



PREVENTING AND FIGHTING EARLY LEAVING
FROM EDUCATION & TRAINING WITH AI

stA

**Agir antes que aconteça: Prevenir e combater o
abandono precoce da educação e da formação
através da inteligência artificial**

Mapeamento dos principais fatores de risco do APEF

T2.4 Recomendações sobre as estratégias de intervenção mais eficazes - incluindo a
utilização de tecnologia de IA - a adotar para prevenir e combater o APEF

Líder: **Emphasys**
CENTRE

INFORMAÇÕES SOBRE O PROJETO

Acrónimo do projeto:

stAI

Título do projeto: Agir antes que aconteça: Prevenir e combater o abandono precoce da educação e da formação através da inteligência artificial

Projeto N°:2023-1-IS01-KA220-SCH-000157308

Subprograma ou KA:

KA220-SCH - Parcerias de cooperação no ensino em ambiente escolar

Sítio Web: www.stai-edu.eu

Consórcio:



SCHOOL OF EDUCATION



ARTIFICIAL
INTELLIGENCE
RESEARCH GROUP



Colegiul Național de Artă
Octav Băncilă
Iași



scuola attiva
EDUCATION FOR THE FUTURE

Esta comunicação reflete apenas os pontos de vista do autor, não podendo a Comissão ser responsabilizada por qualquer utilização que possa ser feita da informação nela contida.

Índice



Co-funded by
the European Union

O apoio da Comissão Europeia à produção desta publicação não constitui uma aprovação do seu conteúdo, que reflete apenas as opiniões dos autores, e a Comissão não pode ser responsabilizada por qualquer utilização que possa ser feita da informação nela contida. **Project N°:**2023-1-IS01-KA220-SCH-000157308

1. Introdução	4
1.1. Objetivo do Manual.....	4
1.2. Definição de APEF	5
1.3. O papel da IA na educação.....	8
2. Recomendações Essenciais para a Prevenção e o Combate ao APEF	12
2.1. Identificação e intervenção precoces.....	12
2.1.1. Métodos tradicionais.....	12
2.1.2. Ferramentas com IA	16
2.2. Melhorar o ambiente escolar e o bem-estar dos alunos.....	27
2.2.1. Estratégias tradicionais	27
2.2.2. Ferramentas com IA	31
3. Estratégias de implementação	34
3.1. Integrar a IA nos quadros educativos existentes.....	34
3.1.1 Principais etapas da implementação.....	36
3.2. Garantir uma utilização ética e equitativa da IA	39
4. Conclusão	44
4.1 Resumo das principais recomendações	44
4.2 Apelo à ação.....	45
Referências.....	46

1. Introdução

1.1. Objetivo do Manual

O manual tem por objetivo fornecer aos educadores, administradores escolares, decisores políticos e outras partes interessadas orientações práticas e baseadas em dados concretos para prevenir e resolver o problema do abandono precoce da educação e da formação (APEF). Procura colmatar a lacuna entre os conhecimentos preditivos baseados na IA e as intervenções práticas no terreno, oferecendo estratégias adaptadas e melhores práticas para reduzir as taxas de abandono escolar. Ao privilegiar as abordagens baseadas no conhecimento e ao alinhar-se com os contextos locais, o manual constitui um recurso fundamental para melhorar a tomada de decisões e promover mecanismos de apoio proativos.

O manual fornece orientações sobre a atenuação dos riscos associados ao APEF, apresentando estratégias de intervenção eficazes adaptadas aos principais fatores de risco. Com base em informações transnacionais e específicas de cada país, educa as partes interessadas sobre o papel dos sistemas de IA orientados para o conhecimento na deteção precoce de alunos em risco, destacando considerações éticas e princípios de privacidade de dados, como a adesão ao RGPD. Oferece quadros práticos para a implementação, incluindo metodologias passo a passo, estudos de caso e exemplos do mundo real para ajudar as escolas a integrar sistemas de alerta precoce baseados em IA. Ao traduzir as estratégias gerais em planos acionáveis e localizados, o manual assegura que as suas recomendações são adequadas a contextos nacionais específicos, tendo em conta as diferenças culturais, legais e operacionais. Além disso, visa capacitar os educadores e o pessoal escolar com os conhecimentos e as ferramentas para implementar eficazmente soluções baseadas em IA, promovendo o reforço das capacidades nos ecossistemas escolares. Por último, o manual sublinha a importância da ética, da privacidade dos dados e da transparência na aplicação das tecnologias de IA para garantir que estes sistemas são implementados de forma responsável e inclusiva.

O manual foi concebido para um público diversificado, começando pelos educadores, pessoal escolar, professores, diretores e conselheiros que desempenham um papel central na identificação e apoio a alunos em risco. Destina-se igualmente aos decisores políticos, tanto a nível nacional como local, oferecendo-lhes quadros para combater eficazmente o APEF. Os profissionais de IA e os tecnólogos que desenvolvem sistemas orientados para o conhecimento para o setor da educação considerarão o manual útil para compreender os desafios únicos e as considerações éticas da aplicação da IA nas escolas. Os investigadores e académicos interessados na intersecção da IA e da educação beneficiarão da exploração das implicações éticas, sociais e práticas do manual. Além disso, são incluídos os pais e as partes interessadas da comunidade, reconhecendo o seu papel fundamental na criação de um sistema de apoio holístico

para os alunos. Por último, as organizações internacionais de educação podem utilizar o manual para obterem conhecimentos comparativos e promoverem abordagens de colaboração para abordar o APEF em diversas regiões.

1.2. Definição de APEF

- Explicação sobre o abandono precoce do ensino e da formação (APEF).
- Importância de abordar o APEF.
- Os principais fatores de risco que conduzem ao APEF no ensino e as respetivas medidas preventivas.

O abandono precoce da educação e da formação é um problema complexo em vários países europeus, com causas múltiplas e variáveis. No entanto, podemos partir do princípio de que o ambiente familiar ou a origem migrante, as circunstâncias pessoais, de género e socioeconómicas são alguns dos fatores que contribuem para o abandono escolar precoce. Há também vários fatores ligados ao sistema educativo que influenciam as taxas de abandono escolar precoce. São elas a elevada taxa de retenção, a segregação socioeconómica das escolas e a orientação precoce dos alunos para diferentes caminhos com base no seu desempenho académico.



Imagem de:
https://eurydice.eacea.ec.europa.eu/sites/default/files/styles/ce_theme_medium_no_c

O desinteresse precoce pela educação e a falta de qualificações dos jovens continuam a representar um grave desafio social. Embora se tenham registado progressos notáveis nos últimos anos, milhares de jovens continuam a abandonar a escola sem concluir o ensino básico e sem as competências essenciais para a sua integração social, o que os coloca em risco elevado de exclusão social. A taxa de abandono escolar continua elevada, agravada pelo facto de os jovens saírem da escola com muito poucas qualificações. Os baixos níveis de escolaridade são uma das principais razões para o desemprego dos jovens e a sua vulnerabilidade à pobreza.

Está ligada à marginalização social, à pobreza e até a problemas de saúde. Com efeito, é mais comum que os alunos que abandonam precocemente a escola provenham de meios familiares marcados por desvantagens socioeconómicas, como o desemprego, o baixo rendimento familiar e pais com baixos níveis de escolaridade.

São muitas as razões que levam alguns jovens a abandonar precocemente o ensino ou a formação. Questões pessoais ou familiares, dificuldades de aprendizagem ou

condições socioeconómicas desfavoráveis. A estrutura do sistema educativo, o ambiente escolar e as interações entre professores e alunos são também elementos relevantes.

O abandono precoce tem um efeito negativo nas hipóteses de acesso dos jovens ao mercado de trabalho, resultando, consequentemente, num custo elevado, não só para os indivíduos, mas também para a sociedade e a economia do país. Vários estudos realizados sobre esta questão indicam que o abandono escolar precoce reduz as possibilidades de entrada no mercado de trabalho, o que consequentemente aumenta as taxas de desemprego, as perdas socioeconómicas e os problemas de saúde, bem como uma menor participação em atividades políticas, sociais e culturais.

Estamos, sem dúvida, perante uma verdadeira crise social. Especialmente em tempos de crise financeira, o abandono escolar precoce causa graves prejuízos aos jovens. Consequentemente, estas consequências adversas afetam também os descendentes daqueles que abandonam a escola demasiado cedo, o que pode prolongar o problema. Uma vez que as razões pelas quais os jovens não terminam a escolaridade são frequentemente complexas e estão interligadas, as estratégias para reduzir o abandono escolar precoce devem ter em conta vários aspetos, integrando as políticas sociais e educativas no trabalho com os jovens.

A conclusão da escolaridade pode resultar em mais e melhores oportunidades de emprego e melhores condições de saúde para o indivíduo, para além de taxas de produtividade mais elevadas, menores custos sociais e do sector público, maior expansão económica e maior harmonia social.

Combater as causas deste abandono escolar e criar estratégias para as ultrapassar tornou-se uma questão crucial na Europa. Um nível de educação mais elevado traz benefícios, tanto para o indivíduo como para a sociedade. As vantagens de permanecer mais tempo na escola traduzem-se em melhores empregos, melhores condições de saúde, menos infrações, maior coesão social, menos custos públicos e sociais, produtividade e crescimento acelerados. No entanto, existem também elementos positivos que diminuem a probabilidade de abandono escolar precoce, tais como uma educação pré-escolar de elevada qualidade, cuidados de elevada qualidade na primeira infância e uma gestão eficiente dos processos de transição do ensino primário para o secundário, do secundário para o ensino superior e do ambiente escolar para o mercado de trabalho. A existência de percursos mais flexíveis no ensino secundário pode também ter um impacto positivo na prevenção ou redução do abandono escolar precoce.



1.3. O papel da IA na educação

Panorama da tecnologia de IA na educação

A Inteligência Artificial (IA) começou a dar os seus primeiros passos na década de 1950. Durante muitos anos, a sua evolução foi lenta e passou despercebida ao grande público. No entanto, tudo mudou em 30 de novembro de 2022, quando a OpenAI lançou oficialmente o ChatGPT, a mais famosa das ferramentas de IA. Nos dois anos que passaram desde este acontecimento inovador na história da humanidade, parece que passou muito mais tempo, mas continua a ser um acontecimento muito recente.

A IA está a transformar muitos setores, e a educação não é exceção. A introdução desta "nova" tecnologia está a remodelar a forma como ensinamos e aprendemos. Naturalmente, esta transição não é fácil, especialmente para os professores que passaram toda a sua carreira a ensinar de uma forma, muitas vezes utilizando metodologias semelhantes. Agora, têm de se adaptar a uma abordagem completamente nova. O primeiro passo para esta evolução foi a introdução das tecnologias digitais na educação. Embora alguns professores tenham resistido a esta mudança, a situação com a IA é fundamentalmente diferente. Desta vez, a mudança é inevitável - a IA está a remodelar tudo, independentemente de a aceitarmos ou não. Já não é algo que possamos parar ou inverter.

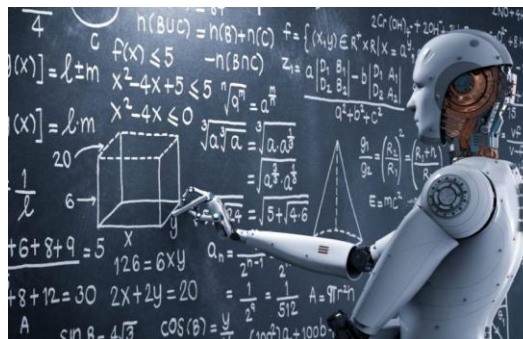


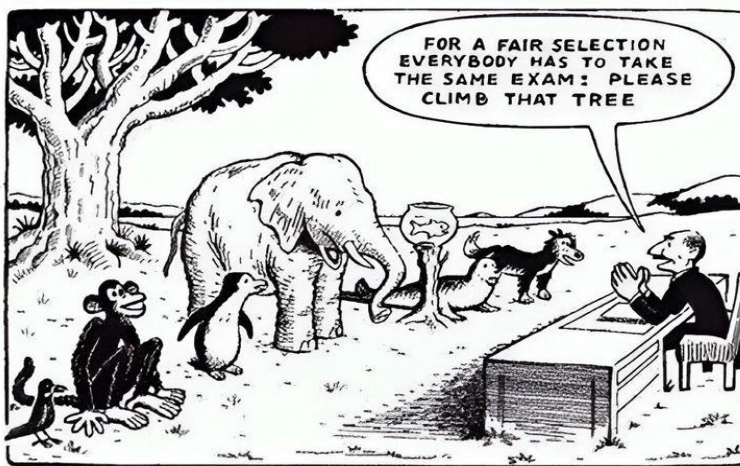
Imagem de: <https://ied.eu/blog/education-blog/roles-for-artificial-intelligence-in-education-sector/>

A Inteligência Artificial traz imenso valor à educação. Por exemplo, permite uma aprendizagem personalizada, que há muito é um objetivo central de muitas abordagens pedagógicas. O famoso psicólogo Lev Vygotsky deu contributos significativos para a psicologia do desenvolvimento e para a educação, salientando a importância dos contextos sociais e culturais no desenvolvimento humano. O seu conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) define a diferença entre o que um aluno pode fazer de forma autónoma (nível de desenvolvimento real) e o que pode alcançar com a orientação de um adulto ou de um colega com mais conhecimentos (nível de desenvolvimento potencial). Esta teoria realça a importância da aprendizagem em andaimes, em que os educadores orientam os alunos para atingirem níveis mais elevados de compreensão.

A IA pode atuar como esse "adulto ou par conhecedor". Naturalmente, este papel deve ser sempre supervisionado por um professor, que atua mais como um treinador para apoiar os alunos no seu percurso de aprendizagem, em vez de adotar uma abordagem direta.

A IA permite a personalização das experiências de aprendizagem para satisfazer as necessidades individuais dos alunos, criando uma educação mais personalizada. Desafia o paradigma tradicional de que todos os alunos devem aprender o mesmo conteúdo, da mesma forma e ao mesmo ritmo. Como sabemos, os alunos aprendem a ritmos diferentes. A ideia de administrar o mesmo exame a um grupo inteiro de alunos é inerentemente injusta, como disse Albert Einstein. A IA tem potencial para resolver este problema, oferecendo oportunidades para que cada aluno siga o seu próprio percurso de aprendizagem.

Imagem de:



Our Education System

"Everybody is a genius. But if you judge a fish by its ability to climb a tree, it will live its whole life believing that it is stupid."

- Albert Einstein

<https://pt.pinterest.com/pin/62135669834161167/>

A metodologia da sala de aula invertida inverte o modelo de ensino tradicional. Os alunos estudam os conteúdos pedagógicos (por exemplo, vídeos, leituras) em casa antes da aula e utilizam o tempo da aula para atividades interativas e práticas, debates e resolução de problemas, promovendo uma compreensão e um envolvimento mais profundos.

Sistema de alerta precoce baseado na IA no sector da educação

Surgiram novos desafios com a introdução da Inteligência Artificial (IA) na educação. Para os professores, uma das principais preocupações é a facilidade com que os alunos podem agora fazer batota, uma vez que as ferramentas de IA tornam isso muito mais simples. A chave é educar os alunos sobre a utilização correta da IA - não como uma forma de completar o trabalho por eles, mas como um tutor ou uma ferramenta de apoio. Quando os alunos confiam inteiramente na IA para fazer o seu trabalho, não conseguem aprender, o que resulta num nível de conhecimento deficiente. Por outro lado, os estudantes que utilizam a IA como suporte, por exemplo, para criar uma apresentação, devem verificar eles próprios a exatidão do conteúdo, aplicando métodos como a abordagem da sala de aula invertida¹.

Os educadores, incluindo os professores, devem desenvolver conhecimentos sólidos neste domínio para verificar a autenticidade do trabalho dos alunos. Esta competência é crucial em todos os níveis de ensino. Como já foi referido, as ferramentas de IA podem reduzir a participação humana na criação de conteúdos, o que torna ainda mais importante que os professores garantam a autenticidade e a originalidade tanto dos conteúdos como do trabalho produzido pelos alunos.

Outra preocupação crescente é a questão dos conteúdos gerados pela IA serem utilizados para alimentar outros sistemas de IA. Muitos materiais gerados por IA têm o potencial de criar conteúdos, mas nem todos são exatos ou verdadeiros. Há que prestar especial atenção a esta questão. Tal como anteriormente era necessário abordar a propagação de notícias falsas, em particular nas redes sociais, temos agora de estar vigilantes quanto à fiabilidade dos conteúdos gerados por IA.

O potencial da IA na monitorização, prevenção e combate ao APEF

A inteligência artificial (IA) pode prestar um apoio significativo na monitorização, prevenção e combate ao abandono precoce da educação e formação (APEF).

Controlo. A IA pode identificar sinais precoces de desinteresse ou dificuldades académicas nos alunos, prevendo potenciais abandonos. Este acompanhamento pode ser efetuado individualmente, seguindo diversas variáveis e ajudando a identificar os alunos em risco de APEF. Ao analisar os dados dos alunos, como a assiduidade, as notas e o comportamento, a IA pode prever os alunos em risco e permitir intervenções

¹ A metodologia da sala de aula invertida inverte o modelo de ensino tradicional. Os alunos estudam os conteúdos pedagógicos (por exemplo, vídeos, leituras) em casa antes da aula e utilizam o tempo da aula para actividades interactivas e práticas, debates e resolução de problemas, promovendo uma compreensão e um envolvimento mais profundos.

atempadas. Estas variáveis podem incluir notas históricas, bem como fatores sociais, tais como estudantes de meios socioeconómicos desfavorecidos. Nas zonas rurais, por exemplo, os estudantes podem abandonar a escola para ajudar a sustentar financeiramente as suas famílias ou para procurar a independência, que é muitas vezes vista como o caminho "mais fácil".

Identificação precoce e ação rápida. É possível identificar muito mais rapidamente os alunos em risco com o apoio da IA. A intervenção precoce pode fazer uma diferença significativa, permitindo que as escolas atuem de forma mais eficiente. A capacidade de monitorizar o envolvimento dos alunos em tempo real dá-lhes a oportunidade de reagir rapidamente, uma vez que a ação precoce é crucial para prevenir o APEF.

Apoio personalizado para alunos em risco. A IA pode ajudar a criar estratégias personalizadas para os alunos em risco, por exemplo, fornecendo tutoria ou orientação mais aprofundada quando surgem sinais de desinteresse na sua rotina diária. Esta monitorização em tempo real do comportamento e da participação dos alunos permite que os professores recebam feedback imediato e tomem medidas atempadas para prevenir o APEF.

Canais de comunicação melhorados. A IA pode melhorar a comunicação entre alunos, professores e pais, assegurando uma identificação e intervenção precoces. Alguns sinais de desinteresse podem ser mais visíveis na escola do que em casa, uma vez que os educadores têm normalmente mais experiência em reconhecer estes problemas. Os professores podem utilizar a IA para comunicar estes avisos precoces aos pais e a outros profissionais de apoio.



Imagem de:
<https://www.teachearlyyears.com/a->

Bem-estar emocional. A IA também pode ser utilizada para monitorizar e apoiar o bem-estar emocional dos alunos, que pode ser um fator que contribui para o APEF. A identificação precoce de problemas emocionais ou de saúde mental permite que as escolas prestem apoio atempado, abordando fatores que podem levar ao abandono escolar precoce.

Integração com os sistemas escolares. As escolas podem integrar ferramentas de IA com os sistemas existentes (por exemplo, sistemas de gestão da aprendizagem, controlo de assiduidade) para criar uma abordagem abrangente para combater o APEF. No entanto, isto requer a alimentação contínua de dados no algoritmo para fornecer respostas em tempo real. Embora isto exija que as escolas atualizem e mantenham a informação sobre os alunos, os benefícios de ter um mapa mais claro dos potenciais casos de APEF serão substanciais.

Considerações éticas. Uma questão crucial é a das preocupações éticas relacionadas com a prevenção do APEF através da IA. A base de dados utilizada para alimentar os

sistemas de IA conterá informações sensíveis sobre os alunos, pelo que a sua privacidade deve ser salvaguardada. É essencial que estes dados não sejam tornados públicos e que as instituições de ensino garantam a proteção da privacidade individual dos estudantes quando implementam tais sistemas.

2. Recomendações fundamentais sobre a prevenção e o combate ao APEF

2.1. Identificação e intervenção precoces

2.1.1. Métodos tradicionais

A identificação e a intervenção precoce dos alunos nas escolas europeias centram-se no reconhecimento e na resolução das dificuldades de aprendizagem ou dos problemas de desenvolvimento o mais cedo possível. São utilizados vários métodos tradicionais em diferentes países para apoiar as crianças que possam necessitar de ajuda adicional. Seguem-se alguns métodos comuns utilizados nas escolas europeias:

Observação e seleção dos professores

As observações dos professores são muitas vezes o primeiro passo para identificar os potenciais problemas de aprendizagem ou de desenvolvimento de uma criança. Os professores encontram-se numa posição privilegiada para detetar sinais precoces de dificuldades, uma vez que trabalham diariamente com as crianças.

- **Instrumentos de rastreio:** Os professores utilizam métodos informais, tais como listas de controlo e instrumentos de observação estruturados, para documentar e avaliar vários aspetos do desenvolvimento de um aluno. Estes podem incluir ferramentas concebidas para avaliar a literacia precoce, a numeracia, o desenvolvimento socioemocional e questões comportamentais.
- **Avaliações na sala de aula:** Os professores também observam a participação e o empenho dos alunos nas atividades da aula, o que pode ajudar a identificar os alunos que podem necessitar de apoio adicional. Estas observações podem basear-se no comportamento na sala de aula, nas interações sociais e na forma como a criança aborda as tarefas de aprendizagem.

Testes e avaliações normalizados

Os testes normalizados são uma forma objetiva e formalizada de avaliar as capacidades académicas dos alunos, assegurando que as dificuldades de aprendizagem ou os problemas de desenvolvimento são detetados de forma sistemática.

- **Testes de aptidão cognitiva:** Estes testes são habitualmente utilizados na Europa para avaliar domínios como a inteligência, a capacidade de resolução de problemas e o processamento cognitivo.
- **Avaliações precoces:** Em muitos países europeus, as avaliações normalizadas são utilizadas no início do percurso educativo da criança (normalmente no pré-escolar ou nos primeiros anos do ensino básico). Isto garante que quaisquer atrasos em áreas como a literacia, a numeracia e o desenvolvimento linguístico sejam identificados e tratados numa fase precoce.

Envolvimento dos pais e relatórios

O envolvimento dos pais é essencial para compreender o âmbito total do desenvolvimento de uma criança, uma vez que os pais podem fornecer informações importantes sobre o comportamento e os desafios dos seus filhos fora da sala de aula.

- **Comunicação entre pais e professores:** Os professores e os pais reúnem-se regularmente para discutir os marcos de desenvolvimento, o progresso académico e quaisquer alterações comportamentais. Estas reuniões são uma plataforma fundamental para identificar preocupações numa fase inicial.
- **Questionários e inquéritos:** Os pais são frequentemente solicitados a preencher questionários detalhados sobre o bem-estar emocional e académico dos seus filhos. Isto ajuda os educadores a obterem uma imagem mais holística dos pontos fortes e dos desafios da criança.
- **Programas de educação para os pais:** Algumas escolas também oferecem programas educativos para os pais, ajudando-os a reconhecer os primeiros sinais de alerta de dificuldades de desenvolvimento nas crianças. Esta abordagem reforça a parceria entre o lar e a escola.

Programas centrados na educação da primeira infância (EPI)

Muitos países europeus dão prioridade à educação **na primeira infância (EPI)** como medida preventiva para detetar atrasos no desenvolvimento antes que se tornem problemas maiores.

- **Educadores especializados:** Nos jardins-de-infância e nos centros de educação infantil, os educadores especializados são frequentemente contratados para trabalhar com crianças que apresentam sinais de atraso no desenvolvimento. Estes educadores centram-se na utilização de intervenções estruturadas e adaptadas às necessidades específicas.

- **Rastreios no pré-escolar:** Muitos países implementam programas de rastreio pré-escolar que monitorizam o progresso das crianças em áreas de desenvolvimento essenciais, como as capacidades motoras, a aquisição da linguagem e o comportamento social.

Coordenadores de necessidades educativas especiais (NEE)

Um **Coordenador de Necessidades Educativas Especiais (CNEE)** desempenha um papel fundamental na gestão e apoio aos alunos com necessidades educativas especiais.

- **Acompanhamento dos progressos:** O CNEE trabalha em estreita colaboração com os professores para monitorizar e acompanhar os progressos dos alunos que possam ter dificuldades de aprendizagem ou incapacidades.
- **Planos individualizados:** Para os alunos identificados com necessidades de apoio adicional, o CNEE ajuda a criar planos de ensino personalizados (frequentemente designados por Planos de Ensino Individualizados, ou PEI) que descrevem intervenções e adaptações específicas.

Rastreio da fala e da linguagem

Os **terapeutas da fala (TF)** estão envolvidos na avaliação e na resolução de problemas relacionados com a linguagem, que constituem uma área importante de intervenção precoce.

- **Rastreios de rotina:** Alguns países europeus implementam rastreios de rotina da fala e da linguagem para crianças pequenas. Isto ajuda a identificar atrasos linguísticos precoces e fornece uma base para programas de intervenção.
- **Identificação de atrasos na fala:** A identificação precoce dos atrasos na linguagem permite um apoio atempado, que pode melhorar as capacidades de comunicação e evitar dificuldades linguísticas mais graves à medida que a criança cresce.

Equipas multidisciplinares e encaminhamentos

Em muitas escolas europeias, **as equipas multidisciplinares (EMD)** colaboram entre si para proporcionar uma abordagem global de apoio aos alunos com dificuldades de desenvolvimento ou de aprendizagem.

- **Colaboração em equipa:** Estas equipas incluem frequentemente uma série de profissionais, tais como professores, psicólogos escolares, conselheiros, assistentes

sociais e professores de educação especial, que trabalham em conjunto para apoiar a criança.

- **Encaminhamento para especialistas:** Se um professor ou profissional da escola suspeitar de uma dificuldade de aprendizagem ou de um atraso de desenvolvimento, a criança pode ser encaminhada para um especialista, como um psicólogo educacional, um terapeuta ocupacional ou um terapeuta da fala, para uma avaliação mais aprofundada.

Intervenção na sala de aula

Em resposta às necessidades identificadas, o ensino diferenciado e as intervenções adaptadas são abordagens comuns nas salas de aula europeias.

- **Adaptação dos métodos de ensino:** Os professores ajustam as suas estratégias e materiais de ensino para responder às necessidades individuais dos alunos. Isto pode incluir a utilização de recursos visuais, a divisão das tarefas em etapas mais pequenas ou a disponibilização de mais tempo para os trabalhos.
- **Apoio direcionado:** Os alunos com dificuldades na aprendizagem podem receber apoio adicional, como ajuda individual ou a utilização de tecnologias de apoio, para os ajudar a ter sucesso.

Programas de apoio de pares

Em alguns países europeus, foram introduzidos programas **de apoio** entre pares para promover um ambiente de colaboração e inclusão.

- **Tutoria de pares:** Os alunos mais velhos ou mais capazes recebem formação para ajudar os colegas que possam ter dificuldades de aprendizagem ou comportamentais. Isto ajuda a criar um ambiente mais favorável na sala de aula e permite que as crianças com necessidades especiais se sintam mais integradas no seu grupo de pares.
- **Desenvolvimento social:** Estes programas também incentivam a integração social dos alunos com necessidades especiais, ajudando-os a desenvolver relações mais fortes e competências sociais.

Serviços de psicologia escolar

Alguns países europeus, em especial na Escandinávia e na Alemanha, criaram **serviços de psicologia escolar**, que trabalham em conjunto com os professores para identificar e resolver os problemas de aprendizagem e emocionais dos alunos.

- **Avaliações psicológicas:** Os psicólogos escolares realizam avaliações para identificar quaisquer problemas cognitivos, emocionais ou comportamentais que possam estar a afetar a aprendizagem de um aluno.
- **Intervenções adaptadas:** Com base nestas avaliações, os psicólogos escolares ajudam a desenvolver estratégias e intervenções individualizadas que apoiam o bem-estar e o sucesso académico dos alunos.

Sistemas de monitorização e rastreio

Em alguns países, são utilizados **sistemas de acompanhamento** para monitorizar e documentar o desenvolvimento académico e comportamental dos alunos ao longo do tempo.

- **Monitorização longitudinal:** Estes sistemas permitem às escolas identificar padrões ou tendências no desempenho de um aluno, ajudando-as a detetar problemas numa fase inicial e a acompanhar as melhorias à medida que implementam intervenções.
- **Decisões baseadas em dados:** Os dados recolhidos ajudam as escolas a tomar decisões informadas sobre o tipo de apoio de que um aluno pode necessitar, assegurando que as intervenções precoces são oportunas e adequadas.

Conclusão

Embora existam variações nos métodos utilizados nos diferentes países europeus, o objetivo global permanece consistente: a **identificação** e a **intervenção precoces** são fundamentais para garantir que os alunos recebem o apoio necessário para terem sucesso académico e social. Estas estratégias visam criar um ambiente educativo inclusivo que responda às diversas necessidades de aprendizagem, promovendo o sucesso a longo prazo de todos os alunos.

2.1.2. Ferramentas com IA

A implementação de sistemas de alerta precoce baseados em IA tornou-se uma abordagem transformadora para identificar alunos em risco e apoiar o sucesso académico. Ao tirar partido da análise preditiva e das técnicas de aprendizagem automática (AA), estes sistemas analisam grandes quantidades de dados dos alunos para detetar padrões e indicadores de potencial insucesso académico ou desinteresse. Esta abordagem proactiva permite aos educadores intervir precocemente com apoio específico, melhorando a retenção e o desempenho. Vários modelos preditivos (por exemplo, árvores de decisão e redes neurais) são normalmente utilizados para avaliar fatores de risco através da análise de dados comportamentais, académicos e de envolvimento. Esta secção explora a aplicação prática destes sistemas orientados para

a IA e destaca exemplos de métodos de análise preditiva e de aprendizagem automática utilizados para identificar e apoiar eficazmente os alunos em risco.

Sistemas APRAE (Aluno com perfil de risco de abandono escolar) e Sistema Inteligente de Aprendizagem (SIA)

Uma equipa interdisciplinar de investigadores da Universitat Oberta de Catalunya (UOC) desenvolveu uma solução de IA que permite identificar diariamente os alunos que estão em risco de reprovação e que pode tomar medidas automáticas precoces, enviando mensagens personalizadas para inverter a situação (Baneres, Rodriguez-Gonzalez, & Guerrero-Roldan, 2023; Bañeres, Rodríguez-González, Guerrero-Roldán, & Cortadas, 2023). Segundo os investigadores, este acompanhamento contínuo permite reduzir o tempo que decorre entre os primeiros sinais de risco e a intervenção do sistema para evitar o abandono escolar.

A tecnologia foi testada com 581 alunos matriculados em cursos do primeiro semestre em vários programas de licenciatura da Faculdade de Economia e Gestão da UOC, tendo-se verificado que reduziu as taxas de abandono escolar e aumentou a participação durante o semestre.

A solução consiste nos sistemas **Aluno com perfil de risco de abandono escolar (APRAE)** e **Sistema Inteligente de Aprendizagem (SIA)**, que preveem se os alunos estão em risco de reprovação com base nos dados históricos do curso e nos resultados das atividades de avaliação contínua realizadas durante o ano letivo em curso. O sistema SIA prevê a nota mínima que o aluno deve obter na atividade seguinte com base na anterior e atribui um nível de risco de reprovação. Se for detetado um nível de risco elevado, o sistema ativa os mecanismos de intervenção aplicáveis sob a forma de mensagens aos alunos. O modelo APRAE melhora significativamente a monitorização, uma vez que utiliza dados sobre as características dos alunos, o seu desempenho durante o ano letivo e os seus cliques e outras ações diárias no campus online da UOC para gerar uma previsão diária do risco de abandono escolar.

O modelo APRAE faz previsões com base numa árvore de decisão e tem em conta a informação do perfil do aluno (ou seja, o número de disciplinas inscritas no semestre atual, o número de matrículas repetidas na disciplina alvo, se o aluno é um principiante e a média das notas do relatório académico), os dados de desempenho na disciplina e os dados diários de fluxo de cliques sobre a utilização do Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) (ou seja acesso ao AVA, à sala de aula do curso alvo, aos recursos e ferramentas; e número de mensagens lidas no fórum e no quadro do professor). O resultado do modelo é a probabilidade de não submeter a atividade académica em curso, que é considerada para definir o risco de abandono. A não apresentação de uma atividade é uma prova de que o aluno pode acabar por desistir do curso.

Um dos desafios deste tipo de sistema é evitar falsos positivos². Este erro afeta principalmente os alunos que nem sempre estão ativos no ambiente de aprendizagem virtual. Assim, o modelo APRAE tem também em conta uma janela temporal que é calculada automaticamente em função do ano letivo, do tipo de atividade e da sua dificuldade em confirmar que um aluno está realmente em risco de abandono escolar. O aluno deve permanecer na categoria de risco de abandono escolar durante um determinado número de dias consecutivos, especificado para cada atividade. Se um aluno estiver em risco elevado de abandono escolar, é-lhe enviada uma mensagem automática de intervenção.

A intervenção do sistema visa aumentar a motivação dos alunos, por exemplo, fazendo recomendações sobre a gestão do tempo, definindo objetivos a curto prazo ou fornecendo informações sobre as possíveis consequências negativas da não conclusão da atividade. Também fornece materiais de aprendizagem adicionais e exercícios para ajudar os alunos a atingir os seus objetivos. Além disso, o pessoal docente do curso pode conceber e personalizar o conteúdo das mensagens e adaptá-las em função do nível de risco. Por último, a ferramenta dispõe de diferentes painéis de controlo que permitem ao pessoal docente e ao estudante verificar individualmente o seu estado atual e os riscos potenciais.

Esta solução de IA dá ao pessoal docente a possibilidade de intervir de forma proactiva para resolver os problemas dos seus alunos (Baneres et al., 2023; Bañeres et al., 2023). Além disso, é uma ferramenta escalável que permite ao pessoal docente monitorizar de forma abrangente os cursos com um elevado número de alunos.

Plataforma QuadC



A QuadC³ é uma plataforma para o sucesso dos estudantes que ajuda as instituições de ensino superior a prestarem, sem esforço, os seus serviços de apoio académico para melhorar o recrutamento e a retenção de estudantes.

O QuadC permite que as instituições conectem os alunos a todos os seus serviços disponíveis, incluindo serviços de tutoria, mentoria, aconselhamento e orientação, tanto on-line como presencialmente. O QuadC oferece agendamento simples, fluxos de trabalho automatizados de correspondência entre alunos e tutores, ferramentas de conferência em tempo real, mensagens assíncronas, alertas antecipados para alunos em risco, suporte suplementar do tutor de IA e análises sofisticadas. Estes recursos chave aumentam significativamente o envolvimento dos estudantes, melhoram a sua participação, a produtividade e simplificam as operações.

Na sua essência, o software QuadC utiliza análises avançadas e algoritmos de aprendizagem automática para processar grandes volumes de dados dos alunos.

² Pessoas positivas que são erradamente identificadas pelo sistema como estando em risco

³ <https://www.quadc.io/blog/using-quadc-software-to-identify-at-risk-students>

Como tal, a plataforma permite que os educadores obtenham informações valiosas, tomem decisões baseadas em dados e implementem intervenções direcionadas. Eis como.

Análise e visualização de dados: O software QuadC permite que os educadores analisem grandes volumes de dados dos alunos (por exemplo, desempenho académico, registos de assiduidade e indicadores de envolvimento). A plataforma fornece ferramentas intuitivas de visualização de dados que permitem aos educadores explorar tendências, padrões e correlações nos dados. Isto ajuda a identificar os alunos em risco e a compreender melhor os fatores que contribuem para as suas dificuldades.

Sistema de alerta precoce: O software QuadC incorpora um sistema de alerta precoce que ajuda a identificar os alunos que podem estar em risco a nível académico ou pessoal. Ao analisar vários pontos de dados, o sistema gera alertas e notificações quando os alunos apresentam comportamentos ou padrões que indicam potenciais desafios. Os educadores podem então tomar medidas proactivas para fornecer intervenções e apoio atempados.

Análise de padrões comportamentais: O software utiliza algoritmos para analisar os padrões de comportamento dos alunos. Ao detetar mudanças de comportamento, como a diminuição do empenho ou desinteresse, os educadores podem identificar os alunos em risco que podem necessitar de apoio adicional. Esta análise ajuda os educadores a intervir precocemente e a abordar as questões subjacentes que afetam o desempenho académico.

Relatórios e monitorização: O software QuadC fornece recursos abrangentes de relatórios que permitem aos educadores monitorizar o progresso e a eficácia das intervenções. Os educadores podem gerar relatórios detalhados sobre o desempenho, a assiduidade e a participação dos alunos, o que lhes permite seguir as tendências, medir o impacto das intervenções e tomar decisões baseadas em dados.

Apoio aos alunos em risco: O QuadC também é fundamental no apoio aos alunos depois de estes terem sido identificados. Ao fazê-lo, a plataforma melhora o apoio aos alunos, os resultados académicos e promove o sucesso e o bem-estar geral dos que estão em risco.

Intervenções e encaminhamentos personalizados: O software QuadC fornece recomendações práticas e intervenções personalizadas com base nas necessidades específicas dos alunos em risco. Os educadores podem aceder a estratégias, recursos e sugestões específicas para apoiar o progresso académico e o bem-estar geral dos alunos. Esta abordagem personalizada garante que as intervenções sejam adaptadas às necessidades de cada aluno.

De um modo geral, o software QuadC oferece uma série de características e funcionalidades concebidas para ajudar os educadores a identificar os alunos em risco.

Desde a análise e visualização de dados até intervenções personalizadas e ferramentas de colaboração, a plataforma capacita os educadores com conhecimentos e recursos práticos. Ao aproveitar o poder da análise avançada e da aprendizagem automática, o software QuadC agiliza o processo de identificação de alunos em risco, garantindo que ninguém passe despercebido. Além disso, com a funcionalidade de encaminhamento do QuadC, os educadores podem encaminhar os alunos para vários recursos da plataforma, como o software de tutoria. Esta funcionalidade garante que, se for identificado um aluno em risco, este pode começar imediatamente a receber os recursos necessários para apoio académico.

Algoritmo de aprendizagem automática para identificar alunos em risco e proporcionar uma intervenção precoce

Ivy Tech⁴, um colégio comunitário com campus em Indiana, tem mais de 50.000 alunos cujas interações diárias com a instituição geraram mais de 26 terabytes de dados armazenados. Este enorme armazém de dados deu-lhes uma oportunidade única de colocar novas questões sobre o comportamento dos alunos e de os ajudar a ter mais sucesso na sala de aula. Por esse motivo, a equipa de cientistas de dados desenvolve um algoritmo⁵ de aprendizagem automática para analisar o envolvimento dos alunos, prever os resultados dos cursos com uma precisão de 80%, identificar alunos em risco e proporcionar uma intervenção precoce. A equipa criou um algoritmo para procurar padrões no comportamento online dos alunos com base em metadados anónimos e agregados do seu sistema de gestão da aprendizagem. Combinam a IA e a análise estatística mais tradicional para obter resultados mais valiosos.

Um modelo híbrido de previsão de alunos em risco

O artigo de investigação "The Role of Machine Learning in Identifying Students At-Risk and Minimizing Failure" apresenta um modelo híbrido que utiliza o método de empilhamento de conjuntos para prever os alunos em risco (Pek, Ozyer, Elhage, Ozyer, & Alhajj, 2023). Foram aplicados algoritmos clássicos de aprendizagem automática, tais como Naïve Bayes, Random Forest, Árvore de Decisão, K-Nearest Neighbors, Support Vector Machine, AdaBoost Classifier e Logistic. O conjunto de dados que contém as informações demográficas e académicas dos estudantes foi utilizado para treinar e testar o modelo. O modelo híbrido com o melhor desempenho foi alcançado quando o SVM foi utilizado como meta-aprendiz, atingindo 94,8% de exatidão e 96,8% de precisão.

Um quadro para a previsão dos estudantes em risco nas instituições de ensino superior

⁴ <https://www.ivytech.edu/about-ivy-tech/>

⁵ <https://edu.google.com/why-google/customer-stories/ivytech-gcp/>

O documento de investigação "A Framework for Predicting the Students at Risk Using AI: A Case Study" propõe um quadro para prever os estudantes que estão em risco de fraco desempenho académico e apoia os alunos lentos nas instituições de ensino superior (IES) (Dharmalingam, Baskar, & Ataullah, 2023). Para desenvolver este quadro, os autores realizaram um estudo de caso entre os estudantes de licenciatura oferecidos numa Instituição de Ensino Superior (IES) em Omã. Estes diplomas são atribuídos pela Universidade do Reino Unido, que está classificada como nível 6 pelo Quadro de Qualificações do Ensino Superior do Reino Unido (QQESRU), Agência de Garantia da Qualidade (AGQ), Reino Unido. O módulo para este estudo é selecionado com base nas experiências de aprendizagem dos alunos inscritos nos cursos de licenciatura nos últimos três anos, no maior número de inscrições e no maior número de alunos em risco. O quadro proposto pode ser integrado no sistema de gestão da aprendizagem (SGA) existente para prever a progressão futura dos alunos com base no seu desempenho semanal na sala de aula e na conclusão periódica das atividades também na sala de aula. Este modelo promove, igualmente, a participação ativa no processo de aprendizagem como um benefício adicional.

Um algoritmo de regressão logística fez previsões com base em características típicas, tais como as atividades semanais em sala de aula, os questionários semanais, os trabalhos semanais a realizar pelos alunos e as atividades de discussão em grupo e no fórum. A solução de aprendizagem automática prevê o progresso dos alunos utilizando as seguintes etiquetas: "em progresso", "não em progresso", "precisa de apoio" e "altamente vulnerável".

ADRAR: Análise e deteção rápidas de alunos em risco com resposta baseada em inteligência artificial

O sistema ADRAR é outra abordagem para identificar os alunos em risco de atraso ou de abandono escolar (Embarak & Hawarna, 2024). O sistema integra várias características, incluindo a personalidade dos alunos, o desempenho académico anterior, o progresso dos conceitos académicos atuais e as competências transversais. Os algoritmos de aprendizagem automática são utilizados para analisar a combinação de dados e identificar padrões que prevejam a probabilidade de um aluno ficar para trás. Esta abordagem também utiliza a Inteligência Artificial Explicável (IAE) para fornecer informações transparentes e compreensíveis sobre as suas previsões.

O ADRAR utiliza uma abordagem de árvore de decisão para prever os alunos em risco com base nas características do aluno. O algoritmo de seleção de características é aplicado para identificar as características mais relevantes que podem prever com precisão os alunos em risco de atraso ou abandono escolar. O ADRAR identifica os alunos em risco com uma exatidão global de 82,22%, uma precisão de 86,96%, uma recordação de 80% e um resultado F1 de 83,33%.

O sistema utiliza eficazmente as características identificadas para prever continuamente o desempenho dos alunos, permitindo aos conselheiros, administradores e alunos tomar medidas proactivas para manter níveis elevados de progresso académico. O sistema foi concebido para proporcionar um acompanhamento automatizado e contínuo do desempenho do aluno e para notificar as partes relevantes em caso de quaisquer desvios.

Identificação precoce de alunos em risco utilizando a aprendizagem profunda e a Inteligência Artificial Explicável

O trabalho de investigação "Course Success Prediction and Early Identification of At-Risk Students Using Explainable Artificial Intelligence" visa prever as notas dos alunos numa disciplina; prever os alunos em risco de insucesso com base no seu desempenho global; e identificar os fatores que contribuem para estas previsões (Ujkani, Minkovska, & Hinov, 2024). Estes objetivos estão inter-relacionados e permitem uma compreensão global dos fatores que influenciam o sucesso escolar.

Os autores utilizam várias técnicas de aprendizagem automática e profunda para prever o sucesso dos alunos, juntamente com SHapley Additive exPlanations (SHAP) como uma técnica IAE, para compreender os principais fatores subjacentes ao sucesso ou insucesso. Os modelos foram treinados utilizando o Open University Learning Analytics Dataset⁶ (OULAD), que inclui informações relacionadas com a demografia dos alunos, inscrições em cursos, desempenhos de avaliação e interações no ambiente de aprendizagem virtual. As técnicas de aprendizagem automática utilizadas para a previsão da nota do curso são Random Forest, Gradient Boosting, k-nearest Neighbors e Multi-Layer Perceptron. Para prever os alunos em risco, foram aplicadas técnicas de aprendizagem profunda, como as redes neurais de convolução e a memória de curto prazo, e métodos clássicos de aprendizagem automática, como o eXtreme Gradient Boosting (XGBoost).

Esta abordagem permite intervenções direcionadas para apoiar o sucesso dos alunos. Os resultados revelam que o envolvimento dos alunos e os prazos de inscrição são fatores críticos que afetam o desempenho. A arquitetura superficial personalizada de um perceptron multicamada atinge uma precisão até 94% para as tarefas concebidas, superando as abordagens tradicionais e os modelos de aprendizagem profunda. Este estudo contribui para a utilização da IA na educação e oferece perspetivas práticas não só para os educadores, mas também para os administradores e decisores políticos, a fim de melhorar a qualidade e a eficácia da aprendizagem online.

Previsão de alunos em risco na fase inicial de um curso de ensino híbrido através da aprendizagem automática utilizando dados limitados

⁶ https://analyse.kmi.open.ac.uk/open_dataset

Em (Azizah, Ohyama, Zhao, Ohkawa, & Mitsuishi, 2024), Azizah et al. centraram-se na deteção de alunos em risco num curso de ensino híbrido⁷. Foram analisadas diversas variáveis motivacionais para determinar o seu efeito no desempenho dos alunos. Utilizaram um classificador de aprendizagem automática para comparar duas abordagens: 1) o estudo de referência, que utiliza dados do mesmo ano académico para treino e teste; e 2) um estudo prospetivo, que se centra na extrapolação de um modelo treinado no semestre de outono anterior para prever os resultados do semestre de outono seguinte.

As previsões foram feitas tendo em conta variáveis relacionadas com a interação com o curso (por exemplo, vídeos vistos, questionários realizados, gravações áudio, sessões de aprendizagem e duração do envolvimento) e variáveis motivacionais, tais como:

- Aprendizagem precoce: Refletir o comportamento proactivo e motivado dos alunos ao iniciarem as suas atividades de aprendizagem sem demora
- Estudar a tempo: Medir as sessões de estudo regulares e atempadas dos alunos, o que indica a sua disciplina e abordagem de aprendizagem precoce
- Recuperação: Centra-se em colmatar as lacunas de aprendizagem através da aquisição de conhecimentos ou competências em falta, resultantes da ausência de aprendizagem prévia ou da sua inadequação
- Estudar de novo: Capta a frequência de revisão para realçar a importância de voltar a estudar para melhorar a retenção e a compreensão

O método das explicações aditivas de Shapley (SHAP) sublinha a importância das variáveis de gestão do tempo, nomeadamente o estudo atempado, para identificar os alunos em risco. O Random Forest foi o classificador aplicado em ambas as abordagens.

Sistema de reconhecimento precoce com aprendizagem automática para apoiar o sucesso dos alunos

Um sistema de reconhecimento precoce equipado com dados reais capturados num curso de ensino híbrido é apresentado em (Ciolacu, Tehrani, Binder, & Svasta, 2018). Este sistema identifica e informa os alunos com problemas, treinando redes neuronais e modelos Support Vector Machine a meio do semestre. Os modelos são treinados com base em dados de registo online extraídos das atividades Moodle⁸ e em dados de

⁷ A aprendizagem combinada (BL) é um método de ensino que combina a aprendizagem em linha com interações presenciais (F2F)

⁸ <https://moodle.org/?lang=en>

sensores obtidos a partir de sensores inteligentes (por exemplo, câmara, impressão digital, giroscópio, luz e ritmo cardíaco). Foram realizados dois tipos de estudos experimentais: a previsão de alunos para um novo semestre e o reconhecimento em direto de alunos em risco.

O sistema de reconhecimento precoce permitiu reduzir para quase metade a taxa de reprovação nos exames. Esta ideia contribui fortemente para o desempenho dos alunos e proporciona-lhes uma visão transparente.

Um sistema de IA para identificar e prevenir o abandono escolar no Serviço Nacional de Aprendizagem na Colômbia



Um sistema para identificar o abandono escolar dos alunos no Serviço⁹ Nacional de Aprendizagem (SNA) na Colômbia é apresentado em (Brand C, Gabriel Ramirez, Diaz, & Moreira, 2024). Os modelos de aprendizagem automática (por exemplo, árvores de decisão) são treinados com base em variáveis pessoais, académicas, socioeconómicas e institucionais que influenciam o abandono escolar dos alunos. A técnica de classificação por árvore de decisão surgiu como a mais eficaz, alcançando uma precisão de 91%. A análise das características destacou a importância dos fatores socioeconómicos no abandono dos aprendizes, revelando um impacto notável nas taxas de abandono, especialmente nas instituições de ensino superior. A identificação imediata destas características através de algoritmos de classificação de aprendizagem automática tem o potencial de reduzir substancialmente as elevadas taxas de abandono em programas de formação de nível técnico e profissional facilitados pela tecnologia SNA.

Previsor de sucesso dos alunos com IA: Melhorar a aprendizagem personalizada nos sistemas de gestão do campus

Um Previsor de Sucesso dos Estudantes com IA é apresentado por (Shoaib et al., 2024). Este sistema, apoiado por algoritmos avançados de aprendizagem automática, é capaz de automatizar os processos de classificação, prever os riscos dos alunos e prever os resultados da retenção ou do abandono escolar. Foi aplicado um bloco de aprendizagem de características da Rede Neuronal Convolucional (CNN) para extrair os padrões ocultos nos dados dos alunos, descritos principalmente através das seguintes características: idade, sexo, formação anterior, distância do campus, código da disciplina e horas de crédito, entre outras. Este modelo de classificação apresenta-se como uma obra-prima de conjunto, incorporando classificadores SVM, Random Forest e KNN, posteriormente refinados por um modelo de média Bayesiana. O modelo de conjunto proposto mostra a capacidade de prever as notas dos alunos, a retenção e os níveis de risco de abandono escolar. A avaliação do modelo resulta numa precisão de 93% para a previsão das notas dos alunos e para a previsão do risco dos alunos, e

⁹ <https://www.sena.edu.co/en-us/pages/default.aspx>

numa precisão de 92% para o domínio difícil da previsão da retenção e do abandono escolar. O sistema de IA proposto integra-se perfeitamente na infraestrutura do sistema de gestão do campus existente, permitindo a recuperação de dados em tempo real e previsões rápidas e precisas, melhorando a eficiência da tomada de decisões académicas.

Avaliação do insucesso dos alunos no ensino superior através de uma estratégia inovadora de sistema fuzzy combinada com algoritmos de otimização e IA

Em (Nie & Ahmadi Dehrashid, 2024), são utilizados diferentes algoritmos de aprendizagem automática, juntamente com um sistema de inferência neuro-fuzzy adaptativo convencional (NFAC), para melhorar o desempenho de classificação dos alunos e a previsão de resultados. A abordagem sugerida permite a previsão e a intervenção em caso de abandono escolar, proporcionando muitos percursos de aprendizagem para garantir o sucesso dos estudantes e reduzir o insucesso nas instituições de ensino superior. Para a previsão, foram tidos em conta os dados demográficos, socioeconómicos, macroeconómicos e académicos no momento da matrícula.

Smartschool utiliza a IA para detetar problemas de aprendizagem



A Smartbit é a empresa responsável pelo desenvolvimento da Smartschool¹⁰, uma plataforma escolar digital para o ensino primário e secundário na Bélgica. A ambição da plataforma escolar digital Smartschool é promover a cooperação entre a direção da escola, os professores, os alunos e os pais, porque uma boa interação entre todas estas partes aumenta o envolvimento e, em última análise, os resultados escolares da criança¹¹.

"Alguns alunos abandonam a escola a certa altura durante os seus anos¹² de ensino secundário", afirma Jan Schuer, fundador e diretor executivo da Smartschool. No entanto, estes sinais são muitas vezes detetados demasiado tarde. É por isso que a Smartschool está a trabalhar numa "função de sinal inteligente" há dois anos.

O Smartschool leva mais longe a utilização da Inteligência Artificial para detetar possíveis dificuldades de aprendizagem nos alunos. A abordagem da IA analisa três parâmetros. A atividade de utilização de um aluno no Smartschool é uma delas (ou seja, a frequência com que inicia sessão). As outras fontes são os resultados escolares e as faltas. O objetivo é ajudar os professores a detetar mais rapidamente os sinais de

¹⁰ <https://www.smartschool.be/>

¹¹ <https://www.agoria.be/nl/diensten/expertise/talent/develop/onderwijs/innovation-and-digitisation-education/smartschool-ontwikkelaar-smartbit-pleit-voor-betere-publiek-private-samenwerking>

¹² https://www.hln.be/onderwijs/smartschool-gaat-leerproblemen-opsporen-via-artificiele-intelligentie~a387060ad/?cb=46e31a49-eee3-4f9e-a074-0d37842570d1&auth_rd=1De&referrer=https%3A%2F%2Fwww.smartschool.be%2F

difficultades de aprendizagem, sem que a tecnologia substitua o seu trabalho. Cabe às próprias escolas determinar quem irá receber esse sinal. Os próprios estudantes e os seus pais não serão automaticamente informados. Como diz¹³ o Diretor Executivo Jan Schuer: "A IA ajuda a assinalar problemas, mas cabe aos professores decidir como lidar com eles".

Após um período experimental em dez escolas secundárias, o lançamento do sistema de IA está previsto para 2025. Com esta solução de IA, a Smartschool pretende ajudar as escolas e os professores a intervir mais rapidamente nos problemas de aprendizagem, sem perder de vista o seu discernimento profissional.

Principais conclusões

Os artigos de investigação, as páginas Web e as notícias analisados oferecem informações valiosas sobre os desafios e as soluções relacionados com os sistemas de alerta precoce baseados na IA para identificar alunos em risco. As principais conclusões destacam abordagens inovadoras, tendências emergentes e potenciais áreas de melhoria neste domínio. Estes estudos sublinham coletivamente a importância de identificar as variáveis relevantes, estabelecer os períodos de tempo a considerar, escolher métodos de aprendizagem automática precisos e fornecer explicações sobre as previsões. No entanto, existe uma lacuna notória na análise das considerações éticas durante o desenvolvimento destes sistemas inteligentes. Os conhecimentos obtidos a partir dos artigos revistos e das aplicações fornecem uma base para investigação futura e aplicações práticas.

Além disso, a maior parte da investigação e das aplicações centra-se principalmente na previsão de alunos em risco no ensino superior, com ênfase na previsão do sucesso ou insucesso em cursos específicos. Além disso, muitas abordagens concentram-se na análise de características derivadas de plataformas de aprendizagem em linha (por exemplo, Moodle e Smartschool) e de ambientes de aprendizagem mista.

A investigação e as aplicações analisadas utilizam predominantemente métodos clássicos de aprendizagem automática, como as árvores de decisão e as máquinas de vetores de apoio. Para melhorar o desempenho da previsão, alguns investigadores defendem a utilização de métodos de conjunto, que combinam vários modelos para melhorar a exatidão e a robustez. Além disso, as técnicas de aprendizagem profunda, incluindo as redes neurais convolucionais (CNN), têm sido utilizadas para tarefas de pré-processamento, representação e previsão de características. A seleção dos métodos adequados é influenciada por vários fatores, nomeadamente o volume e a qualidade dos dados de formação disponíveis.

¹³ <https://www.smartschool.be/2024/10/smartschool-speurt-via-ai-naar-leerproblemen/>

2.2. Melhorar o ambiente escolar e o bem-estar dos alunos

2.2.1. Estratégias tradicionais

Nas escolas europeias, as estratégias tradicionais para melhorar o ambiente escolar e promover o bem-estar dos alunos centram-se na criação de um ambiente positivo e inclusivo onde os alunos se sintam seguros, apoiados e motivados. Estas estratégias integram frequentemente o bem-estar académico, social, emocional e físico para garantir que os alunos prosperem tanto no seu desenvolvimento educativo como pessoal. Seguem-se algumas das principais estratégias tradicionais utilizadas nas escolas europeias para promover esse ambiente:

Sistemas de apoio ao comportamento positivo

Muitas escolas europeias utilizam sistemas de reforço do comportamento positivo em que os alunos são reconhecidos pelos seus comportamentos positivos em vez de serem castigados pelos negativos.

As recompensas na sala de aula, os programas de reconhecimento dos alunos e os contratos de comportamento são utilizados para incentivar um comportamento respeitoso, responsável e seguro.

Em muitos países, as escolas utilizam frequentemente sistemas de recompensa (como estrelas ou certificados) para motivar os alunos e criar um sentimento de realização e autoestima.

Programas de saúde mental e emocional apoiados pela escola

As escolas estão a dar cada vez mais atenção à saúde mental e ao bem-estar emocional dos alunos. Estes programas têm como objetivo reduzir o stress, prevenir o bullying e dar apoio aos alunos que enfrentam desafios pessoais. Serviços de aconselhamento: muitas escolas, em toda a Europa, oferecem aconselhamento aos alunos no local, onde psicólogos ou conselheiros escolares oferecem apoio para questões pessoais, ansiedade e problemas familiares.

Programas de apoio entre pares: nalguns países, como o Reino Unido e os Países Baixos, são implementados sistemas de tutoria entre pares ou sistemas de amigos, em que os alunos mais velhos apoiam os alunos mais novos, fornecendo-lhes orientação e ajudando-os a enfrentar os desafios.

Atividade física e aprendizagem ao ar livre



O bem-estar físico é uma parte essencial do ambiente escolar em muitos países europeus. A educação física (EF) e as atividades ao ar livre são fortemente encorajadas como parte do currículo.

As escolas de países como a Dinamarca e a Finlândia valorizam muito a aprendizagem ao ar livre e a atividade física, assegurando que os alunos passem tempo no exterior todos os dias, seja para recreio ou para atividades estruturadas.

Programas como as "Green Schools" na Irlanda e as salas de aula ao ar livre nos países escandinavos promovem um estilo de vida ativo e uma ligação mais estreita com a natureza, ajudando os alunos a desenvolverem-se física e emocionalmente.

Promover a inclusão e a diversidade

A inclusão é um valor fundamental em muitos sistemas escolares europeus, com o objetivo de criar ambientes onde todos os alunos se sintam respeitados, independentemente da sua origem.

A educação antidiscriminação e os programas de diversidade cultural estão muito difundidos, sobretudo em países multiculturais como a França, o Reino Unido e os Países Baixos.

As escolas celebram frequentemente feriados culturais diversos e oferecem oportunidades aos alunos de diferentes origens para partilharem as suas tradições e experiências, o que promove um sentimento de pertença e respeito mútuo.

Iniciativas de segurança escolar e anti-bullying

Muitas escolas europeias têm uma política de tolerância zero em relação ao bullying e implementam programas anti-bullying rigorosos para garantir que os alunos se sintam seguros.

Programas de prevenção do bullying: Em países como a Suécia e a Noruega, as escolas implementam programas abrangentes de prevenção do bullying que incluem políticas claras, educação de alunos e formação do pessoal.

Resolução e mediação de conflitos: Em algumas regiões, são utilizados programas de mediação entre pares para ajudar os alunos a resolver conflitos de forma autónoma, promovendo a empatia, as competências de comunicação e o respeito pelos outros.

Envolvimento dos pais

As escolas de toda a Europa incentivam um forte envolvimento dos pais na vida escolar como parte das suas estratégias para melhorar o bem-estar dos alunos. A participação dos pais é reconhecida como crucial para melhorar os resultados dos alunos e criar um ambiente de apoio.

As reuniões regulares de pais e professores, os conselhos escolares e os eventos comunitários promovem a colaboração entre as famílias e as escolas. Esta relação ajuda a compreender melhor e a responder às necessidades dos alunos.

Os workshops para pais sobre temas como o desenvolvimento infantil, a disciplina positiva e a saúde mental são comuns em muitos países, oferecendo recursos às famílias para apoiar o bem-estar dos seus filhos.

Voz e participação dos estudantes

Muitas escolas na Europa incentivam a voz dos alunos e a sua participação ativa nos processos de tomada de decisão. Isto pode incluir conselhos de estudantes ou reuniões regulares em que os alunos dão o seu contributo para as políticas da escola, o ambiente de aprendizagem ou as atividades extracurriculares.

Em muitos países, os alunos são frequentemente consultados sobre questões que os afetam, o que lhes dá um sentido de propriedade e responsabilidade na sua comunidade escolar.

Esta abordagem participativa não só melhora o ambiente escolar, como também promove um sentimento de capacitação e de autoeficácia entre os alunos.

Programas de atenção plena e de redução do stress

Nos últimos anos, os programas de atenção plena e de redução do stress foram integrados nas escolas europeias como uma estratégia tradicional para melhorar o bem-estar.

Escolas em países como a Alemanha e o Reino Unido introduziram exercícios de atenção plena, técnicas de respiração e sessões de relaxamento, no horário diário para ajudar os alunos a gerir o stress e a melhorar a concentração.

Estas práticas incentivam a regulação emocional, a resiliência e o bem-estar mental geral, especialmente durante períodos de pressão académica.

Criar um ambiente de colaboração e apoio na sala de aula

O ambiente da sala de aula desempenha um papel significativo na melhoria do bem-estar dos alunos. Os professores são formados para criar um ambiente positivo, inclusivo e cooperativo na sala de aula, onde os alunos se sentem seguros para se exprimirem.

Em países como a Finlândia, a ênfase na aprendizagem cooperativa e no trabalho de grupo incentiva as relações positivas entre pares e a colaboração, reduzindo a concorrência e promovendo o apoio mútuo.

A disposição flexível dos lugares, a aprendizagem personalizada e os controlos emocionais são estratégias utilizadas para criar um ambiente de apoio e centrado no aluno.

Serviços de apoio integrados

Em muitas escolas europeias, existem sistemas de apoio integrados, em que professores, assistentes sociais, conselheiros e outros profissionais trabalham em conjunto para responder às diversas necessidades dos alunos.

Em vários países (por exemplo, França, Alemanha, Espanha) existem serviços de saúde escolar que prestam cuidados de saúde e apoio emocional no local, reduzindo as barreiras para os alunos que necessitam de assistência.

Esta abordagem de apoio holístico garante que os alunos recebem cuidados abrangentes para o seu bem-estar académico, emocional e físico.

Ambientes escolares sustentáveis e saudáveis

As escolas sustentáveis centram-se não só nas questões ambientais, mas também na promoção da saúde e do bem-estar dos alunos.

Em muitas partes da Europa, como nos Países Baixos e na Suécia, as escolas adotam práticas ecológicas, como a redução dos resíduos, a promoção de opções alimentares saudáveis e a manutenção de instalações amigas do ambiente.

Programas de nutrição: muitas escolas fornecem refeições e lanches saudáveis aos alunos, com o objetivo de melhorar a saúde física e a função cognitiva.

Bem-estar Educação

Em países como a Noruega e a Finlândia, a educação para o bem-estar está integrada no currículo para promover a autoconsciência, as competências sociais e a resiliência.

Os programas incluem frequentemente o ensino de competências para a vida, a aprendizagem socioemocional (ASE) e a formação para a resolução de conflitos,

dando ferramentas aos alunos para enfrentarem desafios e tomarem decisões responsáveis.

Parcerias de colaboração com organizações externas

As escolas de muitos países europeus estabelecem parcerias com organizações externas, como organizações sem fins lucrativos, serviços de saúde e grupos comunitários, para apoiar o bem-estar dos alunos.

Estas colaborações oferecem aos alunos acesso a uma gama mais vasta de serviços, incluindo apoio à saúde mental, programas desportivos e atividades extracurriculares que melhoram o seu desenvolvimento global.

Conclusão

As estratégias tradicionais para melhorar o ambiente escolar e o bem-estar dos alunos nas escolas europeias giram frequentemente em torno do fomento de relações positivas, da promoção da inclusão, do apoio à saúde emocional e física e da criação de ambientes que permitam a participação ativa dos alunos. Cada país adaptou a sua abordagem com base em valores culturais, mas os temas comuns de apoio, respeito e colaboração são consistentes em todo o continente.

2.2.2. Ferramentas com IA

Os estudantes enfrentam frequentemente stress durante o seu percurso académico, e os fatores de stress persistentes podem resultar em stress crónico, com um impacto negativo na sua saúde física e mental e, consequentemente, influenciar o abandono escolar precoce. Por conseguinte, o domínio da deteção do stress académico ganhou recentemente uma atenção significativa porque a saúde mental e física é crucial para o sucesso académico (Abd-Alrazaq et al., 2024; Liu, Zhang, Zhao, & Liu, 2024). O objetivo da deteção do stress académico é identificar o nível de stress de um estudante durante o processo de aprendizagem utilizando marcadores observáveis, incluindo dados fisiológicos, comportamentais e psicológicos. Nos últimos anos, os métodos de deteção que utilizam sensores vestíveis e não vestíveis ganharam uma atenção crescente devido às suas ricas funcionalidades (S. Liu, Zhang, Zhao, & Liu, 2024).

Ao explorar as aplicações da IA na monitorização do bem-estar dos estudantes (por exemplo, análise emocional, deteção de stress), vários trabalhos de investigação oferecem perspetivas valiosas e contribuem para uma compreensão mais ampla da questão. Algumas abordagens centram-se principalmente na deteção de emoções (Anwar, Rehman, Nasralla, Khatkhat, & Khilji, 2023; Khare, Blanes-Vidal, Nadimi, & Acharya, 2024; Vistorte et al, 2024), enquanto outros visam detetar o stress (Alexios-Fotios A. Mentis,

Lee, & Roussos, 2024; Gedam & Paul, 2021; Panda, Sharma, & Jaiswal, 2024) e a depressão (Joshi & Kanoongo, 2022). Estes estudos abordam vários aspetos, metodologias e aplicações relacionados com a aquisição de dados, diferentes tipos de características e sinais, análise de dados em tempo real e abordagens de aprendizagem automática a aplicar, fornecendo uma panorâmica abrangente das tendências atuais e dos desafios emergentes. Os documentos que se seguem destacam os principais resultados e avanços, oferecendo uma perspetiva mais aprofundada da monitorização da saúde mental dos estudantes.

A análise de expressões faciais, imagens, chatbots emocionais e textos em plataformas de redes sociais tem sido eficaz na deteção das emoções de uma pessoa e, posteriormente, da depressão (Joshi & Kanoongo, 2022). Naive-Bayes, Support Vector Machines (SVM), Long Term Short Memory (LSTM) - Radial Neural Networks (RNN), Logistic Regression, Linear Support Vector, etc. são as várias técnicas de ML utilizadas para reconhecer emoções a partir do processamento de texto; as Redes Neurais Artificiais (RNA) têm sido utilizadas para a extração de características e classificação de imagens para detetar emoções através de expressões faciais. A análise de sentimentos também surgiu como uma ferramenta promissora para detetar e classificar emoções expressas em formas textuais e visuais (Anwar et al., 2023).

Uma estrutura abrangente baseada em expressões faciais e vocais para monitorizar o stress dos alunos em tempo real num ambiente IoT-Fog-Cloud

Em (Singh et al., 2022), é apresentado um novo quadro de monitorização do stress centrado no estudante e gerador de alertas em tempo real, sensível à IoT, para prever o índice de stress do estudante num determinado contexto. Esta abordagem utiliza o VGG16 alargado, a rede Bidirecional Long Short Term Memory (Bi-LSTM) e as técnicas Multinomial Naïve Bayes para gerar as pontuações das emoções a partir das expressões faciais dos alunos, do tom de voz e do conteúdo do discurso dos alunos na camada de nuvem. Especificamente, o modelo visa classificar os eventos de stress como normais ou anormais com base na emoção geral das leituras de dados fisiológicos dos estudantes. A ativação do evento anormal em caso de valores mais elevados de emoções negativas como o stress, o medo, a tristeza, o nojo, etc.; é enviado um alerta severo ao aluno, aos coordenadores e aos encarregados de educação. Os dados brutos foram recolhidos a partir de dispositivos de entrada com IoT, como câmaras de vídeo inteligentes, smartphones e microfones instalados à volta do aluno sob observação. Este quadro acabará por ser uma excelente ferramenta que ajudará as instituições de ensino, os estudantes, os seus pais e encarregados de educação a obter um alerta em tempo real sobre as emoções gerais dos estudantes.

Rumo a uma sala de aula inteligente com IA sensível às emoções: Questões atuais e direções para a engenharia e a educação

Um sistema de sala de aula inteligente é proposto por (Kim, Soyata, & Behnagh, 2018). Este sistema é capaz de fazer sugestões em tempo real a um apresentador na sala de aula para melhorar a qualidade e a memorização da sua apresentação, permitindo que o apresentador faça ajustes/correções em tempo real ao seu comportamento não verbal, como gestos com as mãos, expressões faciais e linguagem corporal. As sugestões baseiam-se na investigação existente sobre deteção de afetos, reconhecimento de emoções com base na aprendizagem profunda e computação em nuvem móvel em tempo real. O sistema de sala de aula inteligente utiliza uma arquitetura de três componentes: (i) um componente de aquisição de dados para receber informação áudio/vídeo em bruto, (ii) um componente de pré-processamento para efetuar os cálculos iniciais nos dados recebidos e (iii) um componente massivo de computação paralela para efetuar os cálculos de alta intensidade exigidos pelos algoritmos propostos.

Um modelo híbrido baseado em redes neurais artificiais para a deteção de stress generalizado em estudantes utilizando a resposta galvânica da pele e sinais de eletrocardiograma

Em (Tiwari & Agarwal, 2021) é apresentado um modelo híbrido para a deteção generalizada de stress utilizando a análise de dados em tempo real e a Internet das Coisas. Esta abordagem deteta as condições de stress do aluno e diagnostica se ele está relaxado, stressado, parcialmente stressado ou feliz. A monitorização regular da saúde dos estudantes, incluindo a medição da resposta galvânica da pele (GSR) e dos dados do eletrocardiograma (ECG), permite uma boa compreensão dos seus níveis de stress. A relação gráfica entre a frequência cardíaca, a pressão sanguínea e a condutância cutânea em várias atividades experimentais realça o facto de os parâmetros fisiológicos do corpo humano serem afetados juntamente com o estado mental dos alunos. Esta abordagem faz previsões com base em modelos de aprendizagem automática como a Regressão Logística (LR), a Máquina de Vetores de Suporte (SVM), os Vizinhos Mais Próximos (KNN), os Classificadores de Ensacamento (BAG), a Floresta Aleatória (RF), o Reforço de Gradiente (GB) e a Rede Neuronal Artificial (RNA), em que o modelo híbrido baseado na RNA atinge uma precisão de 99,4% no conjunto de dados autogerado para a classificação do estado mental dos alunos.

Esquema de monitorização da saúde mental baseado na aprendizagem profunda para estudantes universitários utilizando uma rede neural convolucional

É proposto um esquema de monitorização da saúde mental baseado na aprendizagem profunda (DL-MHMS) para estudantes universitários (Chao Du, Balamurugan, & Selvaraj, 2021). Este modelo utiliza uma rede neural convolucional (CNN) para classificar o estado de saúde mental como positivo, negativo e normal, utilizando os sinais EEG recolhidos

de estudantes universitários. A análise de simulação atinge uma exatidão de classificação e pontuações F1 de 97,54% e 98,35%.

Sistema de Avaliação e Intervenção em Saúde Psicológica para Estudantes de Engenharia Química Baseado em Tecnologia de Computação Emocional

Em (Zhao, 2024), é apresentado um novo sistema de avaliação e intervenção no domínio da saúde psicológica concebido para estudantes de engenharia química, que utiliza a tecnologia de computação emocional reforçada pela classificação emocional ponderada por características cartesianas (CFWEC). O sistema visa avaliar o bem-estar psicológico dos estudantes através da análise de pistas emocionais extraídas de várias fontes, como expressões faciais, padrões de voz e interações de texto. O modelo CFWEC atingiu uma taxa de precisão média de 85% na identificação de alunos em risco de sofrimento psicológico, permitindo intervenções atempadas. Além disso, o sistema fornece recomendações e intervenções personalizadas com base em perfis emocionais individuais, conduzindo a melhores resultados em termos de saúde mental. Estes resultados sublinham o potencial da Tecnologia de Computação Emocional com CFWEC na promoção da saúde psicológica e do bem-estar entre os estudantes de engenharia química.

Análise da Saúde Mental e Emoção Educacional Baseada em Aprendizagem Profunda e Otimização de Inteligência Computacional

Foi construído um novo conjunto de dados psicológicos e emocionais para o domínio da educação como resultado da investigação apresentada por (J. Liu & Wang, 2022). Os autores também construíram um modelo de deteção de stress na saúde mental com uma função de análise emocional com base no conjunto de dados criado. A aprendizagem profunda e a otimização da inteligência computacional, especificamente a otimização por colónias de formigas (ACO), foram aplicadas para detetar o stress. Em conclusão, as escolas precisam de prestar especial atenção à perturbação obsessivo-compulsiva e à sensibilidade interpessoal.

3. Estratégias de implementação

3.1. Integrar a IA nos quadros educativos existentes

Integrar a IA nos quadros educativos existentes: Estratégias de implementação para os níveis primário e secundário

Para integrar eficazmente as ferramentas de IA nas práticas educativas atuais das escolas primárias e secundárias, é essencial compreender a estrutura dos

enquadramentos educativos e alinhar as iniciativas de IA com objetivos estabelecidos, como o bem-estar dos alunos, a aprendizagem personalizada e a tomada de decisões baseada em dados.

A utilização da IA no ensino superior é um fenómeno relativamente novo e ainda há muito a aprender sobre a melhor forma de a integrar nos ambientes de ensino e aprendizagem. As investigações de base empírica podem ajudar a identificar as formas mais eficazes de implementar a IA no ensino superior e a determinar os fatores que contribuem para uma integração bem sucedida da IA (Marengo, 2023).

A IA generativa (IAG) pode revolucionar a educação através da introdução de práticas inovadoras, personalizadas e eficientes. Oferece a capacidade de adaptar as experiências de aprendizagem às necessidades individuais dos alunos, fornecendo feedback personalizado, percursos de aprendizagem adaptáveis e apoio especializado à aprendizagem de línguas. A IAG melhora a criação de conteúdos, automatizando o desenvolvimento de questionários, trabalhos, simulações interativas e recursos multimédia. Ao integrar estas capacidades, promove a participação dos estudantes e introduz ambientes de aprendizagem imersivos, como simulações de realidade virtual e aumentada (Mittal et al., 2024).

A integração da IA na educação oferece vários benefícios, incluindo uma melhor compreensão concetual, instrução personalizada, maior envolvimento e motivação, e avaliação e feedback eficientes. No entanto, também coloca desafios, como a necessidade de infraestruturas técnicas, a formação de professores, a garantia da privacidade e segurança dos dados e a abordagem de considerações éticas (Mahligawati, 2023).

Os investigadores propuseram vários quadros e estratégias para alinhar as ferramentas de IA com as práticas educativas atuais. Schleiss et al. (2023) desenvolveram um quadro de planeamento de cursos, uma ferramenta que aborda o contexto do ensino de IA específico de um domínio. Segundo os investigadores, a realização de uma investigação mais sistemática sobre abordagens pedagógicas para o ensino da IA num domínio específico e para o ensino interdisciplinar contribuiria significativamente para o desenvolvimento deste domínio.

A utilização da IA para melhorar a equidade na educação é outro aspeto importante, em particular através da aprendizagem personalizada, que proporciona acessibilidade a todos os alunos, mas em particular aos alunos com deficiência (Roshanaei, 2023).

3.1.1 Principais etapas de implementação

Compreender as estruturas e os objetivos educativos

Os enquadramentos educativos centram-se frequentemente no desempenho académico, que é medido através de a) testes padronizados, cursos e envolvimento dos alunos, b) aprendizagem socio-emocional que envolve o apoio à saúde emocional dos alunos e a promoção da inclusão, c) identificação precoce de alunos em risco de absentismo através de monitorização e intervenções e d) envolvimento dos pais para criar um sistema de apoio holístico para os alunos. Para alinhar as ferramentas de IA com estes objetivos, a integração das ferramentas de IA deve privilegiar as práticas éticas, a transparência e o reforço da autonomia dos professores, em vez de substituir a tomada de decisões humana.

Etapa 1: Avaliação das necessidades e definição de objetivos

- **Análise do sistema atual:** Identificar desafios na escola (por exemplo, elevadas taxas de abandono escolar, falta de dados em tempo real, sobrecarga do pessoal).
- **Envolvimento das partes interessadas:** Incluir professores, pais, administradores e alunos para definir os benefícios pretendidos da IA (por exemplo, identificação precoce de alunos com dificuldades ou redução do APEF).

Etapa 2: Preparação da infraestrutura

- **Gestão de dados:** As escolas devem criar sistemas sólidos de armazenamento e processamento de dados, garantindo a interoperabilidade entre as plataformas de IA e os sistemas de informação dos alunos existentes.
- **Acesso à tecnologia:** Assegurar que o hardware necessário (por exemplo, computadores, equipamento para salas de aula inteligentes) e o acesso à Internet estejam disponíveis, especialmente nas escolas rurais ou com poucos recursos financeiros.

Etapa 3: Ferramentas de IA e integração

- **Sistemas de Alerta Precoce (SAP):** À semelhança do PDAR (Baneres, Rodriguez-Gonzalez, & Guerrero-Roldan, 2023) e do QuadC¹⁴, estes sistemas analisam a assiduidade, as notas e o envolvimento para prever o risco de abandono escolar e sugerir intervenções.

¹⁴ <https://www.quadc.io/>

- **Acessibilidade e inclusão:** Plataformas alimentadas por IA, como o Atlas Primer¹⁵, melhoram a acessibilidade e a inclusão, convertendo texto em fala e permitindo que os alunos se envolvam com materiais em vários contextos, promovendo a aprendizagem contínua para além da sala de aula.
- **Plataformas de análise comportamental:** As plataformas que detetam alterações no comportamento de aprendizagem (por exemplo, Smartschool¹⁶) podem complementar as práticas escolares, alertando os professores quando os alunos mostram sinais de desinteresse.
- **Integração do sistema de gestão da aprendizagem (LMS):** Sistemas como o RADAR (Embarak & Hawarna, 2024) e o QuadC podem ser desenvolvidos para fornecer atualizações em tempo real.

Etapa 4: Formação e reforço das capacidades do pessoal

- **Desenvolvimento profissional:** Os professores e os administradores precisam de formação para interpretar os conhecimentos gerados pela IA, compreender as limitações do modelo e tomar decisões adequadas com base nas recomendações.
- **Circuitos de feedback iterativos:** Criar canais para feedback contínuo dos educadores e do pessoal de TI para aperfeiçoar as implementações de IA.

Etapa 5: Aplicação ética e transparente

- **Privacidade e segurança** dos dados: Cumprir os regulamentos de proteção de dados, assegurando que os dados dos alunos são anonimizados sempre que possível e utilizados de forma responsável.

Etapa 6: Envolvimento dos alunos e dos pais

- **Transparência:** Comunicar o objetivo e os benefícios das ferramentas de IA aos pais e alunos para criar confiança e atenuar os receios de vigilância.
- **Mecanismos de feedback:** Proporcionar oportunidades aos alunos e aos pais para partilharem as suas preocupações e comentários sobre a eficácia do sistema.

Etapa 7: Monitorização e melhoria contínua

- Utilizar painéis de controlo analíticos para acompanhar o desempenho do sistema, os resultados da intervenção e o progresso dos alunos.

¹⁵ <https://www.atlasprimer.com/>

¹⁶ <https://www.smartschool.be/>

- Realizar auditorias regulares para detetar enviesamentos ou imprecisões nas previsões, garantindo que as ferramentas de IA servem todos os alunos de forma equitativa.

Adaptar a IA às escolas primárias e secundárias

- **Escolas primárias:** A tónica deve ser colocada nos padrões básicos de frequência e participação, no desenvolvimento socioemocional e na deteção precoce de dificuldades de aprendizagem. As ferramentas de IA centradas na deteção de emoções e de stress, como as estruturas baseadas na IoT para a monitorização das salas de aula (Singh et al., 2022), podem complementar os objetivos da ASE.
- **Escolas secundárias:** A este nível, a IA pode fornecer informações preditivas sobre o desempenho nos cursos, a assiduidade e o futuro sucesso académico, bem como apoio de orientação escolar com base nos padrões de desempenho e interesses dos alunos.

Desafios e soluções

- **Sobrecarga de professores:** As plataformas de IA devem simplificar e não complicar os fluxos de trabalho. Os sistemas de IA que integram ferramentas de programação, orientação e intervenção numa única interface podem reduzir a carga administrativa.
- **Preconceito e desigualdade:** As ferramentas de IA devem ser cuidadosamente monitorizadas para evitar o reforço dos preconceitos presentes nos dados históricos. A utilização de métodos de IA explicável, como o SHAP (Ujkani et al., 2024), ajuda os educadores a compreender e a lidar com potenciais preconceitos.

Recomendações para políticas e práticas

- **Colaboração intersectorial:** Colaborações com autoridades educativas nacionais e locais para criar diretrizes para a implementação da IA que se alinhem com objetivos políticos mais amplos.
- **Testes-piloto e aumento de escala:** Programas-piloto de pequena escala em escolas selecionadas para identificar as melhores práticas antes de se expandirem para distritos maiores.
- **Incorporar a voz dos estudantes:** Envolver os representantes dos estudantes nos debates sobre as intervenções baseadas na IA para garantir que as ferramentas respeitam a capacidade de ação dos estudantes e respondem às suas necessidades reais.

Ao alinhar a integração da IA com os objetivos educativos existentes, como a intervenção precoce e o bem-estar dos alunos, as escolas podem tirar partido da tecnologia para melhorar os resultados da aprendizagem. A chave está em equilibrar a inovação tecnológica com abordagens centradas no ser humano, assegurando que a IA complementa e capacita os professores em vez de substituir o seu papel fundamental no processo educativo.

3.2. Garantir uma utilização ética e equitativa da IA

Esta secção, que faz parte de um relatório sobre estratégias de intervenção eficazes - incluindo a utilização de tecnologia de IA - para prevenir e combater o abandono precoce da educação e da formação (APEF), começa com uma questão crítica: **Em que medida é que as decisões do sistema de IA influenciam os processos de tomada de decisões organizacionais?** A resposta a esta pergunta é crucial para avaliar os riscos associados aos sistemas de IA e as suas considerações éticas. De acordo com a Lei da¹⁷ IA da UE, os sistemas de IA utilizados na educação não são inerentemente classificados como de alto risco. No entanto, o seu nível de risco pode variar consoante o caso de utilização específico, em particular os resultados derivados da análise da IA. Esta clareza orientará a conceção e a aplicação de medidas para enfrentar eficazmente os riscos detetados de APEF. Devem ser definidas etapas e iniciativas claras para atuar quando são detetados riscos de APEF.

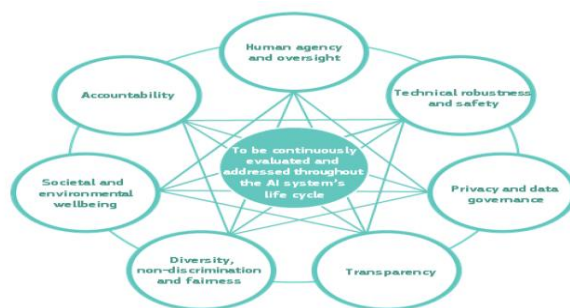
A União Europeia sublinha a importância de uma IA ética e equitativa através de vários documentos e diretrizes oficiais, estabelecendo limitações e definindo direitos para governar a era da transformação digital. No centro deste esforço estão as **Diretrizes**

¹⁷ <https://www.coe.int/en/web/artificial-intelligence/the-framework-convention-on-artificial-intelligence>

Éticas para uma Inteligência¹⁸ Artificial Fiável, desenvolvidas pelo Grupo de Peritos de Alto Nível em IA.

As orientações sublinham que a obtenção de uma IA fiável exige esforços contínuos ao longo do ciclo de vida de um sistema de IA. Os principais requisitos incluem a avaliação dos métodos de implementação e a avaliação e justificação contínuas das alterações aos processos, dada a natureza dinâmica e evolutiva da IA.

Sete requisitos fundamentais para uma IA fiável



Como se viu acima, as orientações definem sete requisitos fundamentais para uma IA fiável. Estas incluem a garantia de que **1) agência humana e supervisão** são mantidas, dando aos indivíduos a possibilidade de tomarem decisões informadas, protegendo simultaneamente os seus direitos fundamentais. Os sistemas de IA devem ser **2) tecnicamente robustos e seguros**, incorporando mecanismos de fiabilidade, segurança e opções de recurso para minimizar os danos. **3) A privacidade e a administração** dos dados são igualmente críticas, exigindo o respeito total pela privacidade, a integridade adequada e o acesso legítimo. **4) A transparência é essencial**, uma vez que os sistemas e as suas decisões devem ser explicáveis e compreensíveis para todas as partes interessadas. **5) A diversidade, a não-discriminação e a equidade** devem ser defendidas para evitar preconceitos que possam levar à marginalização ou à discriminação. Os sistemas de IA devem contribuir para **6) o bem-estar social e ambiental**, promovendo a sustentabilidade e a inclusão. Por último, **7) os mecanismos de responsabilização**, como a possibilidade de auditoria e o acesso a vias de recurso, devem garantir a responsabilidade pelos resultados, especialmente em aplicações críticas.

No contexto da educação, o documento menciona as oportunidades decorrentes da utilização da IA, uma vez que esta oferece um potencial transformador na educação, personalizando as experiências de aprendizagem, melhorando a qualidade do ensino e combatendo as desigualdades. Por exemplo, o projeto stAI está em conformidade com as orientações da UE para reduzir o APEF, respeitando simultaneamente os direitos

¹⁸ <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/ethics-guidelines-trustworthy-ai>

das crianças. A IA pode melhorar a velocidade e a qualidade da aprendizagem em todos os níveis de ensino, ajudando os alunos a adquirir competências adequadas às suas capacidades. No entanto, as preocupações éticas, como a identificação automática de indivíduos, exigem uma análise cuidadosa. Embora a identificação possa estar em conformidade com os princípios éticos em contextos específicos, como a redução do APEF, suscita preocupações jurídicas e psicológicas significativas. Os sistemas de IA devem garantir uma utilização proporcional das técnicas de controlo para respeitar a autonomia e os direitos dos cidadãos europeus. A utilização da IA nas escolas deve basear-se no consentimento significativo e verificável das crianças e dos seus tutores, sublinhando a educação como um direito fundamental.

Para tal, as técnicas de controlo proporcional devem respeitar **a autonomia e os direitos** fundamentais. Os mecanismos de consentimento - adequados à idade e à compreensão das crianças - são necessários quando se aplicam sistemas de IA nas escolas. Além disso, **a privacidade e a proteção** de dados, tal como exigido pelo **RGPD**, requerem salvaguardas robustas, como a minimização dos dados e a atenção aos dados sensíveis. Estes princípios defendem a garantia de que a investigação em IA respeita os mais elevados padrões éticos e a legislação comunitária aplicável.



Em termos práticos, isto significa que as iniciativas de investigação não devem explorar dados sensíveis apenas para fins de estudo. Por exemplo, em casos que envolvam informações sobre **etnia ou origem**, esses dados sensíveis devem ser tratados com especial cuidado. Além disso, a utilização de tecnologias **de reconhecimento** emocional é proibida ao abrigo da Lei da **IA** da UE (artigo 5.º-F).

O conceito de incorporação da ética diretamente na conceção da IA, conhecido como "**X-by-design**", é fundamental para se conseguir uma IA fiável. Esta abordagem garante que os princípios éticos abstratos estão concretamente ligados às decisões de implementação. Por exemplo, os métodos de privacidade desde a conceção e de segurança desde a conceção incorporam salvaguardas nos sistemas de IA desde o início, tornando-os seguros, robustos e à prova de falhas. Os fornecedores de sistemas de IA devem antecipar e abordar os riscos potenciais e garantir o cumprimento das normas éticas desde as fases iniciais do desenvolvimento do sistema.

A transparência é outro aspeto essencial, nomeadamente para garantir que os utilizadores, como os educadores, saibam sempre se estão a interagir com uma máquina ou com um humano. Isto é particularmente relevante para os educadores e o pessoal escolar que utilizam ferramentas de IA como as do projeto stAI. Garantir a

transparência sobre as capacidades e limitações da IA promove a confiança e a tomada de decisões informadas, uma vez que uma comunicação fiável sobre as capacidades e limitações da **IA promove a confiança** e a utilização informada, o que é crucial para projetos como o stAI e iniciativas semelhantes.

Além disso, as implicações **a longo prazo da utilização da IA** na educação devem ser cuidadosamente consideradas, incluindo a forma como os dados são armazenados e o impacto das decisões nas crianças ao longo do tempo.



As avaliações de risco e de impacto devem ter em conta os efeitos diretos e indiretos sobre todas as partes interessadas, a fim de identificar e atenuar as potenciais consequências negativas para as crianças, como os impactos psicológicos ou os enviesamentos algorítmicos.

Estas considerações éticas estão em consonância com a **Declaração Europeia sobre Direitos e Princípios¹⁹ Digitais**, que reforça a necessidade de os sistemas de IA respeitarem os direitos humanos, promoverem interações digitais informadas e salvaguardarem a autonomia individual. Entre os seus compromissos, a declaração

sublinha a importância de garantir que os sistemas de IA sejam centrados no ser humano, transparentes e baseados em dados imparciais. Sublinha igualmente a necessidade de evitar que a IA se sobreponha às escolhas pessoais, em especial em domínios críticos como a **educação**, a saúde e a vida privada. A investigação e o desenvolvimento no domínio da IA devem respeitar os mais elevados padrões éticos e cumprir a legislação da UE.

As orientações da UE sublinham a importância de evitar preconceitos **injustos nos sistemas de IA**. Os enviesamentos podem resultar de imprecisões históricas, dados incompletos ou modelos de governação deficientes. Estes preconceitos podem levar a uma discriminação ou preconceito não intencional contra certos grupos, exacerbando a marginalização. Além disso, os danos podem resultar da exploração intencional de preconceitos, por exemplo, através da concorrência desleal ou da manipulação de preços num mercado não transparente.

Para atenuar estes riscos:

- **Preconceitos na recolha de dados:** Sempre que possível, os preconceitos discriminatórios devem ser identificados e eliminados durante a fase de recolha de dados.

¹⁹ <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/digital-principles>

- **Preconceito na conceção** dos algoritmos: Devem ser implementados processos de supervisão para garantir a transparência do objetivo, das restrições, dos requisitos e das decisões do sistema.



Na Lista de Avaliação de IA Fiável, especificamente na secção sobre **Diversidade, Não-Discriminação e Equidade**, os programadores são encorajados a

1. Estabelecer estratégias ou procedimentos para evitar a criação ou o reforço de preconceitos injustos, tanto na utilização dos dados como na conceção dos algoritmos.
2. Avaliar e reconhecer as potenciais limitações decorrentes da composição dos conjuntos de dados.
3. Assegurar a diversidade e a representatividade dos utilizadores nos conjuntos de dados.
4. Testar a existência de enviesamentos em populações específicas ou casos de utilização problemáticos.
5. Utilizar as ferramentas técnicas disponíveis para melhorar a compreensão dos dados, do modelo e do desempenho do sistema.

Recomenda-se igualmente o incentivo a práticas de contratação diversificadas em termos de origens, culturas e disciplinas, a fim de promover perspetivas diversificadas durante o desenvolvimento.

No contexto da educação e de projetos como o **stAI**, a utilização ética da IA exige um equilíbrio entre a inovação e as salvaguardas da privacidade, da equidade e dos direitos humanos. Ao aderir às orientações da UE, ao incorporar a ética na conceção da IA e ao abordar as preocupações a longo prazo, a IA pode contribuir significativamente para reduzir o APEF, respeitando simultaneamente os direitos e a dignidade de todas as partes interessadas.

4. Conclusão

Os desafios associados ao abandono precoce da educação e da formação (APEF) exigem um esforço unificado dos educadores, dos decisores políticos e dos criadores de tecnologia. Este manual explorou tanto as abordagens tradicionais como as estratégias baseadas na IA para abordar a questão do APEF, centrando-se na identificação precoce, na melhoria do ambiente escolar e na integração de ferramentas inovadoras para apoiar o bem-estar dos alunos.

4.1 Resumo das principais recomendações

Foi dada uma grande ênfase à importância da identificação e intervenção precoces. Os métodos tradicionais, como o acompanhamento da assiduidade, a monitorização do comportamento e a avaliação do desempenho académico, continuam a ser cruciais para prever quais os alunos em risco de abandono escolar. Estas abordagens foram durante muito tempo fundamentais para a prevenção do APEF. No entanto, a introdução de ferramentas alimentadas por IA traz novas possibilidades. Os sistemas de IA, capazes de analisar grandes quantidades de dados, oferecem uma identificação mais precisa e em tempo real dos alunos em risco, descobrindo padrões que podem não ser facilmente observáveis através dos meios tradicionais. A análise preditiva e os modelos de aprendizagem automática são particularmente eficazes na deteção de sinais de alerta precoce, permitindo intervenções mais rápidas e mais direcionadas.

Em termos de melhoria do ambiente escolar e de reforço do bem-estar dos alunos, as estratégias tradicionais sempre se centraram na criação de relações de apoio, na promoção de uma cultura inclusiva e no envolvimento mais estreito dos pais na educação dos alunos. Octav Bancila sublinhou que estas abordagens intemporais são fundamentais para manter um clima escolar positivo em que os alunos se sintam seguros, valorizados e motivados. Mas atualmente, a IA pode aumentar estes esforços. As soluções baseadas em IA, como as plataformas de aprendizagem personalizadas e as aplicações de monitorização da saúde mental, respondem às necessidades individuais dos alunos em tempo real. Estas ferramentas garantem que os alunos não só recebem apoio académico adaptado, como também beneficiam de intervenções atempadas que visam o seu bem-estar emocional e psicológico.

No que diz respeito às estratégias de implementação, a tónica deve ser colocada na integração efetiva da IA nos quadros educativos existentes. O sucesso desta integração depende de um planeamento estruturado e metódico. Isto inclui a formação de educadores para a utilização de ferramentas de IA, a obtenção da adesão das principais partes interessadas e a definição de etapas de implementação claras que garantam transições suaves. Além disso, as considerações éticas devem estar na vanguarda da utilização da IA na educação. Foi salientado que a utilização da IA deve ser transparente, justa e equitativa, garantindo que não reforça preconceitos ou

aprofunda as desigualdades educativas. A IA deve ser utilizada como uma ferramenta para criar ambientes educativos mais inclusivos e não para exacerbar as disparidades existentes.

4.2 Apelo à ação

A questão do APEF exige uma ação imediata e decisiva. Todas as partes interessadas - educadores, administradores escolares, decisores políticos e especialistas em tecnologia - têm de adotar estratégias tradicionais e baseadas em IA para melhorar os resultados educativos. Os decisores políticos devem dar prioridade ao investimento em tecnologias de IA para as escolas, enquanto os educadores precisam de ter acesso a um desenvolvimento profissional contínuo para utilizarem estas tecnologias de forma eficaz. Devem também ser criados quadros éticos para garantir que a IA é utilizada de forma a apoiar todos os estudantes, independentemente da sua origem ou circunstâncias.

A redução do APEF está ao nosso alcance se agirmos agora. Combinando práticas educativas testadas e comprovadas com tecnologia de ponta, podemos criar sistemas escolares mais resistentes e solidários onde todos os alunos têm a oportunidade de ter sucesso. Chegou o momento de adotar estas inovações e construir um cenário educativo que não deixe nenhum aluno para trás.

Referências

1. Abd-Alrazaq, A., Alajlani, M., Ahmad, R., AlSaad, R., Aziz, S., Ahmed, A., ... Sheikh, J. (2024). O desempenho da IA vestível na deteção de stress entre estudantes: Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Medical Internet Research*, 26(1). <https://doi.org/10.2196/52622>
2. Alexios-Fotios A. Mentis, Lee, D., & Roussos, P. (2024). Aplicações da inteligência artificial e da aprendizagem automática para a deteção do stress: uma visão crítica. *Molecular Psychiatry*, 29, 1882-1894.
3. Anwar, A., Rehman, I. U., Nasralla, M. M., Khattak, S. B. A., & Khilji, N. (2023). As emoções são importantes: A Systematic Review and Meta-Analysis of the Detection and Classification of Students' Emotions in STEM during Online Learning (Uma revisão sistemática e meta-análise da deteção e classificação das emoções dos alunos em STEM durante a aprendizagem em linha). *Ciências da Educação*, 13(9). <https://doi.org/10.3390/educsci13090914>
4. Azizah, Z., Ohyama, T., Zhao, X., Ohkawa, Y., & Mitsuishi, T. (2024). Previsão de alunos em risco na fase inicial de um curso de aprendizagem mista através da aprendizagem automática utilizando dados limitados. *Computadores e Educação: Inteligência Artificial*, 7(junho), 100261. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100261>
5. Baneres, D., Rodríguez-Gonzalez, M. E., & Guerrero-Roldan, A. E. (2023). Um modelo preditivo em tempo real para identificar a desistência de cursos no ensino superior online. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 16(4), 484-499. <https://doi.org/10.1109/TLT.2023.3267275>
6. Bañeres, D., Rodríguez-González, M. E., Guerrero-Roldán, A. E., & Cortadas, P. (2023). Um sistema de alerta precoce para identificar e intervir nos alunos que abandonam a escola em linha. *Revista Internacional de Tecnologia Educativa no Ensino Superior*, 20(1). <https://doi.org/10.1186/s41239-022-00371-5>
7. Brand C, E. J., Gabriel Ramirez, V. M., Diaz, J., & Moreira, F. (2024). Rumo à sustentabilidade educativa: Um sistema de IA para identificar e prevenir o abandono escolar. *Revista Iberoamericana de Tecnologias Del Aprendizaje*, 19, 100-110. <https://doi.org/10.1109/RITA.2024.3381850>
8. Chao Du, C. L., Balamurugan, P., & Selvaraj, P. (2021). Esquema de monitoramento de saúde mental baseado em aprendizado profundo para estudantes universitários usando rede neural convolucional. *Jornal Internacional sobre Ferramentas de Inteligência Artificial*, 30(06n08).
9. Ciolacu, M., Tehrani, A. F., Binder, L., & Svasta, P. M. (2018). Educação 4.0 - Ensino Superior assistido por Inteligência Artificial: Sistema de reconhecimento precoce com Machine Learning para apoiar o sucesso dos alunos. 2018 IEEE 24th International Symposium for Design and Technology in Electronic Packaging (SIITME), (MI), 234-238. IEEE.
10. Dharmalingam, R., Baskar, S., & Ataulah, S. T. (2023). Um quadro para prever os alunos em risco utilizando a IA: um estudo de caso. *Actas - Conferência Fronteiras na Educação, FIE*, 1-5. <https://doi.org/10.1109/FIE58773.2023.10343232>
11. Embarak, O. H., & Hawarna, S. (2024). Melhorar o sucesso dos alunos com o RADAR alimentado por XAI: um sistema automatizado baseado em IA para a deteção precoce de alunos em risco. *Procedia Computer Science*, 231(2023), 151-160. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.12.187>
12. Gedam, S., & Paul, S. (2021). Uma revisão sobre a deteção de stress mental utilizando sensores vestíveis e técnicas de aprendizagem automática. *IEEE Access*, 9, 84045-84066. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3085502>
13. Joshi, M. L., & Kanoongo, N. (2022). Deteção da depressão utilizando inteligência artificial emocional e aprendizagem automática: Uma análise mais aprofundada. *Materials Today: Proceedings*, 58, 217-226. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.01.467>
14. Khare, S. K., Blanes-Vidal, V., Nadimi, E. S., & Acharya, U. R. (2024). Reconhecimento de emoções e inteligência artificial: Uma revisão sistemática (2014-2023) e recomendações de investigação. *Information Fusion*, 102(setembro 2023), 102019. <https://doi.org/10.1016/j.inffus.2023.102019>
15. Kim, Y., Soyata, T., & Behnagh, R. F. (2018). Rumo a uma sala de aula inteligente com IA sensível às emoções: Questões actuais e direcções para a engenharia e a educação. *IEEE Access*, 6, 5308-5331. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2791861>

16. Liu, J., & Wang, H. (2022). Análise da Saúde Mental e Emoção Educacional Baseada em Aprendizagem Profunda e Otimização de Inteligência Computacional. *Frontiers in Psychology*, 13(junho), 1-7. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.898609>
17. Liu, S., Zhang, Y., Zhao, L., & Liu, Z. (2024). Detecção de stress académico com base em dados de várias fontes: uma revisão sistemática de 2012 a 2024. *Ambientes de aprendizagem interactivos*, 1-27. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/10494820.2024.2387744>
18. Marengo, A. Pagano, A. Pange, J. & Soomro, K.A. (2023). O valor educativo da inteligência artificial no ensino superior: uma revisão sistemática da literatura ao longo de dez anos. *Tecnologia Interactiva e Educação Inteligente*, 21(4), 625-644. <https://doi.org/10.20944/preprints202311.0055.v1>
19. Mahligawati, F., Allanas, E., Butarbutar, M.H. & Nordin N.A.N. (2023). Inteligência artificial no ensino da física: uma revisão exaustiva da literatura. *Journal of Physics Conference Series*, 2596(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2596/1/012080>
20. Mittal, U. Sai, S., Chamola V. & Sangwan, D. (2024). Uma revisão exaustiva da IA generativa para a educação. *IEEE Access*, 12, 142733-142759. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3468368>
21. Nie, J., & Ahmadi Dehrashid, H. (2024). Avaliação do insucesso dos alunos no ensino superior através de uma estratégia inovadora de sistema fuzzy combinada com algoritmos de otimização e IA. *Heliyon*, 10(7), e29182. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e29182>
22. Panda, M., Sharma, A., & Jaiswal, G. (2024). Avaliação do bem-estar cognitivo: A Comprehensive Review of Deep Learning and Machine Learning Approaches for Mental Stress Detection in the Digital Age (Uma revisão abrangente das abordagens de aprendizagem profunda e de aprendizagem automática para a deteção de stress mental na era digital). *Actas da 14.ª Conferência Internacional sobre Computação em Nuvem, Ciência e Engenharia de Dados, Confluence 2024*, 668-673. <https://doi.org/10.1109/Confluence60223.2024.10463296>
23. Pek, R. Z., Ozyer, S. T., Elhage, T., Ozyer, T., & Alhajj, R. (2023). O papel da aprendizagem automática na identificação de alunos em risco e na minimização do insucesso. *IEEE Access*, 11, 1224-1243. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3232984>
24. QuadC. 20 de fevereiro.
25. Roshanaei, M., Olivares, H. & Lopez, R.R. (2023). Aproveitar a IA para promover a equidade na educação: oportunidades, desafios e estratégias emergentes. *Journal of Intelligent Learning Systems and Applications*, 15(04), 123-143. <https://doi.org/10.4236/jilsa.2023.154009>
26. Schleiss, J., Laupichler, M.C., Rapuach, T. & Stober, S. (2023). Quadro de planeamento da conceção de cursos de IA: desenvolvimento de cursos de ensino de IA específicos de um domínio. *Ciências da Educação*, 13(9), 954. <https://doi.org/10.3390/educsci13090954>
27. Shoaib, M., Sayed, N., Singh, J., Shafi, J., Khan, S., & Ali, F. (2024). Preditor de sucesso dos alunos com IA: Melhorar a aprendizagem personalizada nos sistemas de gestão do campus. *Computers in Human Behavior*, 158(maio), 108301. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2024.108301>
28. Singh, M., Bharti, S., Kaur, H., Arora, V., Saini, M., Kaur, M., & Singh, J. (2022). Uma estrutura abrangente baseada em expressões faciais e vocais para monitorar o estresse do aluno em tempo real em um ambiente IoT-Fog-Cloud. *IEEE Access*, 10, 63177-63188. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3183077>
29. Tiwari, S., & Agarwal, S. (2021). Um modelo híbrido baseado em redes neurais artificiais para a deteção de stress generalizado em estudantes utilizando a resposta galvânica da pele e sinais de eletrocardiograma. *Big Data*, 9(6). <https://doi.org/https://doi.org/10.1089/big.2020.0256>
30. Ujkani, B., Minkovska, D., & Hinov, N. (2024). Previsão do sucesso do curso e identificação precoce de alunos em risco utilizando inteligência artificial explicável. *Eletrónica (Suíça)*, 13(21), 1-24. <https://doi.org/10.3390/electronics13214157>
31. Vistorte, A. O. R., Deroncele-Acosta, A., Ayala, J. L. M., Barrasa, A., López-Granero, C., & Martí-González, M. (2024). Integrar a inteligência artificial para avaliar as emoções em ambientes de aprendizagem: uma revisão sistemática da literatura. *Frontiers in Psychology*, 15(junho). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1387089>
32. Zhao, H. (2024). Sistema de Avaliação e Intervenção em Saúde Psicológica para Estudantes de Engenharia Química Baseado em Tecnologia de Computação Emocional. *Journal of Electrical Systems*, 20(3s), 1874-1885. <https://doi.org/10.52783/jes.1727>

