizagem profunda (do inglês Deep Learning; DL) é uma técnica de ML baseada em redes neurais artificiais com várias camadas de processamento.



Estas redes neurais profundas são capazes de aprender representações complexas de dados, permitindo que sistemas de IA realizem tarefas mais sofisticadas, como reconhecimento de imagem, processamento de linguagem natural (PLN) e jogos estratégicos (LeCun et al., 2015). O DL tem sido fundamental para muitos avanços recentes em IA. A figura 1 representa a relação entre vários conceitos relacionados com IA.

Figura 1. Relação de alguns dos conceitos básicos de IA: Machine Learning (ML), Deep Learning (DL); Ciência de Dados.



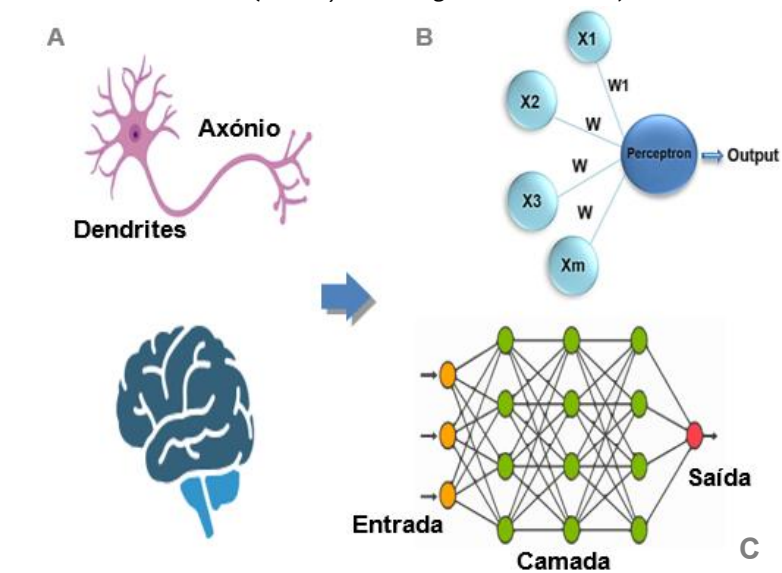
As Redes Neurais são apenas modelos computacionais inspirados no funcionamento do cérebro humano. São constituídas por camadas de neurónios artificiais (interconectados, cada neurónio apresenta uma série de entradas, que podem ser variáveis de um conjunto de dados dos quais processa informações e cada entrada é associada a um peso específico, transmitindo sinais para a próxima camada. As redes neuronais são a base da DL, pois são capazes de aprender a partir de dados e realizar tarefas complexas de forma eficiente (LeCun et al., 2015). A DL está na base do PLN, que é usada para entender e gerar linguagem humana. Exemplos incluem tradução automática e criação de chatbots inteligentes (Jurafsky & Martin, 2020).

Também está associada a sistemas autónomos (carros autónomos), em que utilizam redes neurais para interpretar dados de



sensores, tomar decisões em tempo real e navegar de forma segura. Na área de diagnóstico médico, as redes neurais podem analisar imagens médicas, como radiografias e ressonâncias magnéticas, para detectar anomalias nos tecidosdoenças como câncer ou problemas cardíacos com alta precisão. Na área do entretenimento temos osAlém disso, serviços como *Netflix* e *Spotify* usam redes neurais para recomendar filmes, séries e músicas com base no histórico e nas preferências dos utilizadores. A ideia errada de que a IA mimetiza em tudo e se comporta como a inteligência humana vem também muito desta analogia que se faz entre os neurónios humanos e os neurónios artificiais (ver figura 2).

Figura 2. A: Um neurónio biológico representado numa forma simplificada. Partes principais: dendrites (recebem sinais), corpo celular (com o núcleo da célula), axónio (transmite sinais), representa o fluxo de informação. B: Unidade perceptron e os seus componentes - Neurónio Artificial Simples. Componentes: entradas (inputs $X_1...X_n$), pesos (weights, w) e saída (output). Componentes: entradas (X : inputs), pesos (W : weights) e saída (output). C: Rede neuronal (do tipo Deep Learning), com múltiplas camadas de preceptons. Estrutura: camada de entrada (input layer), camadas ocultas (hidden layers), camada de saída (output layer), apresentando camadas ocultas (Utilização de imagens da Biorender).



Podemos dizer que a principal distinção entre a IA Generativa (IAG) e as restantes é a de que a IAG é focada em criar conteúdo que não existiam anteriormente, enquanto o DL em si é uma metodologia ou tecnologia subjacente que pode ser aplicada tanto para análise quanto para geração de dados isto é. Por outras palavras, todo sistema de IAG utiliza alguma forma de aprendizagem de máquina, mas nem todo sistema baseado em DL é voltado para a geração de conteúdo. O DL também é amplamente aplicado em tarefas de classificação, regressão, predição e muitas outras aplicações que não necessariamente envolvem a criação de novos dados. Um exemplo de ferramenta de IAG que gerou muita polémica foi o famoso ChatGPT (GPT-3.5), um modelo de linguagem treinado para produzir texto. O ChatGPT foi otimizado para diálogo utilizando um método chamado "Aprendizagem por Reforço com Feedback Humano", que consiste em demonstrações humanas e comparações de preferências para orientar o modelo em direção a um comportamento desejado. Para "treinar" estes modelos são necessárias grandes quantidades de dados da internet escritos por humanos, incluindo conversas (OpenAI., 2023). Assim, quando interagimos com a ferramenta dá a sensação que estamos a comunicar com outro ser humano. Na verdade, esta ferramenta é apenas o resultado direto do *design* maximizando a similaridade entre as saídas e o conjunto de dados em que os modelos foram treinados, e sim, podem ser imprecisas, falsas ou induzir em erro.

A Ciência de Dados é um campo interdisciplinar que utiliza métodos, processos, algoritmos e sistemas para extrair conhecimento a partir de dados. Esse campo combina estatística, matemática, computação e conhecimento do domínio específico para analisar e interpretar grandes volumes de informação. Uma das áreas essenciais da Ciência de Dados é a Mineração de Dados (Data Mining; DM), que muitas vezes é confundida com Machine Learning (ML). Enquanto a DM foca-se na identificação de padrões, a ML utiliza esses padrões para desenvolver sistemas de previsão futura sem intervenção humana. DM é normalmente parte da *pipeline* da ciência de dados que visa a identificação de padrões e relações em grandes volumes de dados (Provost, & Fawcett, 2013). DM é frequentemente usada para explorar dados e encontrar informações úteis que podem ser usadas para tomada de decisões. Atua como uma assessoria para IA fornecendo a



base necessária para a colheita, limpeza, análise e interpretação dos dados.

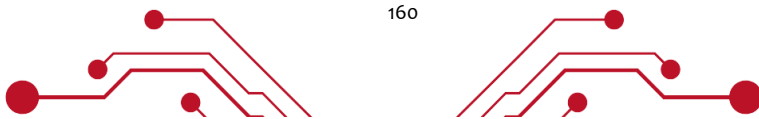
Os dados podem ser estruturados ou não estruturados, mas os algoritmos de IA processam apenas dados estruturados. Dados não estruturados são aqueles que não possuem um formato ou estrutura predefinidos, podem ser complexos e difíceis de armazenar e analisar usando métodos tradicionais de bancos de dados (ex. artigos, e-mails, imagens e vídeos e músicas). Ao contrário os estruturados apresentam-se estruturados, por exemplo os dados em tabela. A tarefa inicial é, portanto, converter todos os dados não estruturados em formato estruturado. Etiquetar todos os pontos de dados ou anotá-los para que os algoritmos possam reconhecê-los faz parte do processo de conversão de dados não estruturados para estruturados.

Transformação da sala de aula

Nos últimos anos a ciência da educação sofreu uma revolução. Foram definidas as “competências do século XXI” (Trilling & Fadel, 2009) e os desigandos “Padrões Científicos da Próxima Geração” (do inglês, "Next Generation Science Standards"; NGSS, 2013) realçando a importância de capacidades e competências de aprendizagem mais gerais, como metacognição, pensamento crítico e colaboração. Os NGSS seguem para uma abordagem mais integrada e prática do ensino das ciências, com o foco na resolução de problemas complexos. Esses padrões estabelecem a necessidade de um ensino que permita aos alunos explorarem questões reais e desenvolver competências que são essenciais para o sucesso no século XXI. A Inteligência Artificial aplicada à Educação (AIED) precisa se adaptar a essas novas exigências e tem o potencial de desempenhar um papel importante no desenvolvimento de soluções alinhadas às novas teorias educacionais, como a personalização da aprendizagem.

Ferramentas de IA direcionadas para os alunos

Ferramentas de geração de conteúdo e escrita assistida, aprendizagem de línguas e resolução de problemas matemáticos são os que mais facilmente encontramos disponíveis na *web*. Na tabela 1 estão alguns exemplos de ferramentas baseadas em IA que permitem entre outros aspectos *feedback* imediato da avaliação, ajustar conteúdos e



permitir a personalização da aprendizagem. A maior parte das ferramentas aqui apresentadas são direcionadas aos estudantes de ensino secundário.

Ferramentas como a *ALEKS (Assessment and Learning in Knowledge Spaces)* empregam algoritmos de aprendizagem adaptativa e sistemas de recomendação para ajustar automaticamente o conteúdo e as atividades de aprendizagem às necessidades individuais dos alunos. Essas plataformas utilizam análise de dados e ML para diagnosticar o conhecimento dos alunos e personalizar o material de estudo. Os Sistemas de IA podem identificar as necessidades individuais dos alunos e adaptar o material educacional para atender a diferentes estilos de aprendizagem. Por exemplo, o sistema ALEKS utiliza IA para oferecer caminhos de aprendizado personalizados em matemática, o que tem mostrado melhorar o desempenho dos alunos (Falmagne et al., 2006).

Assim temos Ferramentas como *Grammarly, Jasper, Writesonic, Copy.ai* e *Rytr* utilizam algoritmos de PLN e modelos de linguagem generativa, como GPT-3 e suas variantes, para oferecer sugestões de gramática, ortografia, estilo e para gerar conteúdo textual. Esses modelos são treinados com grandes quantidades de texto para aprender padrões e contextos linguísticos (OpenAI., 2020). Os aplicativos como *Duolingo* e *Photomath* utilizam redes neurais e algoritmos de PLN para personalizar exercícios de idiomas e resolver problemas matemáticos. *Duolingo* utiliza a IA para ajustar o nível de dificuldade e conteúdo com base no desempenho do utilizador, enquanto *Photomath* usa visão computacional e PLN para interpretar e resolver equações matemáticas a partir de imagens.

Tabela 1: Exemplos de Ferramentas de IA que auxiliam os alunos na sua aprendizagem.

| Nome | Descrição / Aplicação | Links |
|--------------------|---|---|
| Squirrel AI | Aprendizagem adaptativa para diagnosticar níveis de aprendizagem, fornecendo estratégias personalizadas e adaptando os conteúdos. | https://squirrelai.com/ |



| Nome | Descrição / Aplicação | Links |
|-----------------------|--|---|
| FeedbackFruits | A mesma descrição e aplicação da Squirrel AI. | https://feedbackfruits.com/ |
| Querium | Tutoria inteligente em STEM, personalizando o ensino com base no desempenho do aluno. Direcionado para a aprendizagem das Ciências e Matemática. | https://www.querium.com/ |
| Cognii | Tutoria virtual de IA para respostas abertas e avaliação formativa, oferecendo feedback personalizado em tempo real. | https://www.cognii.com/ |
| Knewton | Plataforma de aprendizagem adaptativa baseada em IA, que adapta o conteúdo e as atividades de aprendizagem às necessidades individuais dos alunos. | https://www.knewton.com/ |
| Century Tech | Plataforma de IA para personalização da aprendizagem e análise de dados, criando caminhos de aprendizagem personalizados e análise detalhada do progresso. | https://www.century.tech/ |
| Grammarly | Ferramenta de escrita assistida por | https://www.grammarly.com/ |



| Nome | Descrição / Aplicação | Links |
|------------------|---|---|
| Socratic | IA, que oferece sugestões de gramática, ortografia e estilo em tempo real para melhorar a escrita dos utilizadores. Assistente de estudo baseado em IA, que auxilia os alunos na busca por soluções e explicações detalhadas para suas dúvidas em diversas disciplinas. | https://socratic.org/ |
| Duolingo | Aprendizagem de línguas com IA, oferecendo exercícios interativos e gamificados, com feedback imediato para melhorar a aquisição de novos idiomas. | https://www.duolingo.com/ |
| Photomath | Aplicativo de resolução de problemas matemáticos, que fornece soluções passo a passo para equações e outros desafios numéricos. | https://photomath.com/ |
| ALEKS | Plataforma de aprendizagem adaptativa baseada em IA para matemática e ciências, que diagnostica o conhecimento dos | https://www.aleks.com/ |



| Nome | Descrição / Aplicação | Links |
|------------|--|---|
| ChatGPT | alunos e personaliza o conteúdo. Modelo de IA generativa desenvolvido para responder perguntas, auxiliar na redação de textos e realizar tarefas diversas baseadas em linguagem natural. | https://www.openai.com/chatgpt |
| Jasper | Ferramenta de escrita assistida por IA generativa, que auxilia os alunos na criação de ensaios, artigos, e-mails e outros textos, oferecendo sugestões para aprimoramento. | https://www.jasper.ai/ |
| Writesonic | Plataforma de escrita com IA generativa, que facilita a criação de conteúdo de alta qualidade, incluindo redações, resumos e artigos, com base em comandos fornecidos pelo utilizador. | https://writesonic.com/ |
| Copy.ai | Ferramenta de geração de texto baseada em IA, que ajuda os alunos a escrever redações, trabalhos acadêmicos, e-mails e outros documentos, | https://www.copy.ai/ |



| Nome | Descrição / Aplicação | Links |
|---------------------|---|---|
| Rytr | gerando conteúdo relevante e bem estruturado. Assistente de escrita com IA generativa, projetado para criar conteúdo textual de forma rápida e eficiente, proporcionando sugestões e otimização do texto conforme o contexto. | https://rytr.me/ |
| Notion AI | Assistente de produtividade com IA generativa, que ajuda os alunos a organizar suas anotações, tarefas e projetos, gerando resumos e sugestões de texto. | https://www.notion.so/product/ai |
| Merge Cube | Dispositivo que, em conjunto com aplicativos de realidade aumentada, permite aos alunos explorar modelos 3D interativos, como células, planetas e artefatos históricos. | https://mergeedu.com/merge-cube |
| CoSpaces Edu | Plataforma para criação de experiências de realidade aumentada e realidade virtual pelos próprios alunos, incentivando o aprendizado ativo e criativo. | https://www.cospaces.io/ |



| Nome | Descrição / Aplicação | Links |
|------------|--|---|
| HyperWrite | Ferramenta de escrita assistida baseada em IA generativa, que utiliza técnicas avançadas para auxiliar os alunos na criação de conteúdo de alta qualidade, oferecendo sugestões contextuais e completando frases de forma inteligente. | https://www.hyperwriteai.com/ |

Mais recentemente, surgiu a HyperWrite, uma ferramenta de escrita assistida desenvolvida pela Hyper AI, que utiliza técnicas avançadas de inteligência artificial generativa para ajudar os utilizadores, especialmente alunos, a criar conteúdo de alta qualidade. A ferramenta oferece sugestões contextuais e completa frases de forma inteligente, simplificando e facilitando o processo de escrita e melhorando a fluidez e a coerência e harmonia dos textos. A principal funcionalidade do HyperWrite inclui as sugestões contextuais (sugestões de palavras e frases) que se ajustam ao contexto do texto, completar frases iniciadas pelos utilizadores, proporcionando um fluxo de escrita mais natural e contínuo e melhoria geral do texto (Khabib et al., 2022).

Ferramentas de IA direcionadas para o professor e ao gestor de unidades de ensino

Na gestão pedagógica a IA tem diversas aplicações, desde o desenvolvimento de materiais educativos produzindo Materiais Educativos elaborando exemplos, exemplos, questões e conteúdos didáticos, e até mesmo conteúdos didáticos adaptados aos interesses e ao nível de capacidade de cada estudante. Os mesmos *websites* (plataformas) dos estudantes. Alguns podem oferecer ferramentas



quer a professores quer também ser direcionadas para alunos. como podemos ver na tabela do ponto anterior. Na tabela 2 temos exemplos de ferramentas para: desenvolvimento de materiais educativos (geração de conteúdos); gestão da avaliação do aluno; facilitar a comunicação entre professor e aluno (Chatbox); suporte a decisões estratégicas direcionados para os gestores das unidades de ensino (ex. otimização de horários e gestão de recursos). Utilizar a capacidade de ferramentas de IA para analisar rapidamente grandes volumes de dados permitindo em tempo real, identificar tendências e padrões no comportamento de aprendizagem dos alunos, antecipando dificuldades e sugerir intervenções precoces e auxiliar na seleção de outras estratégias.

O *Turnitin* utiliza algoritmos de análise de texto e PLN para comparar trabalhos académicos com um vasto banco de dados de documentos para verificar a originalidade e detectar plágio. A IA analisa a estrutura do texto, pesquisa correspondências e fornece relatórios detalhados sobre a integridade académica.

Para a gestão e comunicação na sala de aula existem *ClassDojo* e *Kahoot* utilizam IA para ajudar professores na gestão da sala de aula e na criação de quizzes interativos. *ClassDojo* usa IA para analisar o comportamento dos alunos e facilitar a comunicação, enquanto *Kahoot* utiliza algoritmos de personalização para ajustar os quizzes com base no desempenho dos alunos e no feedback imediato. Os aplicativos *Jill Watson*, desenvolvido pelo Georgia Institute of Technology, é um exemplo de assistente virtual que utiliza IA para responder a perguntas frequentes dos alunos e gerenciar interações na sala de aula online.

Existem aplicativos que podem ser usados para criar horários escolares otimizados e gerir diferentes tipos de recursos. Outras ferramentas podem ser utilizadas como suporte à tomada de decisões estratégicas que analisam os dados institucionais para ajudar os gestores a tomar decisões vitais para a instituição, como a alocação de recursos ou a revisão de currículos



Tabela 2: Ferramentas baseadas em IA que auxiliam os professores na gestão pedagógica e gestão das organizações de ensino.

| Nome | Descrição/ Aplicações | Link |
|-----------------------|--|---|
| FeedbackFruits | Criação de conteúdo interativo, análise do progresso dos alunos e personalização da aprendizagem. | https://feedbackfruits.com/mission#pedagogy-over-technology |
| Gradescope | Plataforma para a automatização e a correção de provas e trabalhos, fornecendo feedback rápido e detalhado aos alunos. | https://www.gradescope.com/ |
| Cognii | Avaliação formativa que oferece feedback personalizado em respostas abertas, ajudando os professores a avaliar de | https://www.cognii.com/ |



| Nome | Descrição/ Aplicações | Link |
|---------------------|--|---|
| | forma mais eficiente. | |
| Knewton | Aprendizagem adaptativa para ajustar automaticamente o conteúdo e as atividades às necessidades dos alunos. | https://www.knewton.com/ |
| Century Tech | Personalização da aprendizagem e análise de dados, permitindo criar planos de ensino personalizados e acompanhem o progresso dos alunos. | https://www.century.tech/ |
| Querium | Tutoria inteligente para STEM para personalizar o ensino, permitindo que os professores acompanhem o desempenho dos alunos e | https://www.querium.com/ |



| Nome | Descrição/ Aplicações | Link |
|--------------------|---|---|
| | adaptem as instruções conforme necessário. | |
| Grammarly | Ferramenta de escrita que ajuda professores a rever e corrigir textos, oferecendo sugestões de gramática, ortografia e estilo em tempo real. | https://www.grammarly.com/ |
| Jill Watson | Assistente de ensino virtual desenvolvido pelo Georgia Institute of Technology, que ajuda professores a responder perguntas frequentes dos alunos e a gerir as interações na sala de aula online. | https://www.gatech.edu/ |
| Kahoot | Plataforma baseada em | https://kahoot.com/ |



| Nome | Descrição/ Aplicações | Link |
|-------------------------|--|--|
| | <p>jogos e que cria quizzes interativos e personalizados , permitindo que os professores avaliem o conhecimento dos alunos de forma divertida promovendo o seu envolvimento.</p> | |
| Tournitin | <p>Ferramenta de detecção de plágio para verificar a originalidade dos trabalhos dos alunos e fornecer dados sobre a integridade acadêmica.</p> | <p>https://www.turnitin.com/</p> |
| Google Classroom | <p>Ferramenta que cria, distribui e avalia tarefas de maneira eficiente.</p> | <p>https://classroom.google.com/</p> |
| ScribeSense | <p>Plataforma que automatiza a digitalização e</p> | <p>https://www.scribesense.com/</p> |



| Nome | Descrição/ Aplicações | Link |
|------------------|--|---|
| | correção de trabalhos escritos à mão. | |
| ClassDojo | Plataforma educacional que permite criar, distribuir e avaliar tarefas de maneira eficiente, facilitando a organização e a comunicação entre professores e alunos. | https://www.classdojo.com/ |
| Aeries | Análise de dados educacionais, prever desempenho dos alunos e otimizar a gestão de horários e recursos. | https://support.aeries.com/support/home |
| BridgeU | Ajuda na tomada de decisões informadas sobre a educação | https://bridge-u.com/ |



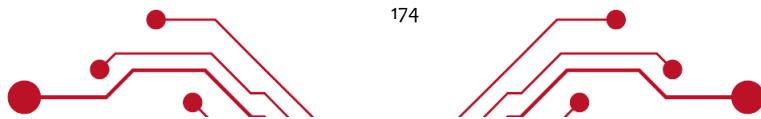
| Nome | Descrição/ Aplicações | Link |
|---------------------------|--|---|
| | <p>superior e carreiras. Utiliza dados e orientação personalizada para conectar alunos a universidades e oportunidades de carreira a nível mundial.</p> | |
| ClassLink | <p>Gestão de identidades e acessos. Personalização da experiência do utilizador e otimizar a distribuição de recursos.</p> | https://www.classlink.com/ |
| Google Expeditions | <p>Plataforma educacional que permite que professores guiem alunos em expedições virtuais a locais históricos, paisagens naturais e ambientes científicos.</p> | https://www.classvr.com/google-expeditions/ |



| Nome | Descrição/ Aplicações | Link |
|---------|---|---|
| ClassVR | Solução de realidade virtual com um conjunto de atividades educacionais que cobrem diversas áreas do currículo escolar. | https://www.classvr.com/google-expeditions/ |

Os sistemas de monitorização como o *BridgeU* utilizam IA para identificar alunos que podem estar em risco de evasão escolar, permitindo que educadores intervenham de forma proativa (Popenici & Kerr, 2017). São as chamadas plataformas de *learning analytics*, capazes de produzir informações sobre a atividade de professores e estudantes dentro dos ambientes virtuais de ensino e aprendizagem. Muitos desses sistemas têm painéis de controlo que apresentam os resultados de forma simplificada, facilitando as análises e as tomadas de decisão por parte de professores e gestores. Outras tecnologias que estão a mudar a forma como percebemos e interagimos com o mundo é a realidade aumentada (RA) e a realidade virtual (RV; ex. *Google Expeditions*). A RA aprimora a nossa realidade física sobrepondo informações ou objetos digitais sobre ela, enquanto a RV cria um ambiente totalmente imersivo e simulado que substitui nossa realidade física. Tanto a RA quanto à RV incentiva a aprendizagem ativa ao permitir que os alunos interajam diretamente com o material didático (Fitzgerald & McKendree, 2022). A RA e à RV podem aumentar a acessibilidade para alunos com necessidades especiais. Por exemplo, ambientes virtuais podem ser adaptados para atender a diferentes necessidades, como criar espaços que ajudam alunos com dificuldades de mobilidade a participar plenamente.

Há programas educacionais baseados em IA que podem reduzir a ansiedade relacionada a testes e avaliações, oferecendo



ambientes de aprendizado menos estressantes e mais adaptativos (Spector, 2014), exemplo disso é o aplicativo *Smart Sparrow*, que personaliza a experiência de aprendizagem, ajustando-se às necessidades individuais dos alunos e proporcionando uma experiência de ensino mais confortável e eficaz. Também há ferramentas projetadas para ajudar no desenvolvimento de competências emocionais e sociais, oferecendo cenários simulados ou jogos interativos que ensinam empatia e colaboração, como o *Simcoach Games* (Durlak et al., 2011).

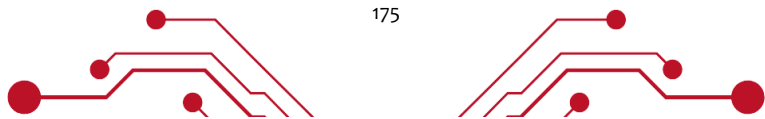
IA no Ensino: Literacia

A integração da IA no ensino requer um conjunto específico de competências técnicas para garantir que tanto educadores quanto alunos possam aproveitar as tecnologias de forma eficaz. Para definir o que um padrão mínimo ou até o que poderão ser “boas práticas” na utilização de IA na sala de aula será uma tarefa árdua. Em diferentes países, ou mesmo dentro de cada país ou até de cada escola, a implementação do “digital” segue em velocidades muito diferentes.

Competências em IA para educadores

Na verdade, dependendo do grau de ensino, os professores precisam de ter níveis de conhecimento em AI muito diferentes. Devemos ter em consideração dois níveis de literacia, por um lado o conhecimento que cada professor deve adquirir para usar as ferramentas baseadas em IA em sala de aula, o que vai de encontro ao título deste capítulo, mas não menos importante é a literacia em áreas chave para que os professores possam empoderar os alunos para se tornarem eles próprios criadores de tecnologia.

Mas existem conceitos e aspetos éticos que deverão ser introduzidos, qualquer que seja o nível de ensino, para os quais o professor deverá estar preparado. Os Professores têm a responsabilidade de usar a IA de forma ética e responsável na sala de aula. Isso envolve tomar decisões informadas sobre quais tecnologias usar, como usá-las e como garantir que os alunos sejam tratados com respeito e dignidade ao longo do processo (Holmes et al 2019; Williamson et al., 2020; Luckin et al., 2017). Se a IA vai integrar o próprio currículo dos estudantes então vai ser necessário a requalificação do corpo docente nas unidades curriculares afins.

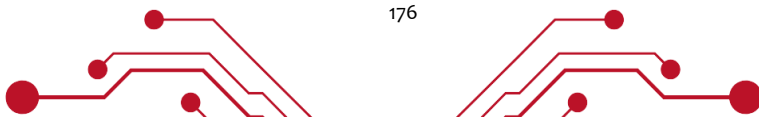


Programas de desenvolvimento profissional contínuo, como os oferecidos pelo International Society for Technology in Education (ISTE), são vitais. Estes programas fornecem aos educadores as competências e conhecimentos necessários para integrar as tecnologias digitais nas suas práticas de ensino, promovendo um ambiente de aprendizagem colaborativa e criativo (ISTE, 2021). Há também uma grande oferta por parte de outras organizações não governamentais que tendem a adotar outros métodos de formação de professores, é o caso do “MIT DAILY Curriculum”, curso de formação que inclui aulas gerais e 30 horas de prática de implementação, organizado por ONGs parceiras. Por exemplo, uma parceria entre a IBM e a Escola de Educação da Universidade Macquarie (US) deu origem ao curso de IA “Educação em Inteligência Artificial para Professores”, Curso de 16 horas, resultado de uma parceria entre a IBM e a Escola de Educação da Universidade Macquarie (EUA), disponível na Coursera.

De acordo com a OCDE (2021), o desenvolvimento profissional contínuo é essencial para garantir que os professores estejam atualizados com as últimas tendências e desenvolvimentos em IA na educação. A UNESCO também reconhece o potencial da IA na educação, defende que a formação de professores é extremamente importante para que possam integrar IA nas suas práticas pedagógicas de forma eficaz. Coloca uma forte ênfase na ética e na inclusão, promovendo uma abordagem que assegure benefícios equitativos para todos.

Competências em IA para alunos

Nas “Competências definidas para o Século XXI”, é dada a importância ao desenvolvimento de competências digitais avançadas, pensamento crítico, e competências de resolução de problemas, preparando os alunos para um futuro onde a IA será ubíqua. Os sistemas educacionais devem também promover uma cultura de aprendizagem ao longo da vida para garantir que os indivíduos possam adaptar-se aos novos avanços tecnológicos. É sugerido que os currículos incluam disciplinas de ciência da computação, matemática aplicada, além de programas de desenvolvimento de competências digitais (UNESCO, 2020). Sobre a integração de IA na educação o relatório da UNESCO intitulado "Artificial Intelligence in Education: Challenges and Opportunities for Sustainable Development" publicado



em 2021 (UNESCO, 2021a) aborda as competências e habilidades necessárias para a educação em IA no contexto global. Será necessária uma compreensão básica de IA, o que significa que os alunos precisam entender o que é IA, como ela funciona e suas aplicações no dia a dia, envolvendo familiaridade com conceitos como aprendizagem de máquina, dados e algoritmos.

É necessário que desenvolvam pensamento crítico e ético para que possam analisar o impacto da IA na sociedade, considerando questões como privacidade, viés e as mudanças no mercado de trabalho. Os alunos devem aprender a usar IA de forma criativa e inovadora, direcionado para a resolução de problemas, aplicando ferramentas e técnicas básicas de programação e modelagem de dados. Habilidades digitais são fundamentais, incluindo a manuseamento de dados, o uso de ferramentas digitais e a compreensão de novas tecnologias. Trabalhar em equipa é também importante, a colaboração é incentivada em projetos que envolvem IA ajudando os alunos a desenvolverem habilidades de comunicação e cooperação.

De acordo com a OCDE a literacia em IA é vista como a “capacidade de compreender, usar e interagir com sistemas de IA de maneira informada e crítica”. Segundo esta organização, os alunos também devem ser preparados para interpretar e questionar resultados gerados por IA, desenvolver uma compreensão básica de como os algoritmos funcionam e serem conscientes das implicações éticas e sociais da IA.

Num relatório publicado pela UNESCO (2022) sobre currículos de IA para a educação básica, onde foi realizado um mapeamento de currículos de IA aprovados por diferentes governos, verificou-se a existência de abordagens muito diversificadas e apenas um número limitado de currículos de IA foi desenvolvido e implementado. Até o momento, existem 14 currículos de IA que foram desenvolvidos e implementados por 11 governos para o ensino básico. Embora haja muitas propostas para a inclusão da IA nos currículos por meio de políticas, isso ainda não se refletiu numa ampla integração da IA neste nível de ensino e os estudos publicados sobre a avaliação de currículos de IA permanecem escassos. Existe também o receio de que a incorporação da IA nos currículos de alguns ciclos de estudo terá limitações relacionadas ao fato de representar um elemento adicional



em currículos que já se encontram demasiadamente sobrecarregados para poderem incorporar mais uma área de estudo.

Ética e Responsabilidade na utilização de IA em Contexto Educacional

A implementação de IA no contexto educacional traz tanto oportunidades quanto riscos para todas as partes envolvidas. O professor deve ter conhecimento sobre as questões éticas e riscos mais relevantes relacionados com privacidade dos dados dos alunos e preocupação com equidade no acesso às tecnologias avançadas. Devem também contribuir para desenvolver a capacidade crítica de pensamento ético e avaliação da “tecnologia” por parte dos alunos.

Riscos associados à utilização da Tecnologia IA

Apesar das vantagens e oportunidades que a tecnologia IA nos oferece, retratadas nos subcapítulos anteriores, existem riscos que deverão ser considerados. Um dos riscos mais importantes a evitar é o viés algorítmico. Se um sistema de IA não for bem projetado, pode reforçar estereótipos ou criar viés na avaliação dos alunos. Algoritmos não isentos podem perpetuar preconceitos e discriminações existentes, afetando negativamente a avaliação de alunos com base em variáveis como raça, género e origem socioeconómica. Mas por que o viés ocorre? A explicação está no próprio processo de desenvolvimento destas ferramentas.

Para gerar um algoritmo usado em AIEd são necessários muitos dados e muitos dados para treinar a “máquina”. Se os dados usados não representam de maneira adequada a diversidade da população estudantil, o sistema pode aprender padrões que são tendenciosos (Noble et al., 2018). Os dados históricos podem até conter preconceitos sociais e culturais. Por exemplo, avaliações anteriores podem refletir preconceitos de género ou raça, que são então incorporados pelo algoritmo, conforme refere Green (2019). Este artigo analisa como a coleta de dados por empresas pode influenciar a educação e as preocupações com a privacidade (Green, 2019). Este viés ocorre noutros sectores da sociedade como por exemplo o caso de sistemas de recrutamento automatizado que desfavoreciam



candidaturas de mulheres devido a vieses presentes nos dados históricos usados para treinar os algoritmos (Bolukbasi et al., 2016). A interpretação dos resultados produzidos pela IA também pode ser tendenciosa se os educadores ou administradores não estiverem cientes das limitações e potenciais vieses do sistema.

Estudos indicam que a ansiedade tecnológica pode afetar negativamente o desempenho acadêmico e a autoestima dos estudantes (Verplanken & Orbell, 2003). Ao interagir com sistemas avançados de IA, os utilizadores podem sentir ansiedade pelo facto de haver dificuldades na sua utilização, ou sentirem que estão a ser monitorizados pela ferramenta. A pressão para interagir com plataformas de IA complexas pode ser uma fonte de stresse para alguns indivíduos. Existe também uma preocupação crescente na entrada de empresas no setor educacional com interesses comerciais, em vez de priorizar o bem-estar dos alunos. Essas empresas podem utilizar a IA para colher de forma indevida os dados dos alunos para fins comerciais o que levanta sérios problemas de confidencialidade e privacidade no ambiente educacional.

Para abordar essas questões, diversos códigos de ética foram desenvolvidos, abrangendo todos os aspetos da conceção e aplicação de tecnologias educacionais baseadas em IA, tanto em nível internacional quanto local que serão abordados no ponto seguinte. Em todos os sectores da sociedade há um risco associado com

A ética na utilização da IA: diretrizes

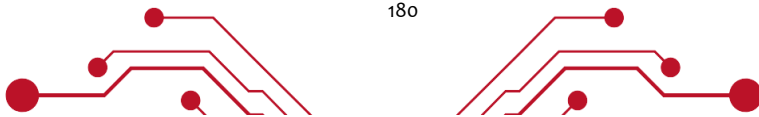
Diversas *frameworks* internacionais foram desenvolvidas para gerir o desenvolvimento de sistemas de IA de forma ética e responsável. Estas *frameworks* visam orientar a criação e a implementação de tecnologias de IA que respeitem princípios fundamentais como a transparência, a justiça, a privacidade e a segurança. A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE, 2019) desenvolveu diretrizes para uma IA confiável, estabelecendo princípios como a transparência, a robustez, a segurança e a responsabilidade. As diretrizes da OCDE visam promover uma IA que seja inclusiva, segura e benéfica para a sociedade. Em 2021, a CE apresentou sua proposta para o Regulamento de IA, “The AI Act”, que atualmente está nas etapas finais do processo legislativo.



A CE apresentou também um documento sobre orientações intitulado “Orientações Éticas para Educadores sobre a Utilização de Inteligência Artificial e de dados no ensino e na aprendizagem”, no âmbito do Plano de Ação para a Educação Digital, 2021-2027. Neste documento é referido que: "O uso de tecnologias digitais e IA deve ser integrado de forma ética e equitativa no processo educativo, garantindo que os dados dos alunos sejam protegidos e que todos os estudantes tenham acesso igualitário às oportunidades oferecidas por essas tecnologias" (Comissão Europeia, 2022, p.6). A frase reflete a ênfase do plano de ação em garantir uma abordagem responsável e inclusiva para a integração da IA e da tecnologia na educação, abordando preocupações com a ética e a equidade. A UNESCO formulou diretrizes para a ética da IA, com foco em garantir que o desenvolvimento e a utilização da IA respeitem os direitos humanos e promovam a equidade. As diretrizes abrangem aspetos como a transparência, a proteção dos dados e a eliminação de preconceitos. No que respeita ao ensino, é sabido que existem também diretrizes internacionais abrangentes e códigos deontológicos dos professores que cobrem diversos aspetos da profissão docente, assegurando que os professores atuem de maneira ética e responsável. Além disso, foram desenvolvidas diretrizes específicas para a Inteligência Artificial na Educação (IAEd), estabelecendo princípios para o uso seguro e eficaz da IA no ensino.

A UNESCO publicou diretrizes éticas para a IAEd, destacando a importância de proteger os direitos e a privacidade dos alunos e de garantir que a IA seja usada para promover a equidade e a qualidade na educação (UNESCO, 2020). Nos Estados Unidos, o Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) desenvolveu padrões éticos para o uso da IA, incluindo a educação, apresenta documentos visando orientar o desenvolvimento responsável e transparente da tecnologia (IEEE, 2020).

Estes códigos de ética são essenciais para assegurar que a IA beneficie os alunos, e a sociedade em geral, garantindo transparência, equidade e responsabilidade na colheita e uso de dados educacionais e de acordo com este quadro normativo internacional, os professores devem estar atentos para evitar a criação ou ampliação de disparidades no acesso ou desempenho dos alunos devido ao uso de tecnologias de IA. Devem também procurar a transparência e explicação nas decisões tomadas por algoritmos, garantindo que os alunos compreendam



como as suas informações são utilizadas e como as decisões são tomadas. Têm o dever de ensinar os alunos a desenvolver um sentido crítico e ético na avaliação de tecnologia. Isso inclui a capacidade de questionar e analisar o funcionamento dos sistemas de IA, bem como considerar os impactos sociais e éticos da sua aplicação nos mais diversos sectores da sociedade.

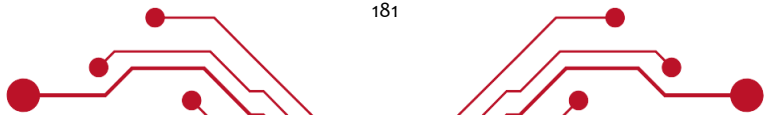
Considerações Finais

Uma das grandes vantagens de introduzir ferramentas de IA no ambiente educacional é a possibilidade de criar um espaço que apoia a aprendizagem individualizada e promove a colaboração efetiva, o envolvimento e a interação entre alunos e professores. A tecnologia pode automatizar tarefas rotineiras, como a correção de trabalhos e a criação de avaliações mais personalizadas, permitindo que os professores se concentrem em aspetos mais criativos e interativos do ensino.

A utilização de IA, tanto no ensino quanto noutras áreas da sociedade, tende a simplificar o trabalho de rotina, deixando para os humanos tarefas mais minuciosas e especializadas. Esta realidade cria receios sobre as implicações sociais da “substituição do homem pela máquina”, gerando inseguranças quanto à manutenção do emprego e ao papel de cada um na sociedade. Levanta aqui questões sobre a desvalorização do papel tradicional do educador e a sua necessidade de requalificação contínua para acompanhar as novas tecnologias.

No que se refere à literacia em IA, os professores devem conhecer as suas aplicações e potencialidades, entender conceitos básicos e a importância da ética, desenvolvendo competências e conhecimentos a transmitir na sala de aula. Precisam também de ser capazes de avaliar o impacto da IA no processo de ensino e aprendizagem, monitorizando o progresso dos alunos, identificando áreas de sucesso e oportunidades de melhoria e ajustando as suas práticas de ensino conforme necessário. Devem atualizar-se através de workshops, cursos de atualização e colaboração com outros educadores e especialistas em tecnologia, em programas disponibilizados por instituições governamentais e/ou privadas.

O mercado de trabalho tende a valorizar cada vez mais as competências digitais e a capacidade de interação com sistemas de IA sendo a formação contínua fundamental. As instituições de ensino, as



empresas e os profissionais das mais diversas áreas têm o dever de se atualizar e adaptar. Quem dominar as ferramentas de IA não só terá uma vantagem competitiva no emprego, como também a oportunidade de se tornar um “developer” de novas soluções e abordagens baseadas em IA.

A IA é uma tecnologia projetada pelo Homem e reflete as intenções e valores de quem a desenvolveu. A possibilidade de cometer erros no seu desenvolvimento e aplicação é considerável. Um dos principais problemas é a qualidade e precisão das informações obtidas a partir das ferramentas utilizadas no processo de aquisição de conhecimento pelos alunos. A confiança excessiva nesses sistemas pode levar a mal-entendidos ou a aprendizagem baseada em informações erradas, impactando negativamente o processo educativo. Assim, a implementação da IA no ensino requer supervisão contínua para garantir que os sistemas funcionam corretamente e atendem às necessidades de todos os alunos. Requer também investimentos significativos em infraestrutura e formação, o que pode ser um obstáculo para muitas instituições de ensino. Para maximizar as oportunidades e minimizar os riscos, é fundamental que desenvolvedores, educadores e legisladores colaborem na criação de um ambiente equilibrado onde a tecnologia de IA complemente, e não substitua, a interação humana e a supervisão pedagógica. É necessário desenvolver políticas de privacidade robustas e transparentes, empregar um design de sistema inclusivo e acessível a todos os alunos, manter um equilíbrio entre o ensino assistido por IA e métodos pedagógicos tradicionais, e continuar a pesquisa e o diálogo sobre os impactos éticos e sociais da IA na educação.

Para que o futuro seja promissor, é necessário apostar no conhecimento, na inovação e na inclusão, assegurando que a IA seja um “passo gigante” na evolução da humanidade, ajudando na resolução dos grandes problemas civilizacionais que enfrentamos hoje.

Referências

Anderson, J. R. (1982). Acquisition of cognitive skill. *Psychological Review*, 89(4), 369-406. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.89.4.369>



Anderson, J. R., Corbett, A. T., Koedinger, K. R., & Pelletier, R. (1995). Cognitive tutors: Lessons learned. *Journal of the Learning Sciences*, 4(2), 167-207.

Andresen, S. L. (2002). John McCarthy: Father of AI. *IEEE Intelligent Systems*, 17(5), 84-85. <https://doi.org/10.1109/MIS.2002.1039837>

Baker, R. S., Smith, L., Thille, C., & Pane, J. F. (2019). Learning analytics: Translating educational data into actionable knowledge. In *Handbook of Learning Analytics* (pp. 1-17). Society for Learning Analytics Research (SoLAR).

BioRender. (n.d.). BioRender: Scientific illustration software.

Bishop, C. M. (2006). *Pattern recognition and machine learning*. Springer.

Bolukbasi, T., Chang, K. W., Zou, J. Y., Saligrama, V., & Kalai, A. T. (2016). Man is to computer programmer as woman is to homemaker. Debiasing word embeddings. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 29, 4349-4357.

Brusilovsky, P., & Millán, E. (2002). Adaptive and intelligent web-based educational systems. In *Proceedings of the workshop on adaptive systems for web-based education at the 2nd international conference on adaptive hypermedia and adaptive web-based systems*.

Chen, X., Xie, H., & Hwang, G. J. (2020). A multi-perspective study on artificial intelligence in education: Grasping the ethical issues and influencing factors. *Computers & Education*, 146, 103751. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103751>

Comissão Europeia. (2018). Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões - Inteligência Artificial para a Europa. Recuperado em 23 de julho de 2024, de <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A52018DC237>

Comissão Europeia. (2020a). A school fit for the digital society: Policy development and implementation. Recuperado em 27 de julho de 2024, de <https://ec.europa.eu/>



Comissão Europeia. (2020b). Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões: Uma estratégia europeia para dados. Recuperado em 23 de julho de 2024, de <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX:52020DC0066>

Comissão Europeia, Direção-Geral da Educação, da Juventude, do Desporto e da Cultura (2022). *Orientações éticas para educadores sobre a utilização de inteligência artificial (IA) e de dados no ensino e na aprendizagem*. Serviço das Publicações da União Europeia. Recuperado a 3 de junho de 2024 de <https://data.europa.eu/doi/10.2766/07>

Desmarais, M. C., & Baker, R. S. J. d. (2012). A review of recent advances in learner and skill modeling in intelligent learning environments. *User Model User-Adap Inter*, 22, 9–38. <https://doi.org/10.1007/s11257-011-9106-8>

Dillenbourg, P., & Jermann, P. (2007). Designing integrative scripts. In F. Fischer, H. Mandl, J. Haake, & I. Kollar (Eds.), *Scripting computer-supported collaborative learning: Cognitive, computational, and educational perspectives* (pp. 275-301).

Durlak, J. A., Weissberg, R. P., Dymnicki, A. B., Taylor, R. D., & Schellinger, K. B. (2011). The impact of enhancing students' social and emotional learning: A meta-analysis of school-based universal interventions. *Child Development*, 82(1), 405-432. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2010.01564.x>

Falmagne, J. C., Albert, D., Doble, C., Eppstein, D., & Hu, X. (2006). *Knowledge Spaces: Applications in Education*. Springer.

Fayyad, U., Piatetsky-Shapiro, G., & Smyth, P. (1996). From data mining to knowledge discovery in databases. *AI Magazine*, 17(3), 37-54.

Fitzgerald, J., & McKendree, J. (2022). Augmented reality in education: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Educational Technology & Society*, 25(3), 34-50. <https://www.jstor.org/stable/48632201>



Green, B. (2019). The politics of data in education: How data collection practices shape the school environment. *Educational Policy Analysis Archives*, 27(129). <https://doi.org/10.14507/epaa.27.4408>

Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep learning*. MIT Press. Recuperado em 25 de julho de 2024, de <https://www.deeplearningbook.org/>

Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Center for Curriculum Redesign. Recuperado de <https://curriculumredesign.org/ai-in-education/>

Hwang, G. J., Xie, H., & Shen, C. Y. (2020). A longitudinal analysis of technological pedagogical content knowledge in the development of pre-service teachers. *Journal of Educational Technology & Society*, 23(1), 65-77.

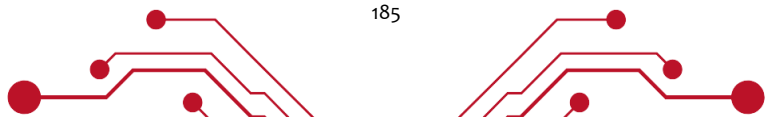
Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). (2020). *Ethically aligned design: A vision for prioritizing human well-being with autonomous and intelligent systems*. IEEE. Recuperado a 10 de julho de <https://standards.ieee.org/industry-connections/ec/autonomous-systems.html>

International Society for Technology in Education (ISTE). (2021). *ISTE standards for educators*. Recuperado em 10 de julho de 2024, de <https://www.iste.org/standards/iste-standards-for-teachers>

Jordan, M. I., & Mitchell, T. M. (2015). Machine learning: Trends, perspectives, and prospects. *Science*, 349(6245), 255-260. <https://doi.org/10.1126/science.aaa8415>

Jurafsky, D., & Martin, J. H. (2020). *Speech and language processing* (3ª ed.). Pearson.

Khabib, S. (2022). Introducing artificial intelligence (AI)-based digital writing assistants for teachers in writing scientific articles. *Teaching English As a Foreign Language Journal*, 1(2), 114-124. <https://doi.org/10.12928/tefl.v1i2.249>



Krizhevsky, A., Sutskever, I., & Hinton, G. E. (2012). ImageNet classification with deep convolutional *neural networks*. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 25, 1097-1105.

Kumar, P., & Bansal, A. (2020). Plagiarism detection techniques: A review. *International Journal of Computer Applications*, 176(8), 30-35. <https://doi.org/10.5120/ijca2020919937>

Lake, B. M., Ullman, T. D., Tenenbaum, J. B., & Gershman, S. J. (2017). Building machines that learn and think like people. *Behavioral and Brain Sciences*, 40, e253. <https://doi.org/10.1017/S0140525X16001837>

LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature*, 521(7553), 436-444. <https://doi.org/10.1038/nature14539>

Luckin, R. (2017). *Machine Learning and Human Intelligence: The Future of Education for the 21st Century*. UCL Institute of Education Press.

McCarthy, J., Minsky, M. L., Rochester, N., & Shannon, C. E. (1956). A proposal for the Dartmouth summer research project on artificial intelligence. Recuperado em 27 de julho de 2024, de <http://jmc.stanford.edu/articles/dartmouth/dartmouth.pdf>

McCall, D. (1985). Artificial intelligence and education: Principles and case studies. *Journal of Educational Technology Systems*, 14(1), 21-35.

Murphy, K. P. (2012). *Machine learning: A probabilistic perspective*. MIT Press.

National Library of Medicine. (n.d.). A brief history of NLM. Recuperado em 25 de julho de 2024, de <https://www.nlm.nih.gov/about/history.html>

Nilsson, N. J. (1984). *Shakey the Robot*. Technical Note 323, SRI International. Recuperado em 27 de julho de 2024, de <https://www.aaai.org/Papers/Workshops/1992/WS-92-01/WS92-01-001.pdf>



NGSS. (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States*. Recuperado a 2 de agosto de 2024, de https://nap.nationalacademies.org/login.php?record_id=18290.

Noble, S. U. (2018). *Algorithms of Oppression: How Search Engines Reinforce Racism*. NYU Press.

OCDE. (2019a). *AI and the future of skills: The digital transformation of education*. Recuperado em 27 de julho de 2024, de <https://www.oecd.org/>

OCDE. (2019b). *OECD Principles on artificial intelligence*. Recuperado em 23 de julho de 2024, de <https://www.oecd.org/going-digital/ai/principles/>

OECD. (2021). *Teacher professional learning and development*. Recuperado em 23 de julho de 2024, de <https://www.oecd.org/en/topics/sub-issues/teacher-professional-learning-and-development.html>

OCDE. (2023). *Revised definition of AI systems*. Recuperado em 25 de julho de 2024, de <https://www.oecd.org/going-digital/ai/revised-definition-of-ai-systems-2023.pdf>

OpenAI. (2020). *Language Models are Few-Shot Learners*. Recuperado a 3 de junho de 2023 de <https://arxiv.org/abs/2005.14165>

OpenAI. (2023). *GPT-3.5 Technical Report*. Recuperado a 2 de agosto de 2024 de <https://www.openai.com/research/gpt-3-5>

Provost, F., & Fawcett, T. (2013). *Data science for business: What you need to know about data mining and data-analytic thinking*. O'Reilly Media.

Popenici, S. A. D., & Kerr, S. (2017). *Exploring the impact of artificial intelligence on teaching and learning in higher education*. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*.

Russell, S. J., Norvig, P., & Davis, E. (2016). *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (2ª ed.). Pearson.



Shute, V. J., & Ventura, M. (2013). *Stealth assessment: Measuring and supporting learning in video games*. MIT Press.

Spector, J. M. (2014). *The Handbook of Research on Educational Communications and Technology*. Springer.

Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st Century Skills: Learning for Life in Our Times*. Jossey-Bass.

Turing, A. M. (1950). Computing machinery and intelligence. *Mind*, 59(236), 433-460. <https://doi.org/10.1093/mind/LIX.236.433>

UNESCO. (2021a). *Artificial intelligence in education: Challenges and opportunities*. Recuperado em 27 de julho de 2024, de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000366994>

UNESCO. (2019). *Beijing consensus on artificial intelligence and education: Outcome document of the international conference on artificial intelligence and education*. Paris: UNESCO. Recuperado a 10 de julho de 2024, de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000372249>

UNESCO. (2020). *AI in education: Change at the speed of learning*. Recuperado 10 de junho de 2024, de <https://www.unesco.org/>

UNESCO. (2021b). *Recommendations on the Ethics of Artificial Intelligence*. Recuperado de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000377236>

Verplanken, B. and Orbell, S. (2003) Reflections on Past Behavior: A Self-Report Index of Habit Strength. *Journal of Applied Social Psychology*, 33, 1313-1330. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1559-1816.2003.tb01951>.

Williamson, B., Eynon, R., & Potter, J. (2020). Pandemic politics, pedagogies and practices: Digital technologies and distance education during the coronavirus emergency. *Learning, Media and Technology*, 45(2), 107-114.



Woolf, S., Woolf, C. M., & Oakland, T. (2010). Adaptive behavior among adults with intellectual disabilities and its relationship to community independence. *Intellectual and Developmental Disabilities, 48*(3), 209–215. <https://doi.org/10.1352/1944-7558-48.3.209>

Wu, X., Zhu, X., Wu, G.-Q., & Ding, W. (2014). Data mining with big data. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 26*(1), 97-107. <https://doi.org/10.1109/TKDE.2013.109>

Yang, Y., & Riedl, M. (2018). Generative adversarial networks for learning environments. *IEEE Transactions on Learning Technologies, 11*(4), 522-533. <https://doi.org/10.1109/TLT.2018.2827122>

