

Inteligência Artificial na Educação e Ética

Benedict du Boulay

Universidade de Sussex, Brighton, Reino Unido

B.du-Boulay@sussex.ac.uk

Tradução em língua portuguesa do capítulo Artificial Intelligence in Education and Ethics, da autoria de Benedict do Bulay, publicado em 2022, em O. Zawacki-Richter e I. Jung, *Handbook of Open, Distance and Digital Education (Eds)*, https://doi.org/10.1007/978-981-19-0351-9_6-2.

Resumo: Este capítulo aborda as questões éticas relacionadas com a aplicação da inteligência artificial (IA) na educação, desde os primórdios da inteligência artificial na educação, na década de 1970, até ao estado atual deste domínio, incluindo a crescente sofisticação das interfaces dos sistemas e o aumento da utilização e do abuso de dados. Enquanto nos primeiros tempos a maior parte das ferramentas estava virada para o aluno, atualmente existem ferramentas que estão viradas para o professor, apoiando a sua gestão da sala de aula, e para o administrador, ajudando-o na gestão de grupos de alunos. As ferramentas orientadas para o aluno têm agora em conta os aspetos afetivos e motivacionais da aprendizagem, bem como os aspetos cognitivos. O aumento da recolha de dados e das ferramentas de analítica da aprendizagem que lhe estão associadas tem permitido o desenvolvimento de *dashboards* para uma gestão dinâmica e a compreensão reflexiva dos alunos, dos professores e gestores. As questões éticas quase não tinham expressão nos primeiros tempos, mas atualmente são muito importantes. As razões devem-se aos receios legítimos de que a autonomia dos alunos e professores seja comprometida, de que os dados sejam recolhidos e desviados para outros fins, e de que a IA introduza nas decisões educacionais preconceitos adicionais aumentando a desigualdade já existente, e, também, devido à reputação assustadora que, em geral, a IA possui.

Palavras-Chave: inteligência artificial em educação; ética; análises; painéis de controlo; ferramentas para o estudante; ferramentas para o professor; ferramentas para o gestor.

Introdução

A inteligência artificial (IA) foi inicialmente aplicada na educação há cerca de 50 anos e como um campo de investigação, apenas há cerca de uma década após a sua fundação, num workshop do Dartmouth College, em Hanover, New Hampshire, EUA, em 1956 (ver, por exemplo, Moor, 2006).

Em 1970, o artigo de Carbonell "AI in CAI: An Artificial-Intelligence Approach to Computer-Assisted Instruction" descreveu um tutor e um sistema de autoria chamado SCHOLAR para geografia, baseado em redes semânticas (Carbonell, 1970). Este tutor

"orientado para a estrutura da informação (ISO)" separava a sua estratégia de ensino do seu conhecimento da geografia sul-americana de tal forma que, em princípio, a geografia de qualquer outra parte do mundo poderia ser inserida e aplicada uma estratégia de ensino aplicada, ou aplicada uma estratégia de ensino diferente à geografia da América do Sul. Além disso, devido à representação explícita do seu conhecimento geográfico através das redes semânticas, o sistema podia raciocinar sobre o seu conhecimento para tirar conclusões que não estavam explicitamente codificadas e também, responder a perguntas sobre o que sabia. Assim, a sua estratégia de ensino de "iniciativa mista" podia abranger tanto o sistema que questionava o estudante, utilizando o contexto e a relevância das suas perguntas, como o estudante que questionava o sistema, ambos em inglês muito limitado. O sistema registou as partes do domínio geográfico que tinham sido compreendidas pelo aluno, marcando as partes relevantes da rede semântica, criando assim um modelo evolutivo dos conhecimentos do aluno. Esta adaptação ao aluno individual foi um dos fatores que distinguiu este sistema daqueles que o precederam de ensino assistido por computador (CAI). O sistema também demonstrou o que veio a ser a arquitetura conceptual padrão dos sistemas de inteligência artificial na educação (IAEd) orientados para o aluno.

Os primórdios da IA na educação

Os primeiros artigos sobre IAEd demonstraram aquilo que podia ser atingido uma década mais tarde (Sleeman & Brown, 1979). Esta coleção incluía, entre outros, artigos sobre sistemas de formação assistidos por computador em cenário de jogo (Burton & Brown, 1979), a adição de regras tutoriais a sistemas periciais para permitir explicar e ensinar as regras do sistema (Clancey, 1979), representação do conhecimento para captação da evolução da compreensão de um aluno (Goldstein, 1979), tutor para programação básica (Miller, 1979) e um sistema de tutoria para equações quadráticas que realizava experiências para avaliar o seu próprio desempenho de ensino e, em seguida, atualizar as suas próprias técnicas de ensino como resultado (O'Shea, 1979).

Estes primeiros trabalhos mapearam sobretudo a arquitetura conceptual daquilo a que atualmente se designa por "ferramentas orientadas para o aprendente", nomeadamente, um modelo explícito do que deve ser ensinado, um modelo explícito de como deve ser ensinado, um modelo evolutivo da compreensão e das competências do aluno e a interface através do qual a interação entre o aluno e o sistema, comunica. Hartley (1973) apresentou uma definição inicial desta arquitetura da seguinte forma, em que (3) e (4) constituem o modelo explícito de ensino não tendo sido mencionado a interface, dado o seu âmbito limitado na época:

1. Uma representação da tarefa
2. Uma representação do aluno e do seu desempenho
3. Um vocabulário de operações (didáticas)
4. Uma matriz de compensação ou um conjunto de regras de orientação meios-fins (Hartley, 1973, p. 424)

A natureza autónoma destes primeiros sistemas, as suas interfaces pouco sofisticadas e a sua falta de interesse em recolher grandes quantidades de dados sobre os alunos significava que muitas das questões éticas atuais em torno da utilização da IAEd não eram evidenciadas.

Desde o início, o domínio geral da IA tem tido interligados aspectos científicos e de engenharia (Buchanan, 1988). O aspecto científico da IA *na educação* tem-se preocupado com questões relacionadas com a natureza da aprendizagem e do ensino humano, frequentemente com o objetivo de compreender e, posteriormente, a duplicação do desempenho do ensino por peritos humanos. Este aspecto tem-se centrado em grande medida em ferramentas orientadas para o aluno, mas mais recentemente alargou-se a ferramentas orientadas para o professor. A ciência tem sido seguida como uma espécie de psicologia computacional em si mesma ou como forma de melhorar as práticas e oportunidades educacionais no mundo. O aspecto de engenharia da aplicação da IAEd tem explorado uma vasta gama de tecnologias computacionais, como as redes semânticas de Carbonell, já referidas, e, mais recentemente, técnicas de aprendizagem automática de vários tipos. Esta vertente do trabalho tem objetivos ainda mais vastos, que incluem também o desenvolvimento de ferramentas para os gestores educativos.

Este capítulo está dividido em seis secções. A secção "A IA contemporânea na educação" apresenta uma breve panorâmica do estado atual das aplicações da IAEd, incluindo subsecções sobre ferramentas orientadas para o aluno, ferramentas orientadas para o professor e ferramentas orientadas para o administrador/gestor. A secção "Questões éticas" analisa as questões éticas que surgem da aplicação da IAEd, incluindo aquelas relacionadas com a tecnologia educativa em geral, a conceção ética e a utilização e análise éticas dos dados. A secção "Questões em aberto e orientações para investigação futura" analisa as questões em aberto. A secção "Implicações para o ensino aberto, a distância e digital (EAD)" analisa as implicações para o ensino aberto, a distância e digital (EAD). A secção "Conclusão" apresenta algumas breves conclusões.

A IA contemporânea na Educação

Atualmente, o domínio da IA na educação, divide-se em três grandes propósitos que se sobrepõem. O primeiro continua a desenvolver ferramentas educativas que se centram nos *alunos*, desempenhando várias funções pedagógicas, como a tutoria de um conjunto de competências (Koedinger & Alevan, 2016), a assistência à aquisição de conceitos (Biswas, Segedy, & Bunchongchit, 2016) ou o apoio à consciência e regulação metacognitivas (Azevedo & Alevan, 2013), entre outras. O segundo propósito é o desenvolvimento de ferramentas de assistência para professores (ver secção "IA e ferramentas para professores") e o terceiro propósito desenvolve ferramentas concebidas para ajudar os gestores educacionais (ver secção "IA e ferramentas para gestores"). Um resumo útil das aplicações da IAEd para um leitor que trabalhe no âmbito da ODDE pode ser encontrado em Kose e Koc (2015).

IA e Ferramentas dirigidas a Alunos

Como exemplo de uma ferramenta que se centra nos alunos, o Betty's Brain é um sistema concebido para ajudar os alunos a desenvolver a compreensão do conceito de ecologia (Biswas et al., 2016). Neste sistema, a interface é uma das partes principais do sistema. O aluno utiliza a interface para desenhar um mapa conceitual constituído por nós e setas que representam alguns dos processos envolvidos num ecossistema fluvial, como a absorção de oxigénio e a produção de dióxido de carbono. O sistema também fornece materiais de leitura a partir dos quais se espera que o aluno crie o mapa conceitual. Em qualquer momento, o aluno pode pedir ao sistema para verificar e testar a exatidão e integridade do seu mapa conceitual, e o sistema fará comentários para o

ajudar a construir um mapa conceitual melhor. O sistema é apresentado em termos de uma história em que o aluno está a construir um mapa conceitual para uma aluna artificial, a Betty, ou seja, o Cérebro da Betty. A verificação e os testes são apresentados como se estivessem a ser definidos e corrigidos por um professor artificial, o Sr. Davis. O Sr. Davis também dá dicas metacognitivas ao aluno se lhe parecer que não está a prestar a devida atenção à sua própria aprendizagem, como por exemplo, não estar a fazer bom uso do material de leitura disponível.

Um dos desenvolvimentos da IAEd desde os seus primórdios tem sido o foco nos alunos como seres humanos com *sentimentos* e *aspirações*, bem como com conhecimentos e competências. Este enfoque mais amplo na natureza dos alunos e da aprendizagem foi provocado pela maior compreensão sobre os aspetos da motivação do aluno (Schunk, Pintrich, & Meece, 2008), sobre a sua mentalidade (Dweck, 2002) e os sentimentos/emoções académicos (Pekrun, 2014), para citar apenas três aspetos da aprendizagem humana. Embora esta evolução ajude a humanizar a interação entre os sistemas e os alunos, abre mais espaço para as questões éticas relacionadas com a privacidade e com os tipos de dados que são recolhidos e armazenados. Este enfoque alargado envolveu o desenvolvimento de técnicas para tentar avaliar os estados emocionais e motivacionais transitórios dos alunos, a fim de impulsionar estados de espírito positivos, como a concentração empenhada, e contrariar estados de espírito negativos, como a frustração ou o tédio.

Um exemplo da aplicação do que precede encontra-se num tutor de matemática escolar. Arroyo et al. (2014) basearam-se no trabalho de Dweck (2002) e outros para aumentar um sistema de tutoria existente para a matemática, agrupando os comportamentos de aprendizagem dos alunos num pequeno número de perfis em termos da sua utilização de sugestões, do tempo que demoravam a resolver os problemas e do número de erros que cometiam. Cada um destes perfis foi determinado por dimensões cognitivas e afetivas/motivacionais. Para cada perfil, houve ações cognitivas e afetivas/motivacionais e feedback por parte do tutor, tais como colocar um problema mais difícil (cognitivo), elogiar o esforço ou diminuir a importância do sucesso imediato (afetivo/motivacional).

O conjunto de ferramentas de aprendizagem de línguas, Enskill, fornece outro exemplo de uma interface contemporânea para sistemas virados para o aluno (Johnson, 2019). Trata-se de um conjunto de ferramentas para a aprendizagem de uma língua, para a utilização contextualizada do registo linguístico correto e para aprender a falar de forma eficaz, por exemplo, defendendo vigorosamente um determinado curso de ação. As ferramentas utilizam tecnologia baseada em jogos para criar um cenário no ecrã com uma ou mais personagens com as quais o aprendente fala e que podem responder em voz alta. A análise e o feedback da linguagem do aprendente podem ser feitos a diferentes níveis, consoante o contexto, por exemplo, pronúncia, gramática e adequação. Além disso, as ferramentas registam todas as interações com os aprendentes e estas estão ligadas a um mecanismo que permite melhorar o desempenho dos sistemas quando ocorrem erros ou falhas ("desenvolvimento orientado para os dados (D3) de ambientes de aprendizagem").

Um resultado particular do aspeto analítico dos alunos da IA na educação tem sido o crescimento dos "painéis de controlo" (Schwendimann et al., 2017). Estes podem ser dirigidos aos alunos para os ajudar a refletir sobre o progresso, quer no momento, quer após uma aula ou sessão, ou mesmo refletir sobre a eficácia das próprias ferramentas de reflexão (Jivet, Wong, Scheffel, Specht, & Drachsler, 2021). Os painéis de controlo

destinados aos alunos surgiram a partir de uma tecnologia anterior orientada para o aluno denominada "Open Learner Models" (ver, por exemplo, Bull & Kay, 2016).

As ferramentas dirigidas ao aluno são eficazes e estão a ser utilizadas?

Foram realizados pelo menos sete meta-estudos e meta-análises sobre a eficácia das ferramentas orientadas para o aluno em comparação com um professor que trabalha com uma turma inteira de alunos ou com um professor qualificado que trabalha com um único aluno (para um resumo, ver du Boulay, 2016). A mensagem geral de 182 estudos comparativos é que as ferramentas dirigidas ao aluno têm um melhor desempenho em termos de ganhos de aprendizagem em comparação com um professor humano que trabalha com uma turma inteira (tamanho do efeito = 0,47), mas ligeiramente pior do que um tutor humano qualificado que trabalha com um único aluno (tamanho do efeito = -0,19). Para além dos sete meta-estudos, houve uma avaliação multiestados de 2 anos do Tutor Cognitivo para Álgebra em pares de escolas nos EUA (Pane, Griffin, McCaffrey, & Karam, 2014). Cada par consistia numa escola que continuava a ensinar álgebra à sua maneira e noutra em que a escola também utilizava o Tutor Cognitivo para Álgebra (embora sem o utilizar necessariamente de acordo com os conselhos dos autores do sistema de tutoria). No segundo ano do estudo, quando os professores se habituaram a utilizar eficazmente o sistema de tutoria, registou-se um pequeno ganho de aprendizagem comparativamente a favor das escolas que utilizavam o sistema de tutoria (tamanho do efeito = 0,21).

Apesar dos resultados positivos acima referidos para as ferramentas orientadas para o aluno, a penetração de ferramentas de inteligência artificial de todos os tipos nas escolas e faculdades tem sido lenta, mas com algumas exceções notáveis, como os Cognitive Tutors nos EUA, acima mencionados, e agora comercializados sob o nome Carnegie Learning (Koedinger & Aleven, 2016). De forma mais positiva, Baker, Smith e Anissa (2019) afirmam:

Apesar da atenção mínima, as ferramentas de IAEd já estão hoje a ser utilizadas em escolas e faculdades no Reino Unido e em todo o mundo. Encontramos ferramentas dirigidas ao aluno, tais como plataformas de aprendizagem adaptativas que "personalizam" o conteúdo com base nos pontos fortes e fracos de uma criança. Encontramos ferramentas orientadas para o professor, como as que automatizam a correção e a administração (um projeto-piloto apoiado pelo governo na China permite que as crianças de cerca de 60 000 escolas tenham os seus trabalhos de casa corrigidos por um computador). Encontramos ferramentas orientadas para o sistema, como as que analisam dados de várias escolas e colégios para prever quais os que poderão ter um desempenho menos bom nas inspeções. (p. 5).

De acordo com uma revisão sistemática da investigação sobre aplicações de inteligência artificial no ensino superior, a penetração nas universidades ainda é irregular, com poucos artigos a referir-se às dimensões éticas ou à teoria da aprendizagem (Zawacki-Richter, Marín, Bond, & Gouverneur, 2019):

Os resultados descritivos demonstram que a maioria das disciplinas envolvidas nos artigos de IAEd vem da Ciência da Computação e STEM, e que os métodos quantitativos foram os mais frequentemente utilizados nos estudos empíricos. A síntese dos resultados apresenta quatro áreas de aplicações de IAEd em serviços de apoio académico e serviços institucionais e administrativos: 1. definição de perfis e sua previsão, 2. avaliação e apreciação, 3. sistemas adaptativos e personalização, e

4. sistemas de tutoria inteligentes. As conclusões refletem a quase ausência de uma reflexão crítica sobre os desafios e riscos da IAEd, a fraca ligação a perspectivas pedagógicas teóricas e a necessidade de explorar melhor as abordagens éticas e educativas na aplicação da no ensino superior. (Zawacki-Richter et al., 2019)

No seu editorial de uma edição especial sobre IA no ensino universitário, que incluía o artigo acima mencionado, os editores observaram que "há poucas provas, neste momento, de um grande avanço na aplicação da IA 'moderna' especificamente ao ensino e à aprendizagem, no ensino superior, com exceção talvez da analítica da aprendizagem" (Bates, Cobo, Mariño, & Wheeler, 2020).

IA e ferramentas dirigidas aos professores

Recentemente, tem-se assistido ao desenvolvimento de ferramentas educativas centradas nos professores para os ajudar a *orquestrar* o uso da tecnologia na sala de aula ou a refletir sobre essa organização. Também (i) ajudam os professores a afetar eficazmente o seu tempo aos alunos que mais precisam dele e (ii) analisam o trabalho dos alunos para determinar quais são os problemas comuns numa turma. Podemos ver isto como uma evolução do modelo do aluno para abranger tanto os indivíduos de um grupo como o próprio grupo.

Por exemplo, o sistema Lumilo dava ao professor óculos que proporcionavam uma visão de realidade aumentada da sua turma, com cada um a trabalhar sozinho com um sistema (Holstein, McLaren, & Alevan, 2018). Havia dois tipos de visão aumentativa. A primeira envolvia um símbolo de realidade aumentada, aparentemente pairando sobre a cabeça de cada aluno, que indicava o seu estado atual de aprendizagem. Estes símbolos incluíam os que designavam os seguintes estados do aluno: inativo, tentativas (demasiado) rápidas, abuso de dicas ou jogo com o sistema, erro local elevado após dicas ou persistência improdutiva. Estes símbolos foram concebidos para dar ao professor informações que lhe permitissem decidir qual o aluno que deveria ir ajudar pessoalmente. A segunda visão aumentativa envolveu uma análise do desempenho dos alunos como um todo para fornecer uma sinopse dos problemas comuns à turma. Esta sinopse era concebida para dar ao professor informações sobre o que poderia ser o foco das suas intervenções em toda a turma.

IA e ferramentas para Gestores

A terceira grande área para a IAEd tem sido o aumento da análise aplicada aos dados gerados em contextos educacionais ao nível da turma ou do grupo de alunos e destinada a ferramentas orientadas para o gestor. Estes tipos de análise exploram, por exemplo, a relação entre o envolvimento dos alunos e o sucesso global em cursos massivos online e abertos (MOOC) (ver, por exemplo, Rienties et al., 2016), diferentes padrões de envolvimento (ver, por exemplo, Rizvi, Rienties, Rogaten, & Kizilcec, 2020), e a identificação de dificuldades individuais e da turma com o material do curso e os meios para identificar e corrigir rapidamente quaisquer problemas e falhas nas interações de um sistema com os seus alunos (ver, por exemplo, Johnson, 2019).

Por exemplo, Peach, Yaliraki, Lefevre e Barahona (2019) analisaram o comportamento temporal dos alunos em cursos online no Imperial College Business School e na Open University britânica. Estes dados incluíam a conclusão de tarefas, o tempo e a regularidade das interações com o sistema de aprendizagem. Mapearam os tempos de

conclusão de tarefas dos indivíduos em relação à média de todos os alunos e utilizaram técnicas de agrupamento para criar grupos que incluíam os madrugadores, os pontuais, os pouco empenhados, os esporádicos e os que não conseguem cumprir as tarefas. Descobriram que os alunos com fraco desempenho (com base em medidas de resultados) evidenciavam tipicamente, um comportamento de "cramming" (sem surpresa), mas os alunos com bom desempenho encontravam-se em todos os grupos relacionados com o tempo, incluindo os pouco empenhados e os "crammers".

Na sua revisão sistemática abrangente, Zawacki-Richter et al. (2019) encontraram uma série de artigos relacionados com a aplicação da IA nas decisões de admissão. Por exemplo, Acikkar e Akay (2009) utilizaram técnicas de aprendizagem automática para gerar um modelo preditivo da admissão de estudantes na universidade para estudar educação física e desporto, com base no seu "desempenho no teste de aptidão física, bem como nas [suas] classificações no Exame Nacional de Seleção e Colocação e na média de notas do ensino secundário" (p. 7228). Estas análises foram efetuadas retrospectivamente e foram muito precisas (por exemplo, >90%). A dimensão ética de tais previsões torna-se evidente se essas previsões forem feitas prospectivamente, quando os estudantes se candidatam, quer como conselhos aos tutores de admissão, quer, o que é mais preocupante, como decisões efetivas sem qualquer intervenção humana.

Questões éticas

Os receios em relação à inteligência artificial já existiam muito antes do advento desta área (ver, por exemplo, *The Golem* (Meyrink, 1915) - uma recontagem de um conto antigo sobre a animação de um ser vivo a partir de uma estátua de barro). No entanto, os primeiros criadores de ferramentas de IA viradas para os alunos não tinham as questões éticas em mente. Para eles, as questões eram sobretudo tecnológicas e pedagógicas, por exemplo, como construir esses sistemas e determinar se eram eficazes em contextos educativos. Atualmente, as questões éticas tornaram-se muito mais prementes devido à maior penetração da tecnologia educacional (incluindo a tecnologia baseada na IA) na educação e na formação a todos os níveis, à recolha muito maior de dados em contextos educacionais e à entrada de empresas no ecossistema educativo envolvidas no capitalismo de vigilância (Williamson, 2018).

Questões éticas em torno da Educação em geral

Na maior parte dos países, os professores já atuam dentro de um quadro ético. Na Escócia, por exemplo, abrange uma série de áreas, incluindo fazer o melhor para os alunos, por exemplo, mantendo-se atualizado com as mudanças no currículo, e tratando os alunos de forma equitativa. Inclui também o respeito pela confidencialidade dos estudantes (ver, por exemplo, General Teaching Council Scotland, 2012).

O crescimento da tecnologia educacional de todos os tipos, quer envolva IA ou não, e a sua criação de registos de interações, produziu uma enorme quantidade de dados sobre os alunos em todos os níveis de ensino, desde as escolas primárias (elementares) até às universidades. As diretrizes éticas dos professores, como as acima referidas, devem abranger estas fontes adicionais de dados. Há muitas perguntas sem resposta sobre a quem pertencem estes dados, quem tem acesso aos mesmos, durante quanto tempo serão conservados, etc. O quadro europeu do Regulamento Geral sobre a Proteção de

Dados (RGPD) fornece orientações sobre a gestão de todos os tipos de dados pessoais (Li, Yu, & He, 2019). No entanto, ainda existem questões para os alunos em torno da compreensão de que dados sobre eles contam como "pessoais" (Marković, Debeljak, & Kadoić, 2019), bem como em torno do seu grau de propriedade e direitos sobre os dados de registo educativo.

Questões éticas da IA na Educação

O envolvimento da IA na tecnologia educacional deve também ser obrigada a dar o seu melhor e a tratar os alunos de forma equitativa. No caso de ferramentas viradas para o aluno, é de esperar que os criadores da tecnologia educacional garantam que a tecnologia fará o melhor possível nas circunstâncias, quer se trate de ensino, tutoria, orientação ou aconselhamento de alunos. Também se deve esperar que a tecnologia trate os alunos de forma equitativa e não favoreça um aluno em detrimento de outro, quer inadvertida quer deliberadamente.

Ferramentas dirigidas ao Aluno

Como é possível que a tecnologia trate os alunos de forma desigual, podemos perguntar? Muitos sistemas orientados para o aluno selecionam o que pensam ser a próxima tarefa de aprendizagem mais útil, por exemplo, o próximo problema a resolver, para um determinado aluno com um determinado historial educativo. Uma categorização incorreta dos alunos ao nível da conceção em grupos, por exemplo, por género, por nível de realização anterior, por motivação ou por capacidade de aprendizagem autorregulada, pode levar a que sejam apresentadas a um aluno tarefas inadequadas ou muito mais difíceis do que aquelas com que ele pode lidar ou, na verdade, tarefas muito mais fáceis do que aquelas com que ele pode aprender. É claro que este tipo de preconceito também pode acontecer com professores humanos, em que as suas baixas expectativas em relação a alguns alunos podem tornar-se profecias autorrealizáveis. Mas o facto de os professores humanos poderem, ocasionalmente, ser tendenciosos não significa que devamos fechar os olhos aos potenciais preconceitos da tecnologia educativa baseada na IA.

Ferramentas para Professores

Considerações semelhantes aplicam-se às ferramentas dirigidas para o professor. O sistema de orquestração Lumilo que descrevemos acima assinalava os alunos que estavam a ir bem ou que estavam a ter diferentes tipos de dificuldades. O objetivo era permitir ao professor fazer escolhas sobre quem ajudar. É evidente que se trata de uma decisão de carácter ético. O professor deve dar prioridade aos que têm mais dificuldades ou distribuir o seu esforço de forma mais homogénea por toda a turma? Esse é um dilema humano. Mas é bom que o sistema de orquestração tenha um diagnóstico correto sobre quem acha que está a ir bem e quem acha que precisa de ajuda. Mesmo sem a utilização de IA, os sistemas para ajudar o professor a gerir uma sala de aula podem ter efeitos negativos inesperados nos alunos. Num estudo sobre o ClassDojo, utilizado pelos professores para registar os comportamentos dos alunos, Lu, Marcu, Ackerman e Dillahunt (2021) observaram que:

Em particular, a utilização do ClassDojo corre o risco de medir, codificar e simplificar os fatores psicossociais matizados que determinam o comportamento e o desempenho das crianças, servindo assim de "penso rápido" para questões mais profundas. Discutimos como esse processo pode perpetuar a desigualdade e o preconceito existentes na educação. (Lu et al., 2021)

Ferramentas dirigidas ao gestor

Para um debate sobre as utilizações alargadas da IA nas universidades, ver Zeide (2019). Por vezes, as ferramentas orientadas para o gestor/administrador são utilizadas para fazer previsões sobre quais os alunos que parecem estar a ter um bom desempenho e quais os que mostram indícios de reprovação ou abandono do curso. Este tipo de avaliação baseia-se frequentemente em análises de aprendizagem que utilizam metodologias de IA. A questão aqui são as consequências de falsos negativos e falsos positivos resultantes de uma análise de dados inadequada. Por exemplo, a ausência de sinais de que um aluno está realmente a ter dificuldades pode significar que nenhum ser humano é alertado para prestar ajuda. Rotular um aluno como tendo dificuldades e que está a ir bem pode também ter repercussões a longo prazo, tal como uma entrada incorreta numa classificação de créditos. Para um exemplo interessante dos artefactos que podem ocorrer na análise de dados de coortes, ver Alexandron, Yoo, Ruipérez-Valiente, Lee e Pritchard (2019). Estes autores mostraram que, por vezes, os alunos que usavam um MOOC criavam duas contas para poderem manipular o sistema. Uma conta (com um nome falso) era utilizada para obter muita ajuda do sistema para encontrar as respostas certas, enquanto a outra conta (com o nome verdadeiro do aluno) era utilizada para responder a todas as perguntas de forma rápida e correta.

A utilização de previsões para orientar a admissão de alunos em escolas ou faculdades (Acikkar & Akay, 2009) ou para prever as notas quando, devido à COVID-19 os exames não puderam ser realizados está repleta de questões éticas. A recente criação e posterior abandono de um algoritmo para prever as notas dos alunos do Reino Unido para entrada na universidade é uma chamada de atenção pertinente, tanto para os potenciais preconceitos da IA, como para os potenciais preconceitos dos professores humanos que o algoritmo pretendia atenuar (ver, por exemplo, Hao, 2020).

Lidar com Questões Éticas no Design, Implementação e Implantação de sistemas de IA

Atualmente, são concebidos muitos sistemas diferentes que incluem elementos de IA, desde as aplicações para smartphones a grandes sistemas de dados bancários. Tem havido uma preocupação crescente com as questões éticas que surgem na conceção, implementação e implantação de tais sistemas, tendo a UE proposto legislação para gerir a situação (Comissão Europeia, 2020). Foram propostas várias *frameworks* diferentes para gerir o desenvolvimento de tais sistemas. Um resumo útil pode ser encontrado em Floridi e Cows (2019). Estes autores desenvolveram uma framework a partir da bioética, sob os títulos gerais de beneficência, não maleficência, autonomia e justiça, para incluir também a "explicabilidade". A maioria dos sistemas deve funcionar sob o controlo de (ou pelo menos em conjunto com) seres humanos, pelo que é importante que o sistema que emprega a IA seja capaz de oferecer uma explicação ou justificação para o motivo exato pelo qual está a sugerir uma decisão, um curso de ação, um resultado, ou o que quer que seja, para que o ser humano possa ponderar até que ponto deve concordar

com a máquina. Especialmente na educação, a autonomia e a explicabilidade devem desempenhar um papel central.

A questão da recolha, análise e gestão dos dados dos alunos tornou-se mais premente por muitas razões, incluindo (i) uma maior sensibilização geral para as questões da privacidade dos dados, (ii) a enorme quantidade de dados dos alunos que estão a ser recolhidos, (iii) o aumento da utilização da IA e de outras metodologias para encontrar padrões nesses dados e tirar conclusões a partir deles, e (iv) a utilização dos dados dos alunos (e, portanto, dos utilizadores) para fins comerciais que nada têm a ver com a educação (Williamson, 2018).

Por exemplo, Williamson (2018) alerta para o facto de as empresas de "Big Tech" estarem a entrar no domínio da educação, normalmente com ferramentas orientadas para o aluno, de modo a poderem recolher os dados dos alunos para fins comerciais:

As escolas "startup" são analisadas como protótipos de instituições educativas que têm origem na cultura, no discurso e nos ideais do capital de risco e da cultura "startup" de Silicon Valley e que se destinam a transferir as suas práticas para toda a infraestrutura social, técnica, política e económica da escolaridade. Estas novas escolas estão a ser concebidas como plataformas técnicas escaláveis; financiadas por fontes comerciais de "filantropia de risco"; e dotadas de pessoal e geridas por executivos e engenheiros de algumas das mais bem sucedidas startups e empresas Web de Silicon Valley. Juntos, constituem um poderoso "imaginário algorítmico" partilhado que procura ser "disruptivo" em relação ao ensino público através da expertise tecnológica dos filantropos de risco de Silicon Valley. (Williamson, 2018, p. 218).

Os investigadores no domínio da IA na educação estão a começar a estar conscientes destas questões éticas, embora Zawacki-Richter et al. (2019) tenham encontrado apenas dois artigos na sua revisão sistemática das aplicações da IA nas universidades que tratavam de questões éticas. Assim, por exemplo, vemos tanto o surgimento de quadros gerais de conceção, como o de Floridi e Cowls (2019) acima, para incluir a IA em produtos de software, como os que se destinam especificamente ao desenvolvimento de aplicações de IA na educação (ver, por exemplo, Drachsler & Greller, 2016) e, mais notavelmente, a criação de um Instituto de IA Ética na Educação que estabeleceu diretrizes particularmente para os professores na sua utilização de aplicações de IA (Seldon, Lakhani, & Luckin, 2021).

Questões em Aberto e Direções para a Investigação Futura

De um ponto de vista ético, a grande questão é como podemos garantir que os alunos adquiram mais controlo sobre os dados que são gerados quando interagem com a tecnologia educativa e são protegidos contra a utilização indevida dos seus dados por terceiros. Esta secção identifica algumas questões em aberto e direções de investigação na ciência e engenharia das aplicações da IAEd para cada uma das categorias de sistemas acima mencionados, nomeadamente, orientadas para o aluno, para o professor e para o gestor.

Dado o interesse crescente na recolha e utilização de dados afetivos sobre os alunos para melhorar a adaptabilidade das ferramentas orientadas para o aluno, são duas as questões *científicas*: (i) quais podem ser as categorias afetivas mais úteis para desenvolver uma pedagogia afetiva e (ii) que tipos de regras pedagógicas devem ser utilizadas para maximizar a possibilidade de uma aprendizagem frutuosa, tendo em

conta a sequência dos estados cognitivos e afetivos do aprendente até ao momento. Por exemplo, será que a esperança, o desânimo e o orgulho também devem desempenhar um papel, bem como a confusão, a frustração e a concentração empenhada, e como devem ser "geridos"?

Para os sistemas destinados aos professores, uma questão de *engenharia* é: qual a melhor forma de gerir e apoiar a divisão do trabalho entre o(s) professor(es) humano(s) e o sistema, dada a complexidade manifesta e a natureza dinâmica da maioria das salas de aula cheias de alunos? Por exemplo, como é que uma ferramenta utilizada para a gestão dinâmica deve diferir de uma ferramenta utilizada para a prática reflexiva?

Para os sistemas destinados a compreender as coortes, uma questão de *engenharia* é: qual a melhor forma de desenvolver sistemas de gestão da aprendizagem para medir e potencialmente responder a questões académicas sobre a aprendizagem, em vez de questões administrativas? Por exemplo, os alunos deste curso mostraram fortes indícios de melhorias na sua capacidade de aprendizagem autorregulada?

Implicações para o Ensino Aberto, a Distância e Digital (EAD)

Há três implicações principais para a EAD. A primeira é que uma das tecnologias mais antigas para o ensino a distância, o livro didático, foi melhorada pela aplicação da IA, quer através da adaptação do conteúdo, quer do percurso através desse conteúdo até ao leitor (ver, por exemplo, Thaker, Huang, Brusilovsky, & He, 2018). A segunda implicação é que os sistemas online, a distância e digitais têm vindo a incorporar cada vez mais elementos de IA, a fim de tornar esses sistemas mais inteligentes e mais sensíveis às necessidades dos alunos e dos professores (ver, por exemplo, Kose, 2015; UNESCO, 2021). A terceira implicação é que os criadores e os responsáveis pela implementação dos sistemas de EAD já estão a assumir uma posição ética sobre a forma como os sistemas são concebidos e construídos, como são utilizados na prática e como os seus dados são recolhidos, armazenados e analisados (Prinsloo & Slade, 2016). Por exemplo, no que respeita particularmente aos ODDE, Sharma, Kawachi e Bozkurt (2019) afirmam:

Em primeiro lugar, devem ser criados alguns mecanismos de controlo para garantir a transparência na recolha, utilização e divulgação dos dados da IA. Em segundo lugar, temos de desenvolver códigos e normas éticas de forma proactiva para que possamos beneficiar verdadeiramente da IA na educação sem prejudicar nada, não só os seres humanos mas também qualquer entidade. Em terceiro lugar, devemos garantir a privacidade dos alunos e protegê-los de qualquer dano potencial. Por último, devemos sensibilizar para a IA, para que os indivíduos se possam proteger e assumir uma posição crítica quando necessário. (p. 2).

Conclusão

Para dar uma visão longitudinal da IAEd e da ética, este capítulo traçou os primórdios do desenvolvimento de sistemas virados para o aluno na década de 1970, bem como alguns exemplos de sistemas muito mais recentes. Embora os primeiros sistemas estivessem sobretudo virados para o aluno, as aplicações contemporâneas da IA incluem agora também ferramentas viradas para o professor e para o gestor sendo utilizadas tanto localmente como através de tecnologias online, a distância e digitais.

A interface é um domínio no qual se registaram grandes mudanças. Um dos primeiros sistemas tinha uma interface que implicava que o aluno escrevesse as respostas (e até mesmo as perguntas) em inglês rígido, ao passo que as ferramentas atuais orientadas para o aluno podem mostrar agentes pedagógicos realistas com os quais os alunos têm um diálogo falado em inglês corrente. Além disso, as ferramentas para outros tipos de utilizadores utilizam painéis de controlo interativos complexos.

Nos primórdios, as ferramentas orientadas para o aluno eram em grande parte concebidas para funcionar como tutores com um único aluno. Atualmente, algumas ferramentas continuam a ser concebidas para trabalhar com um único aluno, embora possam agora adaptar-se ao estado afetivo e motivacional do aluno, bem como ao que este sabe e compreende. Outras podem trabalhar com mais do que um único aluno (ver, por exemplo, Walker, Rummel, & Koedinger, 2009), e outras ainda, trabalham mais com professores do que com alunos, para os ajudar na complexa tarefa de gerir uma turma de alunos e distribuir o seu tempo limitado de forma mais eficaz.

A criação de dados de registo dos sistemas educacionais e a utilização da extração de dados e de outras técnicas analíticas deram origem ao próspero domínio da análise do aluno. Esta, por sua vez, permitiu a criação de painéis de controlo (*dashboards*) para que alunos, professores e gestores possam dialogar com os dados a vários níveis de granularidade.

A ética tem desempenhado um papel importante na educação desde há muitos anos, mais obviamente através dos códigos de prática profissional que se espera que os professores respeitem. Nos primórdios da IA, as questões éticas relacionadas com a conceção e utilização de ferramentas educacionais não estavam no topo das preocupações dos designers: o objetivo principal era simplesmente fazer com que os sistemas funcionassem eficazmente. Atualmente, a ética está muito presente na mente das pessoas, sejam designers de sistemas, professores, pais, gestores ou mesmo alunos, mas ainda há um longo caminho a percorrer para tornar a tecnologia educacional um lugar confiável e seguro.

A IA tem uma reputação mista. Por um lado, é tão omnipresente que quase não damos por ela, por exemplo, ao interagir com um *chatbot* num sítio Web ou ao otimizar uma fotografia com a câmara. Por outro lado, há histórias assustadoras sobre a IA estar a dominar o mundo, ou relatos igualmente assustadores sobre decisões tendenciosas que podem afetar o bem-estar de uma pessoa (por exemplo, a recusa de uma hipoteca ou de um emprego) ou a sua vida (por exemplo, um sistema de diagnóstico que gera um relatório falso-positivo ou falso-negativo sobre um tumor). No setor da educação, há questões relacionadas com a forma como a análise pode produzir resultados tendenciosos ou com o facto de as empresas que utilizam a IA entrarem no sector da educação não tendo em mente os melhores interesses dos alunos, mas como forma de recolher os seus dados para fins comerciais. Para contrariar estas questões, foram elaborados vários códigos de ética que abrangem todos os aspetos da conceção e aplicação da tecnologia educacional baseada na IA, tanto a nível internacional como a nível local.

Referências

Acikkar, M., & Akay, M. F. (2009). Support vector machines for predicting the admission decision of a candidate to the School of Physical Education and Sports

- at Cukurova University. *Expert Systems with Applications*, 36, 7228–7233. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2008.09.007>
- Alexandron, G., Yoo, L. Y., Ruipérez-Valiente, J. A., Lee, S., & Pritchard, D. E. (2019). Are MOOC learning analytics results trustworthy? With fake learners, they might not be! *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 29, 484–506. <https://doi.org/10.1007/s40593-019-00192-0>
- Arroyo, I., Woolf, B. P., Burleson, W., Muldner, K., Rai, D., & Tai, M. (2014). A multimedia adaptive tutoring system for mathematics that addresses cognition, metacognition and affect. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 24, 387–426.
- Azevedo, R., & Alevén, V. (Eds.). (2013). *International handbook of metacognition and learning technologies*. New York: Springer.
- Baker, T., Smith, L., & Anissa, N. (2019). Educ-AI-tion rebooted? Exploring the future of artificial intelligence in schools and colleges. Retrieved from https://media.nesta.org.uk/documents/Future_of_AI_and_education_v5_WEB.pdf.
- Bates, T., Cobo, C., Mariño, O., & Wheeler, S. (2020). Can artificial intelligence transform higher education? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 17(1), 42. <https://doi.org/10.1186/s41239-020-00218-x>
- Biswas, G., Segedy, J. R., & Bunchongchit, K. (2016). From design to implementation to practice a learning by teaching system: Betty's Brain. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26, 350–364. <https://doi.org/10.1007/s40593-015-0057-9>
- Buchanan, B. G. (1988). Artificial intelligence as an experimental science. In J. H. Fetzer (Ed.), *Aspects of artificial intelligence* (pp. 209–250). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Bull, S., & Kay, J. (2016). SMILI[©]: A framework for interfaces to learning data in open learner models, learning analytics and related fields. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26, 293–331. <https://doi.org/10.1007/s40593-015-0090-8>
- Burton, R. R., & Brown, J. S. (1979). An investigation of computer coaching for informal learning activities. *International Journal of Man-Machine Studies*, 11, 5–24. [https://doi.org/10.1016/S0020-7373\(79\)80003-6](https://doi.org/10.1016/S0020-7373(79)80003-6)
- Carbonell, J. R. (1970). AI in CAI: An artificial-intelligence approach to computer-assisted instruction. *IEEE Transactions on Man-Machine Systems*, 11, 190–202. <https://doi.org/10.1109/TMMS.1970.299942>
- Clancey, W. J. (1979). Tutoring rules for guiding a case method dialogue. *International Journal of Man-Machine Studies*, 11, 25–50. [https://doi.org/10.1016/S00207373\(79\)80004-8](https://doi.org/10.1016/S00207373(79)80004-8)
- Drachsler, H., & Greller, W. (2016). Privacy and analytics: It's a DELICATE issue a checklist for trusted learning analytics. In S. Dawson, H. Drachsler, & C. P. Rosé (Eds.), *Enhancing impact: Convergence of communities for grounding, implementation, and validation* (pp. 89–98). Edinburgh: ACM. <https://doi.org/10.1145/2883851.2883893>

- du Boulay, B. (2016). Artificial intelligence as an effective classroom assistant. *IEEE Intelligent Systems*, 31(6), 76–81. <https://doi.org/10.1109/MIS.2016.93>
- Dweck, C. S. (2002). Beliefs that make smart people dumb. In R. J. Sternberg (Ed.), *Why smart people can be so stupid* (pp. 24–41). New Haven: Yale University Press.
- European Commission. (2020). White Paper on Artificial Intelligence: A European approach to excellence and trust (COM(2020) 65 final). Retrieved from https://ec.europa.eu/info/publications/white-paper-artificial-intelligence-european-approach-excellence-and-trust_en.
- Floridi, L., & Cowls, J. (2019). A unified framework of five principles for AI in society. *Harvard Data Science Review*, 1(1), 1–13. <https://doi.org/10.1162/99608f92.8cd550d1>
- General Teaching Council Scotland. (2012). Code of Professionalism and Conduct. Retrieved from <https://www.gtcs.org.uk/regulation/copac.aspx>.
- Goldstein, I. P. (1979). The genetic graph: A representation for the evolution of procedural knowledge. *International Journal of Man-Machine Studies*, 11, 51–78. [https://doi.org/10.1016/S0020-7373\(79\)80005-X](https://doi.org/10.1016/S0020-7373(79)80005-X)
- Hao, K. (2020). *The UK exam debacle reminds us that algorithms can't fix broken systems*. The MIT Technology Review. Retrieved from <https://www.technologyreview.com/2020/08/20/1007502/uk-exam-algorithm-cant-fix-broken-system/>.
- Hartley, J. R. (1973). The design and evaluation of an adaptive teaching system. *International Journal of Man-Machine Studies*, 5, 421–436. [https://doi.org/10.1016/S0020-7373\(73\)80029-X](https://doi.org/10.1016/S0020-7373(73)80029-X)
- Holstein, K., McLaren, B. M., & Aleven, V. (2018). Student learning benefits of a mixed-reality teacher awareness tool in ai-enhanced classrooms. In C. P. Rosé, R. Martínez-Maldonado, H. U. Hoppe, R. Luckin, M. Mavrikis, K. Porayska-Pomsta, B. McLaren, & B. du Boulay (Eds.), *Artificial intelligence in education: 19th international conference, AIED 2018, London, UK, June 27–30, 2018 proceedings, part I* (pp. 154–168). Cham: Springer.
- Jivet, I., Wong, J., Scheffel, M., Specht, M., & Drachsler, H. (2021). Quantum of choice: How learners' feedback monitoring decisions, goals and self-regulated learning skills are related. In M. Scheffel, N. Dowell, S. Joksimovic, & G. Siemens (Eds.), *The impact we make: The contributions of learning analytics to learning* (pp. 416–427). Edinburgh: ACM. <https://doi.org/10.1145/3448139.3448179>
- Johnson, W. L. (2019). Data-driven development and evaluation of Enskill English. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 29, 425–457. <https://doi.org/10.1007/s40593-019-00182-2>
- Koedinger, K. R., & Aleven, V. (2016). An interview reflection on "Intelligent Tutoring Goes to School in the Big City". *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 16, 13–24. <https://doi.org/10.1007/s40593-015-0082-8>
- Kose, U. (2015). On the intersection of artificial intelligence and distance education. In U. Kose & D. Koc (Eds.), *Artificial intelligence applications in distance education* (pp. 1–11). Hershey: IGI Global.

- Kose, U., & Koc, D. (2015). *Artificial intelligence applications in distance education*. Hershey: IGI Global.
- Li, H., Yu, L., & He, W. (2019). The impact of GDPR on global technology development. *Journal of Global Information Technology Management*, 22, 1–6. <https://doi.org/10.1080/1097198x.2019.1569186>
- Lu, A. J., Marcu, G., Ackerman, M. S., & Dillahunt, T. R. (2021). Coding bias in the use of behavior management technologies: Uncovering socio-technical consequences of data-driven surveillance in classrooms. Paper presented at the DIS'21: Conference on Designing Interactive Systems, Virtual Event, USA. Retrieved from https://static1.squarespace.com/static/5ebb1d874617b44f913c6d4b/t/609afa7f6ca7b40f39e55106/1620769435258/lu_dis21.pdf.
- Marković, M. G., Debeljak, S., & Kadoić, N. (2019). Preparing students for the era of the General Data Protection Regulation (GDPR). *TEM Journal: Technology, Education, Management, Informatics*, 8, 150–156. <https://doi.org/10.18421/TEM81-21>
- Meyrink, G. (1915). *Dr Golem*. Leipzig: Kurt Wolff.
- Miller, M. L. (1979). A structured planning and debugging environment for elementary programming. *International Journal of Man-Machine Studies*, 11, 79–95. [https://doi.org/10.1016/S0020-7373\(79\)80006-1](https://doi.org/10.1016/S0020-7373(79)80006-1)
- Moor, J. (2006). The Dartmouth College Artificial Intelligence conference: The next fifty years. *AI Magazine*, 27(4), 87–91. <https://doi.org/10.1609/aimag.v27i4.1911>
- O'Shea, T. (1979). A self-improving quadratic tutor. *International Journal of Man-Machine Studies*, 11, 97–124. [https://doi.org/10.1016/S0020-7373\(79\)80007-3](https://doi.org/10.1016/S0020-7373(79)80007-3)
- Pane, J. F., Griffin, B. A., McCaffrey, D. F., & Karam, R. (2014). Effectiveness of Cognitive Tutor Algebra I at scale. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 36, 127–144. <https://doi.org/10.3102/0162373713507480>
- Peach, R. L., Yaliraki, S. N., Lefevre, D., & Barahona, M. (2019). Data-driven unsupervised clustering of online learner behaviour. *npj Science of Learning*, 4, 14. <https://doi.org/10.1038/s41539-019-0054-0>
- Pekrun, R. (2014). Emotions and learning. Retrieved from <http://www.ibe.unesco.org/en/document/emotions-and-learning-educational-practices-24>.
- Prinsloo, P., & Slade, S. (2016). Big data, higher education and learning analytics: Beyond justice, towards an ethics of care. In K. D. Ben (Ed.), *Big data and learning analytics in higher education: Current theory and practice* (pp. 109–124). Cham: Springer.
- Rienties, B., Boroowa, A., Cross, S., Farrington-Flint, L., Herodotou, C., Prescott, L., . . . Woodthorpe, J. (2016). Reviewing three case-studies of learning analytics interventions at the Open University UK. In S. Dawson, H. Drachsler, & C. P. Rosé (Eds.), *Enhancing impact: Convergence of communities for grounding, implementation, and validation* (pp. 534–535). Edinburgh: ACM. <https://doi.org/10.1145/2883851.2883886>.

- Rizvi, S., Rienties, B., Rogaten, J., & Kizilcec, R. F. (2020). Investigating variation in learning processes in a FutureLearn MOOC. *Journal of Computing in Higher Education*, 32, 162–181. <https://doi.org/10.1007/s12528-019-09231-0>
- Schunk, D. H., Pintrich, P. R., & Meece, J. L. (2008). *Motivation in education: Theory, research and applications* (3rd ed.). Upper Saddle River: Pearson/Merrill Prentice Hall.
- Schwendimann, B. A., Rodriguez-Triana, M. J., Vozniuk, A., Prieto, L. P., Boroujeni, M. S., Holzer, A., . . . Dillenbourg, P. (2017). Perceiving learning at a glance: A systematic literature review of learning dashboard research. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 10, 30–41. <https://doi.org/10.1109/tlt.2016.2599522>.
- Seldon, A., Lakhani, P., & Luckin, R. (2021). The ethical framework for AI in education. Retrieved from <https://www.buckingham.ac.uk/wp-content/uploads/2021/03/The-Institute-for-Ethical-AI-in-Education-The-Ethical-Framework-for-AI-in-Education.pdf>.
- Sharma, R. C., Kawachi, P., & Bozkurt, A. (2019). The landscape of artificial intelligence in open, online and distance education: Promises and concerns. *Asian Journal of Distance Education*, 14, 1–2. Retrieved from <http://www.asianjde.com/ojs/index.php/AsianJDE/article/view/432>.
- Sleeman, D. H., & Brown, J. S. (1979). Editorial: Intelligent tutoring systems. *International Journal of Man-Machine Studies*, 11, 1–3. [https://doi.org/10.1016/S0020-7373\(79\)80002-4](https://doi.org/10.1016/S0020-7373(79)80002-4)
- Thaker, K., Huang, Y., Brusilovsky, P., & He, D. (2018). Dynamic knowledge modeling with heterogeneous activities for adaptive textbooks. Paper presented at the 11th International conference Educational Data Mining (EDM 2018), Buffalo.
- UNESCO. (2021). The Open University of China awarded UNESCO Prize for its use of AI to empower rural learners. Retrieved from <https://en.unesco.org/news/open-university-chinaawarded-unesco-prize-its-use-ai-empower-rural-learners>.
- Walker, E., Rummel, N., & Koedinger, K. R. (2009). Integrating collaboration and intelligent tutoring data in the evaluation of a reciprocal peer tutoring environment. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 4, 221–251. <https://doi.org/10.1142/S179320680900074X>
- Williamson, B. (2018). Silicon startup schools: Technocracy, algorithmic imaginaries and venture philanthropy in corporate education reform. *Critical Studies in Education*, 59, 218–236. <https://doi.org/10.1080/17508487.2016.1186710>
- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – Where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1). <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>
- Zeide, E. (2019). Artificial intelligence in higher education: Applications, promise and perils, and ethical questions. *Educause Review*, 31–39. Retrieved from <https://er.educause.edu/-/media/files/articles/2019/8/er193104.pdf>.

Agradecimentos

Agradecemos a Mutlu Cukurova, Carmel Kent e Anissa Moeini, bem como aos revisores, pelas sugestões úteis sobre um projeto deste documento.

Direitos e permissões

Acesso livre

Este capítulo está licenciado ao abrigo dos termos da Licença Creative Commons Attribution 4.0 International (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), que permite a utilização, partilha, adaptação, distribuição e reprodução em qualquer meio ou formato, desde que seja dado o devido crédito ao(s) autor(es) original(ais) e à fonte, seja fornecida uma hiperligação para a licença Creative Commons e seja indicado se foram feitas alterações.

As imagens ou outro material de terceiros neste capítulo estão incluídos na licença Creative Commons do capítulo, exceto se indicado em contrário numa linha de crédito para o material. Se o material não estiver incluído na licença Creative Commons do capítulo e a utilização pretendida não for permitida por regulamento legal ou exceder a utilização permitida, terá de obter permissão diretamente do detentor dos direitos de autor.