




A APLICAÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL GENERATIVA NO ENSINO DA GEOGRAFIA: PANORAMA ATUAL E PERSPETIVAS FUTURAS

VITOR REIS¹
RUI PEDRO JULIÃO¹
ELISABETE FIEL¹

RESUMO – A utilização da Inteligência Artificial Generativa (*IAGen*) está a ganhar relevância no ensino da Geografia, transformando as práticas pedagógicas através da simulação de fenómenos espaciais, da análise de dados geográficos e da personalização das aprendizagens. Este artigo analisa o impacto da *IAGen* no processo educativo, apresentando exemplos concretos da sua aplicação em diferentes contextos e discutindo as implicações para o papel do professor, que passa de transmissor de conteúdos a facilitador do pensamento crítico. Destaca-se a importância de uma formação docente que promova um uso consciente e integrado da *IAGen*. Conclui-se que o futuro do ensino da Geografia poderá beneficiar significativamente da *IAGen*, desde que as suas potencialidades sejam equilibradas com estratégias pedagógicas que favoreçam o pensamento autónomo e a reflexão crítica.

Palavras-chave: Inteligência Artificial Generativa (*IAGen*); educação geográfica; formação docente.

ABSTRACT – THE APPLICATION OF GENERATIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE TEACHING OF GEOGRAPHY: CURRENT LANDSCAPE AND FUTURE PERSPECTIVES. The use of Generative Artificial Intelligence (GenIA) is gaining relevance in the teaching of Geography, transforming pedagogical practices through the simulation of spatial phenomena, the analysis of geographical data, and the personalization of learning. This article analyzes the impact of GenIA on the educational process, presenting concrete examples of its application in different contexts and discussing the implications for the teacher's role, which shifts from being a content transmitter to a facilitator of critical thinking. The importance of teacher training that promotes a conscious and integrated use of GenIA is emphasized. It is concluded that the future of Geography education could significantly benefit from GenIA, provided that its potential is balanced with pedagogical strategies that foster autonomous thinking and critical reflection.

Keywords: Generative Artificial Intelligence (GenIA); geographic education; teacher training.

DESTAQUES

- A *IAGen* está a redefinir o ensino da Geografia através de metodologias inovadoras.
- A educação geográfica beneficia da *IAGen* ao potenciar aprendizagens mais interativas.
- A formação docente é essencial para integrar a *IAGen* de forma crítica e pedagógica.

1. INTRODUÇÃO

Muita da literatura recente sobre Inteligência Artificial (IA) no ensino abre com a constatação repetida de que a IA está presente em muitas das tecnologias que usamos no quotidiano, muitas vezes sem que disso nos apercebamos ou que as reconheçamos como tal: “A inteligência artificial tornou-se omnipresente na vida dos cidadãos do século XXI” (Crompton & Burke, 2023, p. 2). “A inteligência artificial é a característica

Recebido: 29/06/2025. Aceite: 30/01/2026. Publicado: 11/05/2026.

✉ Vitor Reis: a2021100547@campus.fesh.unl.pt

¹ Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Nova de Lisboa, Avenida de Berna, 26-C, 1069-061, Lisboa, Portugal.

mais significativa da revolução do conhecimento, da tecnologia e das comunicações” (Melnyk *et al.*, 2024, p. 721). Esta presença é indiscutível nos motores de busca na Internet, nas plataformas de gestão académica, nos Sistemas de Controlo de Fronteiras, nos sistemas de condução autónoma e, mais recentemente, em interfaces generativas que produzem texto, código, som e imagem com base em linguagem natural, apenas para referir alguns. No entanto, o reconhecimento e aceitação da disseminação desta tecnologia, estará já, ou não, a transformar também o processo educativo?

Um estudo recente, com o objetivo de analisar as perceções dos professores de Geografia, em Portugal, sobre o impacto da Inteligência Artificial Generativa (*IAGen*) no processo de ensino-aprendizagem concluiu que 60,2% dos inquiridos afirma que o seu nível de familiaridade com a *IAGen* é “fraco”, apesar de 51%, confirmar já ter utilizado ferramentas de *IAGen* na preparação das suas aulas (Reis, 2025). A utilização da IA e da *IAGen* abre espaço para a exploração de novas ideias, a criação de simulações mais complexas e o fomento de debates críticos no contexto educativo. Contribuem para tornar os ambientes de aprendizagem mais ricos e colaborativos que estimulam nos alunos uma forma de pensar mais autónoma e interligada entre diferentes áreas do saber (Santos & Ramos Filho, 2025). O estudo de Martins *et al.* (2024), realizado em Portugal com alunos de Mestrado, explorou a utilização da ferramenta *ChatGPT* em contexto de aula. As principais conclusões apontam para uma clara melhoria na compreensão do tema estudado, com a maioria dos alunos a referir que a tarefa solicitada ajudou a aprofundar o entendimento do conteúdo e não apenas a aprender sobre a tecnologia usada. A atividade teve um efeito motivador, despertando entusiasmo e maior envolvimento na aula, especialmente pelo apoio próximo da docente, reforçando o papel fundamental da presença efetiva do professor em aula.

A emergência da *IAGen*, especialmente visível com a difusão de Grandes Modelos de Linguagem (LLM) como o *ChatGPT*, pode representar uma viragem significativa no modo de ensinar, de aprender e de avaliar conhecimento Geográfico e de todas as áreas do saber. A integração da *IAGen* no ensino superior da Geografia abre novas formas de explorar o território através de linguagens e suportes diferenciados para lá dos mapas interativos, imagens de satélite ou vídeos 360°. Estes recursos ajudam a aprofundar a leitura dos fenómenos geográficos e estimulam uma análise mais crítica do espaço. Para que cumpram esse potencial, é indispensável que professores e alunos desenvolvam um conjunto de competências digitais, técnicas e éticas (Chiu, 2024; Santos & Ramos Filho, 2025). Ou seja, a adoção de ferramentas de *IAGen* requer condições adequadas nas faculdades e formação adequado dos docentes e alunos. A introdução da *IAGen*, representa uma oportunidade de inovação que importa explorar com rigor científico e pedagógico. No desenvolvimento de competências técnicas e analíticas com pensamento crítico e tomada de decisão com base em situações concretas. Nas interpretação e compreensão de práticas educativas complexas, interdisciplinares e ligadas ao território (Lee, 2023; Liu *et al.*, 2025). A criação de conteúdos visuais e narrativos gerados por *IAGen* podem ajudar os alunos a compreender fenómenos complexos, como a transformação das paisagens, os impactos ambientais ou os riscos naturais (Lee *et al.*, 2025). A *IAGen* surge também como apoio ao trabalho docente, automatizando tarefas de avaliação e libertando tempo para o acompanhamento individual dos alunos (Melnyk *et al.*, 2024).

Embora os primeiros sinais de transformação digital na educação tenham surgido com as plataformas de *e-learning* e com os sistemas de gestão da aprendizagem (LMS), é com a *IAGen* que se atinge um novo patamar transformador e de grande impacto no processo Ensino-Aprendizagem. Este processo encaixa-se na transição de uma pedagogia digital para uma pedagogia algorítmica, em que o papel do professor deixa a posição de autoridade exclusiva, reconfigurando-se como facilitador e curador numa rede expandida de saberes humanos e artificiais (Pratschke, 2024). Importa clarificar o conceito de Pedagogia Algorítmica de Raffaghelli (2024, p. 98) define-a como o “acesso e uso de grandes quantidades de dados digitais, para, através do uso de algoritmos, adotar automatismos educativos”. De acordo com a autora, em vez de apenas digitalizar as aulas, a pedagogia algorítmica assenta na recolha massiva de dados e em decisões tomadas por algoritmos. Isso acarreta riscos, uma vez que o conhecimento é convertido em métricas e visualizações; podendo o papel do professor ficar condicionado por automatismos e pela orientação dos dados. A tecnologia deixa de ser um instrumento para se tornar um dispositivo mediador que exige políticas de utilização, participação e capacitação para a sua utilização e interpretação crítica.

O acesso ao conhecimento é hoje significativamente mais rápido e generalizado do que no início do século XX, impulsionado pelo exponencial desenvolvimento tecnológico. A figura 1 apresenta uma Linha Cronológica da Inovação Tecnológica no Contexto Educativo, desde 1920. A Tecnologia como facilitadora na disseminação e no acesso ao conhecimento. Nesta representação estão algumas das tecnologias, que os professores integraram nas suas práticas de ensino e que provocaram mudanças significativas nos sistemas educativos (Luterbach, 2024).



Fig. 1 – Linha Cronológica da Inovação Tecnológica no Contexto Educativo.

Fig. 1 – Timeline of Technological Innovation in the Educational Context.

Fonte: Os autores

A utilização da *IAGen* tem vindo a permitir o desenvolvimento de simuladores geográficos que colocam os alunos em contacto direto com representações mais realistas e interativas dos fenómenos espaciais. Um exemplo ilustrativo é apresentado por Duan *et al.* (2025) que propõem um modelo pedagógico inovador, assente na combinação entre visualizações em realidade mista e algoritmos generativos. Esta abordagem visa fomentar uma aprendizagem mais experimental e imersiva, contribuindo significativamente para o enriquecimento do conhecimento geográfico e para o envolvimento ativo dos estudantes nas suas aprendizagens.

O presente artigo tem como objetivo central analisar as possibilidades de aplicação da *IAGen* no ensino da Geografia, identificando práticas pedagógicas emergentes, perspetivas futuras e os principais desafios que se colocam à sua adoção em contexto educativo. São abordadas, neste sentido, três dimensões essenciais: a forma como a IA está a ser integrada na educação de modo transversal; exemplos concretos de utilização da IA no ensino da Geografia, em diferentes níveis de ensino; e, por fim, uma reflexão sobre os cenários futuros da IA na educação geográfica.

A elaboração deste artigo contou com o apoio de diferentes ferramentas de *IAGen*, utilizadas de forma crítica e integrada no processo de construção científica. Tal como é trivial recorrer-se a calculadoras para validar cálculos, a corretores ortográficos para garantir que não existem erros ortográficos ou gramaticais ou a ferramentas de tradução para compreender um texto escrito numa língua que não dominamos, também a IA foi aqui utilizada como apoio técnico e cognitivo, ampliando as possibilidades de investigação e redação.

A sua aplicação incluiu: identificação de artigos relevantes numa análise exploratória inicial, formulação de questões comparativas sobre as abordagens metodológicas, organização de estruturas argumentativas, verificação de coerência interna e simulação de contra-argumentos. Em nenhuma destas etapas a IA substituiu o juízo crítico, a seleção de fontes ou a autoria científica. Funcionou antes como um *conciierge* virtual, respondendo a necessidades devidamente enquadradas. Este reconhecimento alinha-se com a perspetiva de Pratschke (2024) que defende uma visão de *co-design* entre humanos e máquinas, recusando abordagens simplistas ou moralizantes quanto ao papel da *IAGen* na produção do conhecimento. O mesmo confirma Furze (2024, p. 6) no início do seu livro *Practical AI Strategies – Engaging with Generative AI in Education*, quando indica “utilizo o *ChatGPT* e outras ferramentas de IA generativa diariamente, incluindo na construção deste livro”, o autor identifica depois todas as tarefas onde explorou o potencial da *IAGen* no seu processo criativo e de automação de processos.

2. INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E EDUCAÇÃO

O advento e integração da IA na educação tem vindo a ganhar forte relevância nos debates políticos, pedagógicos e filosóficos. O relatório da Comissão Europeia sobre os direitos e princípios digitais reconhece explicitamente os riscos associados à utilização de sistemas de IA em contextos educativos, defendendo que a sua aplicação deve ser acompanhada por avaliações rigorosas e garantir sempre o respeito pelos direitos fundamentais, conforme previsto no *Artificial Intelligence Act da EU* (European Commission, 2024). Em novembro de 2023, o Ministério da Educação Austríaco apresentou o programa *eEducation Austria*. Este, abrange iniciativas de formação de professores do ensino básico e secundário, desenvolvimento escolar, utilização pedagógica da *IAGen* e avaliação de *software* educativo, com o objetivo de responder aos desafios e oportunidades da digitalização nas escolas austríacas de forma sustentável e crítica (eEducation, 2023). A monitorização e a aplicação de métodos de avaliação destas ferramentas em escolas austríacas são um dos pontos mais relevantes dentro do projeto e de onde se esperam resultados que permitam compreender as

mais-valias, ou menos-valias, da implementação da *IAGen* nos processos ensino-aprendizagem. Este projeto é um excelente exemplo de como, de forma proativa pode ser pensada a integração de ferramentas de inteligência artificial num sistema educativo.

Na sala de aula, a IA pode ser um estímulo importante para a criatividade de professores e alunos. O seu papel deve ser visto como complementar à ação pedagógica do professor, permitindo explorar novas ideias, desenvolver simulações complexas ou promover reflexões e discussões críticas. A sua utilização potencia um enriquecimento dos ambientes de aprendizagem, integrando recursos multimédia e incentivando dinâmicas colaborativas que desafiam os alunos a pensar de forma mais autónoma e interdisciplinar (Chiu, 2024). Sendo que, exatamente o oposto pode também acontecer, se o uso da IA for inadequado, uma vez que também pode reduzir a iniciativa individual, limitar a originalidade e promover a dependência tecnológica. Kumar *et al.* (2025) demonstram que a *IAGen* ajuda a criatividade convergente em tarefas assistidas (melhor síntese/seleção), mas pode inibir a criatividade divergente ao homogeneizar ideias e reduzir a diversidade. O efeito depende do tipo de tarefa e do grau de intervenção humana; mais do que a tecnologia, é o design pedagógico (quando, como e para quê se usa a IA) que determina se a criatividade é verdadeiramente estimulada ou, pelo contrário, está a ser limitada.

Em Portugal, um estudo de 2025, com professores do ensino básico e secundário revelou uma atitude maioritariamente favorável à introdução da inteligência artificial no contexto educativo: os professores, afirmaram estar dispostos a integrar estas ferramentas no seu trabalho, desde que exista apoio e condições adequadas. Estes reconhecem o contributo que a IA pode trazer, sobretudo na personalização do ensino e no aumento do envolvimento/motivação dos alunos. Os maiores obstáculos reconhecidos por estes professores vão desde a falta de conhecimento técnico/formação, limitações tecnológicas e a resistência à mudança a nível institucional (Neves & Gonçalves, 2025). O estudo sugere que o interesse demonstrado pelos professores pode ser potenciado através de iniciativas de formação e estratégias de apoio adequadas à realidade escolar, em conjunto com a adequação tecnológica da sala de aula.

As editoras de manuais escolares em Portugal começam a disponibilizar recursos para professores que exploram ferramentas de *IAGen*. Um novo manual da disciplina de Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC) do ensino básico, o *TecnICjúnior 6*, disponibiliza aos professores recursos tutoriais sobre diferentes ferramentas e *IAGen* enquadrando-as com a prática pedagógica, com os conteúdos programáticos da disciplina e com as diferentes áreas de Competência do PASEO (Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória, homologado pelo Despacho n.º 6478/2017, de 26 de julho, do Gabinete do Secretário de Estado da Educação; Roque *et al.*, 2025). Desta forma os professores podem explorar com os seus alunos estes recursos de forma orientada e enquadrada através de metodologias pedagógicas ativas de aprendizagem. Da mesma maneira que formam os seus alunos para as questões da segurança digital. Román Jiménez *et al.* (2024) descrevem a integração de *IAGen* no ensino superior através de técnicas ativas: entrevistas simuladas com personagens geradas por *IAGen* para treino de empatia; debates com análise e contra-argumentação assistidos por IA; narrativas pessoais com geração de imagens e experiências gamificadas. Os resultados do inquérito indicaram elevada aceitação (acima dos 80% para avaliação da utilidade/facilidade) e perceção de ganhos em pensamento crítico e inovação, mantendo o docente como mediador e garantindo uso responsável.

Um estudo recente, realizado no Cazaquistão em 2024, analisou as perceções de alunos, pais e professores do ensino básico e secundário sobre a utilização de ferramentas de IA no contexto educativo. A maioria dos alunos revelou interesse pelas ferramentas de IA, com cerca de 60% a afirmarem gostar de as utilizar, sobretudo para estudar e fazer trabalhos. Também os professores reconheceram o interesse dos alunos nestas ferramentas. Mais de 75% relataram a integração regular da IA nas suas práticas pedagógicas, reconhecendo também um impacto positivo na motivação dos estudantes. Já entre os pais, cerca de 70% mostraram-se favoráveis à utilização destas tecnologias, desde que acompanhada por supervisão adequada. Os autores concluem que a IA pode ser uma aliada importante no apoio à aprendizagem, sobretudo quando usada de forma responsável e crítica. Ainda assim, alertam para os riscos de uma adoção pouco refletida, que possa comprometer a autonomia dos alunos (Uaidullakzy, 2024).

As instituições de ensino superior, em reação aos debates públicos e aos receios éticos e até legais, começaram a criar documentos internos que tentam regular ou estabelecer padrões de utilização de ferramentas de IA pelos alunos, docentes e órgãos administrativos. Um estudo de 2024, analisou de forma crítica a forma como as universidades têm respondido ao uso crescente da *IAGen* no meio académico, sobretudo no que diz respeito à originalidade do trabalho dos alunos. Os autores concluíram que muitas instituições adotam políticas que encaram a IA como uma ameaça à autoria e ao pensamento independente, enquadrando a *IAGen* como apoio externo que pode comprometer a originalidade e o trabalho independente do aluno, levantando questões de integridade académica (Luo, 2024). No entanto, os autores defendem que esta abordagem carece de maior reflexão, sugerindo ser necessário repensar o conceito de originalidade no contexto atual, onde a produção de conhecimento é frequentemente mediada por ferramentas tecnológicas.

Em Portugal, por exemplo, a Universidade Lusófona definiu como regra que é o docente que deve “permitir”, ou não, a utilização de ferramentas de IA pelos seus alunos nas tarefas de avaliação, estabelecendo diretrizes para cada opção (Universidade Lusófona, 2023). A Faculdade de Medicina da Universidade de Lisboa definiu um conjunto de princípios e práticas, que orientam os alunos no sentido de “garantir o acesso equitativo às ferramentas de IA e fomentar uma cultura de uso responsável” (Faculdade de Medicina da Universidade de Lisboa [FMUL], 2025, p. 1).

Estes documentos, centram-se nos receios ligados à errada aplicação das ferramentas de *IAGen* e nas questões éticas da sua exploração. A inclusão de orientações para a integração harmoniosa desta tecnologia e que enquadrassem a sua aplicação na otimização da aquisição de conhecimento e na simplificação de processos, tanto de alunos como de docentes, poderia tornar estes documentos mais relevantes na implementação de políticas eficazes de regulação. Estes deverão definir a postura institucional de banir, regulamentar ou integrar, e alinhar-se com a capacitação em *IAGen* para docentes e alunos. Tendo em conta os riscos, torna-se necessário que as instituições: desenhem programas de formação de professores e alunos, seguindo por exemplo os referenciais da Comissão Europeia o *DigiCompEdu 2.2* (Vuorikari *et al.*, 2022), que criem programas de desenvolvimento personalizados, que se concentrem especificamente nas competências de literacia em IA; promovam trabalho em equipa institucional, criando comunidades de prática ativa; desenhem políticas éticas sobre o uso ético da IA, incluindo revisão e atualização regulares; promovam o desenvolvimento de competências dos alunos, garantindo que estes também adquiram a literacia em IA e que o seu acesso seja equitativo (Tenberga & Daniela, 2024).

Aumentando a sua abrangência, incluindo programas de formação que potenciassessem a utilização da *IAGen* e que simultaneamente sensibilizassem para as questões éticas e de segurança, poderiam envolver toda a comunidade académica. Pelo contrário, posturas demasiado rígidas, ou até desinformadas, podem afastar os estudantes e desperdiçar oportunidades de aprendizagem crítica e inovadora. As instituições de ensino superior podem vir a reconhecer o potencial da IA como instrumento criativo, quando usada com responsabilidade e enquadramento ético.

As metodologias de Aula Magistral, reduzem o papel do professor à mera transmissão de conhecimentos. Estas metodologias limitam os alunos nas suas capacidades de aplicar, analisar, criticar e sintetizar (Ribeiro., 2007). Desta forma estamos a reduzir o papel do professor à mera transmissão de conhecimentos, o que é uma simplificação errada da profissão docente. Se assim fosse, efetivamente a *IAGen* poderia ser vista como uma ameaça direta à profissão. Uma leitura apressada que alguns têm vindo a anunciar, como fez Bill Gates em entrevista no programa da *NBC The Tonight Show Starring Jimmy Fallon*.

Nessa entrevista, o cofundador da *Microsoft* sugere que “a IA vai substituir médicos, professores e muito mais nos próximos 10 anos, tornando os humanos desnecessários para a maioria das coisas” (The Tonight Show Starring Jimmy Fallon, 2025). Esta opinião é contrariada pelo relatório *Future of Jobs 2025* do Fórum Económico Mundial que aponta o foco na requalificação profissional, como literacia digital e competências em tecnologias emergentes e que ampliará a necessidade de educadores com formação especializada (World Economic Forum, 2025). O que está verdadeiramente em causa é, mais uma vez, tal como noutros momentos da história, a redefinição do papel do professor. Agora, num cenário em que a empatia, a mediação humana, o pensamento crítico e a relação pedagógica continuarão a ser insubstituíveis.

Assim, a formação de professores, neste contexto, assume um papel fundamental. Para além de dominarem a sua área científica e as ferramentas digitais, é fundamental que os professores possam desenvolver competências que lhes permitam compreender de forma crítica o papel da IA nos processos ensino-aprendizagem (Duque, *et al.*, 2023). Os autores referem que haverá obstáculos e que alguns serão colocados pelos próprios professores. A resistência à mudança, a escassez de recursos nas escolas e a falta de atualização dos currículos.

No Luxemburgo, o Lycée Aline Mayrisch destaca-se como um exemplo interessante de integração da IA em práticas educativas inovadoras. Embora ainda sem orientações oficiais para o uso destas tecnologias, ferramentas como o *ChatGPT* têm sido utilizadas em sala de aula de forma ponderada, com uma clara preocupação pedagógica e ética. Esta escola tem investido na formação dos professores e promovido a participação dos alunos em projetos que articulam criatividade, tecnologia e reflexão crítica. Trata-se de um caso de estudo que mostra como a IA pode ser integrada no ensino de forma responsável, num ambiente que valoriza a experimentação e o pensamento interdisciplinar (European Schoolnet, 2023).

A nível internacional, são muitos os estudos que apresentam resultados do impacto positivo da IA na personalização das aprendizagens, na adaptação ao ritmo dos alunos e na diversificação das estratégias pedagógicas. Casos como o *Squirrel AI*, na China, demonstram uma redução significativa no tempo necessário para atingir os objetivos de aprendizagem, acompanhada de um aumento na motivação e na autonomia dos estudantes. No Reino Unido, a Open University recorre a sistemas baseados em IA para fornecer *feedback* imediato e orientações adaptadas ao perfil de cada aluno. Nos Estados Unidos, plataformas

como o *Cognitive Tutor* têm vindo a ajustar em tempo real o conteúdo ao desempenho de cada utilizador/aluno (Sumartono *et al.*, 2024).

No plano cognitivo-pedagógico, a *IAGen* deve ser entendida como um apoio e não como substituto do esforço intelectual. Quando usada para automatizar tarefas, como gerar resumos orientadores, perguntas para estudo ativo e *feedback* imediato, pode estimular memória e ajudar a compreensão, sempre que complementa, e não substitua, o contacto com as fontes originais. Em contrapartida, o uso excessivo destas ferramentas desloca o esforço cognitivo, promove codificação superficial e a erosão da memória, e reduz o pensamento crítico e a avaliação, incluindo risco de atrofia cognitiva (Riley *et al.*, 2025). Pedagogicamente, a distinção parece ser clara, se automatizar para libertar tempo de prática intencional e de raciocínio ativo (analisar, avaliar, criar) preserva e treina competências, em contraponto automatizar para substituir o trabalho cognitivo do aluno, degrada-as.

Ou seja, a sobre-dependência deve ser evitada e o controlo e autorregulação devem ser promovidos. Na mesma linha, Roxin (2025) sustenta que o uso intensivo de *IAGen* promove a atrofia cognitiva, reduzindo memória, atenção e esforço cognitivo relevante, com efeitos na capacidade de pensamento crítico e na criatividade. O professor emérito da Universidade Marie et Louis Pasteur assinala ainda que, pedagogicamente, a *IAGen* deve apoiar e não substituir processos nucleares cognitivos, como memorizar, analisar, avaliar e criar, pelo que aos alunos deva ser exigido a verificação independente, comparação de pontos de vista, explicitação de fontes e justificação do raciocínio, mitigando a dependência e preservando a autonomia intelectual.

Os diferentes exemplos, resumidamente apresentados, mostram que a introdução da IA no ensino representa uma mudança estrutural com grandes implicações nas práticas pedagógicas. É neste enquadramento que importa agora observar como estas ferramentas estão a ser exploradas no ensino da Geografia, analisando práticas que articulam inovação tecnológica, pensamento espacial e literacia digital.

3. APLICAÇÕES DA IA NO ENSINO DA GEOGRAFIA

O ensino da Geografia, pelo seu carácter analítico e interdisciplinar, apresenta um enorme potencial para a integração da IA. Ferramentas de *IAGen*, sistemas adaptativos, geradores de mapas e assistentes digitais têm vindo a ser exploradas no suporte às aprendizagens e à aproximação dos alunos aos fenómenos espaciais. São várias as possibilidades pedagógicas que a *IAGen* pode trazer ao ensino da Geografia e são mais ainda os trabalhos recentes que focam a sua atenção no cruzamento desta tecnologia e o ensino da Geografia.

Ao contrário de abordagens genéricas sobre IA na educação, a Geografia aporta um quadro epistemológico próprio que integra pensamento espacial, análise a diferentes escalas e interpretação crítica do território enquanto mediação entre sociedade e ambiente. A *IAGen* potencia estas competências ao formular hipóteses espaciais, articular escalas (local-regional-global) e traduzir dados heterogéneos em narrativas territoriais. São vários esses exemplos que podemos sublinhar: na Climatologia, não se trata apenas de melhorar previsões, é compreender padrões de risco e discutir *trade-offs* sociais e ecológicos (Chen *et al.*, 2023). Nos estudos das migrações, a leitura vai além da deteção de fluxos, implica relacionar trajetórias, contextos e escalas para interpretar causas, fricções e impactos territoriais (Yıldız & Açar, 2024). Na Geografia do Turismo, a *IAGen* suporta modelos de mobilidade e concentração que informam ordenamento e capacidade de carga em diferentes escalas (Kırtıl & Aşkun, 2021). Na Geografia das Florestas e dos Incêndios, combina deteção remota e modelação preditiva com leitura crítica dos usos do solo e resiliência dos ecossistemas (Thapliyal *et al.*, 2023). Na Geografia Humana, a análise de mobilidade, desigualdades e distribuição populacional ganha explicação territorial quando a IA é utilizada para analisar as relações com o espaço e as implicações de políticas públicas (Rudewicz, 2024). Pedagogicamente, isto exige formação específica em literacia territorial com *IAGen*, avaliação do raciocínio espacial crítico e ética dos dados geográficos, alinhando inovação com agência docente e investigação sobre impactos e limites da *IAGen* (Bozkurt *et al.*, 2024; Xiao *et al.*, 2025).

A criação de conteúdos visuais e narrativos pode ajudar os alunos a compreender fenómenos complexos, como a transformação das paisagens, os impactos ambientais ou os riscos naturais. Com a *IAGen*, é possível desenvolver atividades de simulação, nas quais os alunos podem assumir diferentes papéis e discutir temas geoespaciais com base em cenários realistas. É possível ainda, elaboração automática de gráficos, o que permite aos alunos focar a sua atenção na interpretação e análise dos dados. O risco está no uso destas ferramentas de *IAGen* em ambientes de autoaprendizagem, o que pode limitar o desenvolvimento da autonomia e do pensamento crítico dos alunos e agravar desigualdades educativas (Tenberga & Daniela, 2024). Ou seja, o papel do professor, efetivamente capacitado para explorar de forma pedagógica a *IAGen*,

pode ser a chave para uma integração que promova verdadeiramente as aprendizagens. Outro aspeto com grande potencial é a personalização das aprendizagens, já que estas ferramentas podem adaptar a apresentação dos conteúdos ao ritmo, ao nível de conhecimento e aos interesses de cada aluno. Estas aplicações abrem espaço para práticas pedagógicas mais dinâmicas, centradas no aluno e ajustadas ao mundo digital em que vivem (Lee *et al.*, 2025).

Um estudo Sul Coreano de 2023, eminentemente prático e objetivo, apresentou quatro exemplos de investigação geoespacial, entre os quais um com integração da *IAGen*. Nesse exemplo os alunos recorreram à *IAGen* para criar, com base em dados reais, um mapa interativo da distribuição de turbinas eólicas na Coreia do Sul. Através da recolha de dados gratuitos e do uso do *ChatGPT* para gerar código em *Python*, foram capazes de visualizar padrões espaciais e compará-los com fontes oficiais. Esta atividade, articulou competências técnicas com pensamento crítico e tomada de decisão, exemplificando o potencial da *IAGen* na promoção de aprendizagens em Geografia (Lee, 2023).

Um outro estudo, de 2023, apresenta várias formas de integrar *IAGen* no ensino da Geografia a alunos com necessidades educativas especiais. Numa articulação da *IAGen* e do *Google Maps*, os alunos exploraram áreas urbanas e rurais, e utilizaram a *IAGen* para descrever padrões espaciais e criar roteiros temáticos. Combinaram ainda imagens do *Street View* com explicações produzidas automaticamente e redigiram pequenos relatórios com base nos dados recolhidos, avaliando criticamente a utilidade e fiabilidade dos textos gerados pela *IAGen*. O estudo concluiu que a integração do *Google Earth* e da *IAGen* no ensino da Geografia traz benefícios significativos para alunos com necessidades educativas especiais, e que as atividades desenvolvidas reforçam o pensamento geográfico e a autonomia destes alunos (Lestyono *et al.*, 2024).

Um estudo apresentado em 2025, foca a sua atenção na utilização da ferramenta *ERNIE Bot* (Enhanced Representation through kNowledge IntEgration) no ensino da Geografia. Este evidencia o potencial das ferramentas de *IAGen* para enriquecer as experiências de aprendizagem em contexto de ensino-aprendizagem. Este LLM foi aplicado num projeto educativo centrado nos habitats das aves migratórias da região do Mar Amarelo, proporcionando aos alunos acesso facilitado a dados atualizados, simulações e apoio na elaboração de relatórios. A *IAGen* funcionou como mediadora entre a observação direta e a análise espacial, permitindo aos alunos explorar relações ecológicas e dinâmicas territoriais com maior profundidade. O recurso ao *ERNIE Bot* revelou-se, desta forma, útil no desenvolvimento de competências como a interpretação de dados ambientais, a articulação entre escalas locais e globais e o reforço da literacia geográfica, sem substituir o papel ativo dos alunos na construção do conhecimento (Liu *et al.*, 2025). De facto, este é um exemplo concreto de como a *IAGen* pode ser integrada de forma pedagógica e simultaneamente crítica, com um contributo positivo em práticas educativas complexas, interdisciplinares e ligadas ao território.

A integração de Realidade Aumentada (RA), Realidade Virtual (RV) e Realidade Mista (RM) tem vindo a revelar-se particularmente promissora para o ensino da Geografia. Desenvolvida como um ambiente educativo híbrido, a *VirtualGeo* combina visualizações geográficas em 3D com a interação contínua de um assistente baseado em IA, permitindo aos alunos explorar conceitos espaciais de forma imersiva e personalizada. Esta abordagem potencia a aprendizagem ativa, favorece a autonomia e promove uma relação direta com os conteúdos. Os alunos podem colocar de forma direta perguntas à IA, esclarecer dúvidas em tempo real e interagir e manipular mapas e modelos que respondem aos seus movimentos e escolhas (Duan *et al.*, 2025). Os resultados do estudo apresentado por estes autores indicam melhorias claras ao nível do conhecimento geográfico e da produção cartográfica, bem como um aumento significativo da motivação dos participantes. Trata-se, portanto, de uma abordagem inovadora com potencial para revolucionar o modo como se ensina e aprende Geografia, aproximando, de novo, os alunos das dinâmicas do território de forma envolvente, potenciando as análises críticas.

A aplicação da *IAGen* ao ensino da Geografia é já uma realidade em diversos contextos educativos, como demonstrado no sistema educativo vietnamita. No âmbito do programa nacional de 2018, a IA tem sido usada para reforçar aprendizagens em diversas áreas do conhecimento Geográfico, da climatologia e dos desastres naturais, do urbanismo e fluxos migratórios. O contributo da IA no ensino da Geografia neste país, alinha-se com a restante literatura que cruza IA e o ensino. Garante a possibilidade de adaptar os conteúdos ao ritmo e ao perfil de cada aluno, tornando a aprendizagem mais personalizada e eficaz. Além disso, o acesso a grandes quantidades de dados geográficos em tempo real, a integração de imagens de satélite e a criação de simulações permitem que os alunos desenvolvam competências técnicas e analíticas com base em situações concretas. A IA surge também como apoio ao trabalho docente, automatizando tarefas de avaliação e libertando tempo para o acompanhamento individual dos alunos (Melnyk *et al.*, 2024). Este estudo reforça a ideia de que, quando bem integrada, a IA pode enriquecer o ensino da Geografia.

Apesar de a *IAGen* estar a abrir novas perspetivas no ensino da Geografia, é essencial refletir sobre os seus limites e implicações. A ideia simplista de que os *chatbots* funcionam como meras “calculadoras de

bolso”, pode levantar grandes problemas morais e éticos, pois, estas ferramentas podem afetar diretamente o desenvolvimento de competências cognitivas complexas, como a análise crítica, a avaliação e a criação. Com base num inquérito dirigido a professores universitários de Geografia e Ciências da Informação Geográfica nos Países Baixos, foi verificado que muitas das respostas fornecidas pelo *ChatGPT* seriam suficientes para obter aprovação em exames, mesmo em níveis exigentes da Taxonomia de Bloom, “classificação dos objetivos de aprendizagem educacional em níveis de complexidade e especificidade”. No entanto, essas mesmas respostas, apesar de geralmente corretas, carecem por vezes de concisão e clareza, levantando questões sérias sobre a fiabilidade da avaliação, já que se torna difícil separar o que é trabalho do aluno e o que resulta da intervenção da IA (Scheider *et al.*, 2023). Este exemplo reforça, portanto, a necessidade de se criarem sistemas de formação e avaliação, focados na literacia em IA, na exploração transparente dos processos de construção do conhecimento e na criação de tarefas que avaliem o raciocínio, a autoria e o conhecimento dos alunos.

A integração da *IAGen* no ensino de diferentes áreas da Geomática surge como uma oportunidade para melhorar a análise de dados espaciais e preparar os alunos para o mercado de trabalho em tecnologias Geoespaciais. Entre os principais contributos identificados está o uso de *IAGen* para otimizar o processamento de grandes volumes de dados, como imagens de satélite, facilitando a identificação automática de padrões e a classificação de elementos geográficos. As plataformas educativas baseadas em *IAGen* personalizam a aprendizagem, ajustando conteúdos ao progresso e necessidades de cada aluno, promovendo assim um ensino mais orientado e eficaz (Retscher, 2024). Na Geomática, a *IAGen* desenvolve, assim, competências técnicas avançadas, mas também aprofunda a capacidade analítica dos alunos ao lidar com problemas espaciais complexos.

As experiências apresentadas mostram como a Inteligência Artificial pode contribuir para um ensino da Geografia inovador, dinâmico, adaptado e motivador. Embora tenham sido deixados de fora outros casos igualmente relevantes, os exemplos analisados permitem perceber que o valor da *IAGen* depende muito da forma como é integrada e do papel que o professor assume nesse processo.

4. PERSPETIVAS FUTURAS E DESAFIOS

A Plataforma *There's An AI For That* (<https://theresanaiforthat.com/>), registava a 10 de junho 2025, 38 819 ferramentas de IA disponíveis na *World Wide Web*. São mais 11 757 que no início do ano, representando um crescimento diário de mais de 60 destas ferramentas. A crescente utilização da IA por parte dos alunos tem gerado apreensão entre docentes e investigadores, sobretudo no que toca à autonomia, à capacidade de resolver problemas de forma independente, à iniciativa e à atitude na investigação. Há quem alerte para o risco de uma dependência excessiva destas ferramentas, que pode comprometer o envolvimento ativo com os conteúdos e favorecer aprendizagens superficiais. O acesso imediato a respostas fornecidas por sistemas de *IAGen* pode levar os alunos a deixar de lado o pensamento crítico e diminuir o conhecimento a longo prazo. Acrescem questões éticas relacionadas com a autoria e a integridade académica (O'Donnell *et al.*, 2024). A aprendizagem superficial descreve abordagens centradas em memorização mecânica, “estudar para os testes” e foco em baixa complexidade cognitiva, frequentemente induzidas, por exemplo, pelos formatos de avaliação como escolha múltipla. As formas de avaliação como ensaios/portefólios tendem a promover processos mais profundos e divergentes (Biggs, 1999). A *IAGen* pode então, favorecer as autoaprendizagens ao suportar a Metacognição. Entende-se por Metacognição apoiada por IA, como o uso de sistemas de IA para estimular o ciclo planear/monitorizar/avaliar da aprendizagem, através de *prompts* e *feedback* que tornam visíveis as estratégias do aluno (Azevedo & Alevén, 2013). Caberá, como já aqui referido, através de exemplos, às instituições educativas definirem orientações claras sobre a forma de avaliar os seus alunos e o uso adequado da IA.

A utilização informada e consciente da *IAGen* passará pela de métodos de avaliação, de forma que estes valorizem as competências que não possam ser facilmente substituídas ou dissimuladas por estas ferramentas. Por outro lado, será importante que a investigação nesta área, consiga responder a questões importantes como “as tecnologias de IA estão a apoiar a intervenção humana na aprendizagem ou a substituí-la?” ou “a tecnologia está a considerar as complexidades das interações humanas ou a reduzir esses processos a versões simplificadas?” (United States Department of Education, 2023 p. 50).

Transpondo estas questões para o ensino da Geografia, será importante perceber o papel da *IAGen* enquanto apoio ou substituta da ação docente no decorrer do processo Ensino-Aprendizagem da Geografia.

Embora estas tecnologias possam enriquecer a análise geoespacial, haverá o perigo da excessiva simplificação de fenómenos complexos e a redução do envolvimento crítico dos alunos, limitando a compreensão das relações territoriais e das suas diferentes variáveis? Competências como Raciocínio

Espacial, fundamentas no estudo e na análise Geográfica, assentam na análise de relações espaciais e na interpretação de padrões através do recurso a mapas, imagens e a Sistemas de Informação Geográfica (Yalçın *et al.*, 2025). Pedagogicamente traduz-se em ir mais além do que “saber operar um *software*”. Os autores desenvolveram e validaram um teste específico de raciocínio espacial (*Spatial Thinking Skills Test – STST*) sublinhando que o que se deve ensinar e avaliar é a capacidade de pensar espacialmente, não a mera execução técnica.

Estas e outras questões são fulcrais para que a implementação da *IAGen* no ensino Geográfico possa não só potenciar as aprendizagens dos alunos como auxiliar verdadeiramente os professores nas suas tarefas letivas, como demonstram alguns dos estudos já aqui referidos.

Num futuro onde os avanços tecnológicos da RA e da RV permitam reduzir substancialmente os seus custos de utilização, aumentando a sua acessibilidade, o ensino da Geografia poderá beneficiar amplamente da integração destas tecnologias, sobretudo quando articuladas com *IAGen*. Estas ferramentas abrem novas possibilidades para a exploração de ambientes distantes, a análise detalhada de dados espaciais e a recriação de cenários de desastres naturais em contextos virtuais imersivos (Jantanukul, 2024).

Desta forma os conteúdos tornam-se mais acessíveis e interativos, e podem potenciar o desenvolvimento de competências analíticas através da interação com mapas em três dimensões e da participação em atividades colaborativas. Quando alimentadas por *IAGen* estas ferramentas permitem a análise em tempo real de dados geoespaciais, fornecendo *feedback* imediato aos alunos enquanto estes exploram ambientes virtuais ou simulam fenómenos naturais, enquanto, adapta os conteúdos às necessidades individuais dos alunos. Há, no entanto, um alerta que tem de ser sublinhado “isso exige um investimento considerável de tempo e conhecimento por parte do professor na preparação das aulas” (Matkovič, 2024 p. 46).

Parece, portanto, que será necessário investir numa formação docente que favoreça uma abordagem crítica, criativa, pedagógica, ética, reflexiva e tecnicamente fundamentada da *IAGen* e que prepare os professores para integrarem estas tecnologias de forma consciente e alinhada nos processos ensino-aprendizagem.

O modelo de formação Substituição, Aumento, Modificação e Redefinição (SAMR) propõe uma abordagem progressiva, permitindo que os docentes comecem por tarefas mais simples, como a substituição de métodos tradicionais por ferramentas digitais, e avancem gradualmente para práticas mais inovadoras que transformam a aprendizagem.

Por outro lado, o modelo Conhecimento Tecnológico, Pedagógico e do Conteúdo (TPACK) sublinha a importância de um equilíbrio entre o domínio da tecnologia, a intencionalidade pedagógica e o conhecimento da disciplina (Pratschke, 2024). Na conferência Internacional subordinada ao tema Inteligência Artificial na Educação, organizada pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) em Paris, foram apresentados dois *frameworks*, tendo como objetivo “orientar os países no apoio a alunos e professores para compreenderem tanto o potencial como os riscos da IA, de forma a envolverem-se com ela de maneira segura, ética e responsável, dentro e fora da educação” (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura [UNESCO], 2024, p. 8). Os *AI Competency Frameworks* da UNESCO são um roteiro prático para integração da *IAGen* na educação com qualidade e equidade. Para os docentes, orientam formação contínua, desenho pedagógico e avaliação com foco em ética e melhoria das aprendizagens; para os alunos, definem conhecimentos, atitudes e capacidades para usar e co-criar com *IAGen* de forma crítica e responsável. Em conjunto, podem ser ferramentas muito úteis para os *stakeholders* e que ajudam a alinhar currículos, políticas e certificação, evitando usos acrílicos da tecnologia e promovendo literacia em IA como parte da cidadania digital e científica.

Qualquer que seja a abordagem formativa, pretende-se que “nova” formação docente aponte o caminho para o uso consciente e criativo da IA. Que ajudem os professores a desenvolver as competências que vão para além do uso técnico e que promovam experiências de aprendizagem significativas para o seu desempenho profissional. Será, portanto, importante desenvolver competências que permitam aos professores trabalhar com confiança nos novos ambientes pedagógicos: colaboração, essencial para promover trabalho em equipa em contextos digitais; criatividade, para que possa explorar e desenvolver ideias inovadoras e “fora da caixa”; pensamento crítico, pensar além dos dados e das fontes; comunicação, o domínio de diferentes técnicas e tecnologias para interagir de forma clara e eficaz nos novos ambientes de aprendizagem (Priya, 2024).

Existem, no entanto, vários riscos para o uso indiscriminado da *IAGen* na educação Geográfica. Distorções pedagógicas decorrentes poderão resultar num ensino mecanizado e despersonalizado. A falta de preparação dos professores, sempre a formação docente, para integrar essas tecnologias pode acentuar lacunas metodológicas, comprometer a qualidade das aprendizagens e limitar o potencial formativo da *IAGen* em contextos educativos (Miller, 2023). Carrasco-Sáez (2025), num estudo com alunos universitários em

Espanha, aponta para questões como a literacia em *IAGen* para treinar *prompting* eficaz, como forma de melhorar a qualidade das respostas de ferramentas de *IAGen* como o *ChatGPT*. Al-Zahrani (2024) recomenda, para se evitar a redução da interação humana nas relações professor-aluno, implementar a *IAGen* como extensão do professor e não seu substituto. O autor indica que se devem preservar rotinas de interação presencial e colaborativa, investir em formação docente para mediação com *IAGen*.

No ensino da Geografia, o potencial da *IAGen* estará na sua capacidade de proporcionar análises avançadas de dados espaciais e na criação de cenários interativos para explorar dinâmicas territoriais, sem que com isso se comprometa o papel do docente de facilitador e elo entre aluno e conhecimento geográfico. Aparentemente um paradoxo, a formação de professores em *IAGen* poderá reforçar a importância das relações interpessoais na educação. Sem a devida formação os professores não poderão fortalecer os aspetos da educação onde o fator humano é, ainda, indispensável, nas áreas onde a IA é limitada, levando à negligência das dimensões mais críticas da educação (Yeşiltaş, 2024). O papel do docente continua a ser indispensável nas dimensões humanas, éticas e sociais, como a empatia e a transmissão de valores.

No futuro, o ensino da Geografia poderá ser transformado pela aplicação da *IAGen*, potenciando a análise de dados geoespaciais e permitindo que os alunos explorem padrões climáticos, urbanos e populacionais de forma mais precisa e aprofundada. A IA terá um papel central na abordagem de questões globais, como a previsão de desastres naturais e a monitorização dos impactos ambientais da urbanização, capacitando os alunos a utilizar o conhecimento geográfico na resolução de problemas reais (Rakuasa, 2023). A personalização da aprendizagem, aliada a projetos colaborativos globais, poderá criar oportunidades para um ensino mais integrado, crítico e orientado para a compreensão das dinâmicas territoriais, incentivando uma visão sistémica e interdisciplinar do espaço geográfico.

Tendo em conta todas estas possibilidades, foi solicitado ao *ChatGPT* que gerasse uma imagem de uma sala de aula de Geografia do ensino universitário, num futuro próximo, onde se pudesse visualizar a integração da *IAGen*. A imagem resultante (fig. 2) reforça visualmente esse potencial e ilustra um cenário em que as tecnologias emergentes e a *IAGen* coexistem numa prática pedagógica colaborativa e significativa.



Fig. 2 – Sala de aula de Geografia do ensino Universitário, num futuro próximo, com integração de *IAGen*.

Fig. 2 – University Geography classroom in the near future, with Generative AI integration.

Fonte: OpenAI, ChatGPT

5. CONCLUSÃO

A utilização da *IAGen* no ensino da Geografia está a transformar as práticas pedagógicas, proporcionando novas abordagens para a análise de dados espaciais, simulações e experiências de aprendizagem mais imersivas. É fundamental que esta integração seja acompanhada por uma formação adequada dos docentes, de modo a garantir um uso consciente e crítico da tecnologia. A dependência excessiva da *IAGen* pode potenciar a superficialidade das aprendizagens. Será, pois, importante que, neste

contexto de transformação do paradigma dos processos ensino-aprendizagem em Geografia, o professor garanta a mediação pedagógica e estimule o pensamento crítico dos alunos. Zoumpoulidi *et al.* (2024), propõem a utilização da Taxonomia de Bloom como estrutura para orientar o uso educativo da IAGen. Ao relacionar os diferentes níveis cognitivos com tipos específicos de *prompts*, os autores demonstram como a IAGen pode apoiar desde tarefas simples até processos criativos e analíticos. Esta abordagem reforça o papel do professor como mediador, promovendo aprendizagens mais profundas e orientadas pedagogicamente.

Um estudo de 2023 contribui de forma relevante para o debate sobre o futuro papel da IAGen no ensino. Os seus autores propõem 4 caminhos possíveis para lidar com os novos desafios pedagógicos: redefinir os objetivos de aprendizagem, adaptar os ambientes de avaliação, acompanhar de perto os processos formativos ou, em última instância, restringir o uso destas ferramentas (Scheider *et al.*, 2023). Destas opções a mais difícil de implementar será a restrição, pois os alunos e professores estarão sempre expostos a esta tecnologia dentro e fora das instituições de ensino. Independentemente da opção seguida, o futuro da educação geográfica passará inevitavelmente por uma abordagem pedagógica mais exigente, que consiga articular tecnologia com reflexão e pensamento crítico.

Será importante investir em modelos de avaliação que valorizem o raciocínio próprio dos alunos e desenvolver estratégias de ensino que promovam autonomia intelectual. Mais do que proibir ou adotar cegamente a IAGen, o desafio estará em construir ambientes de aprendizagem onde a inteligência humana e a artificial se complementem de forma equilibrada, ética e sobretudo pedagógica. O foco deverá estar na construção de ambientes em que a IAGen potencie o pensamento espacial, o conhecimento geográfico, a interpretação crítica do território e a análise multi-escala, assegurando a ética dos dados e a finalidade pedagógica.

DECLARAÇÃO DE INTERESSES


Os autores declaram que não possuem conflitos de interesse financeiros, comerciais ou pessoais que possam influenciar os resultados ou a interpretação desta pesquisa. Este trabalho foi conduzido de forma independente, sem financiamento externo ou qualquer relação que possa gerar potenciais conflitos.


CONTRIBUTOS DOS/AS AUTORES/AS

Vitor Reis: Conceptualização, Metodologia, Redação – preparação do esboço original. **Rui Pedro Julião:** Redação – revisão e edição, Supervisão. **Elisabete Fiel:** Redação – revisão e edição, Supervisão.

ORCID

Vitor Reis  <https://orcid.org/0009-0007-0844-9055>

Rui Pedro Julião  <https://orcid.org/0000-0002-5625-9965>

Elisabete Fiel  <https://orcid.org/0000-0002-3069-7481>

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Al-Zahrani, A. M. (2024). Unveiling the shadows: Beyond the hype of AI in education. *Heliyon*, 10(9), e30696. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e30696>
- Azevedo, R., & Aleven, V. (2013). *International handbook of metacognition and learning technologies*. Springer.
- Biggs, J. (1999). *Teaching for quality learning at university*. SRHE & Open University Press.
- Bozkurt, A., Xiao, J., Farrow, R., Bai, J. Y. H., Nerantzi, C., Moore, S...Asino, T. I. (2024). *The Manifesto for Teaching and Learning in a Time of Generative AI: A Critical Collective Stance to Better Navigate the Future*. *Open Praxis*, 16(4), 487-513. <https://doi.org/10.55982/openpraxis.16.4.777>
- Carrasco-Sáez, J. L., Contreras-Saavedra, C., San-Martín-Quiroga, S., Contreras-Saavedra, C. E., & Viveros-Muñoz, R. (2025). Analyzing higher education students' prompting techniques and their impact on ChatGPT's performance: An exploratory study in Spanish. *Applied Sciences*, 15(14), 7651. <https://doi.org/10.3390/app15147651>

- Chen, L., Chen, Z., Zhang, Y., Liu, Y., Osman, A. I., Farghali, M... Yap, P.-S. (2023). Artificial intelligence-based solutions for climate change: a review. *Environmental Chemistry Letters*, 21, 2525-2557. <https://doi.org/10.1007/s10311-023-01617-y>
- Chiu, T. K. F. (2024). Future research recommendations for transforming higher education with generative AI. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 6, 100197. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100197>
- Cloke, H. (2024, novembro). *The Evolution of Learning Technology: A Complete History (1440-2025)*. Growth Engineering https://www.growthengineering.co.uk/learning-technology-history/#elementor-toc_heading-anchor-19
- Crompton, H., & Burke, D. (2023). Artificial intelligence in higher education: The state of the field. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(22), 1-22. <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00392-8>
- Duan, Y., Xu, X., He, H., & Li, S. (2025). Blending mixed reality and generative AI to teach geography: An MR+GenAI learning environment. *Journal of Interactive Learning Research*, 36(1), 83-100. <https://doi.org/10.70725/766676yxclq>
- Duque, R. C. S., Turra, M., Santos, A. A., Soares, L. G., Pascon, D. M., Bernardina, L. D... Oliveira, E. A. R. (2023). Formação de professores e a Inteligência Artificial: desafios e perspectivas [Teacher Training and Artificial Intelligence: Challenges and Perspectives]. *Contribuciones a las Ciencias Sociales*, 16(7), 6864-6878. <https://doi.org/10.55905/revconv.16n.7-158>
- eEducation Austria. (2023). *KI-Initiative des Bundesministeriums* [Federal Ministry AI Initiative]. eEducation Austria. <https://education.at/community/ki-initiative-des-bm>
- European Commission. (2024). *Monitoring of the European Declaration on Digital Rights and Principles*. In Commission Staff Working Document. Digital Decade 2024: Implementation and perspective (Annex 4). <https://ec.europa.eu/newsroom/dae/redirection/document/106722>
- European Schoolnet. (2023). School strategies for fostering students' digital competences: Practical guidelines for school leaders – Case Study: Lycée Aline-Mayrisch, Luxembourg. Interactive Classroom Working Group. <https://fcl.eun.org/luxembourg-1>
- Faculdade de Medicina. Universidade de Lisboa. (2025). Despacho do Diretor nº24/2025 [Director's Dispatch No. 24/2025]. *Orientações para o Uso Responsável da Inteligência Artificial Generativa para a comunidade académica da FMUL* [Guidelines for the Responsible Use of Generative Artificial Intelligence for the Academic Community of FMUL]. <https://www.medicina.ulisboa.pt/sites/default/files/documentos/despacho-24-2025.pdf>
- Furze, L. (2024). *Practical AI Strategies: Engaging with Generative AI in Education*. Amba Press.
- Google. (2025). NotebookLM [Web application]. <https://notebooklm.google.com/>
- Jantanukul, W. (2024). Immersive reality in education: Transforming teaching and learning through AR, VR, and mixed reality technologies. *Journal of Education and Learning Reviews*, 1(2), 51-62. <https://doi.org/10.60027/jelr.2024.750>
- Kırtıl, İ. G., & Aşkun, V. (2021). Artificial intelligence in tourism: A review and bibliometrics research. *Advances in Hospitality and Tourism Research*, 9(1), 205-233. <https://doi.org/10.30519/ahtr.801690>
- Kumar, H., Vincentius, J., Jordan, E., & Anderson, A. (2025). Human Creativity in the Age of LLMs: Randomized Experiments on Divergent and Convergent Thinking. In N. Yamashita, V. Evers, K. Yatani, X. Ding, B. Lee, M. Chetty, & P. Troups-Dugas (Eds.), *CHI '25: Proceedings of the 2025 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1-18. <https://doi.org/10.1145/3706598.3714198>
- Lee, J. (2023). Beyond geospatial inquiry: How can we integrate the use of artificial intelligence into geography education? *Education Sciences*, 13(11), 1128. <https://doi.org/10.3390/educsci13111128>
- Lee, J., Cimová, T., Foster, E. J., France, D., Krajiňáková, L., Moorman, L... Zhang, J. (2025). Transforming geography education: The role of generative AI in curriculum, pedagogy, assessment, and fieldwork. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 34(3), 237-253. <https://doi.org/10.1080/10382046.2025.2459780>
- Lestyono, E. F., Solihin, A., Rachmadyanti, P., Kristanto, A., & Dwinata, A. (2024). Leveraging Google Maps and Generative AI for Geography Education. *Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 2(3), 139-147. <https://doi.org/10.70437/educative.v2i3.725>
- Liu, B., Zeng, W., Liu, W., Peng, Y., & Yao, N. (2025). AI-enhanced design and application of high school geography field studies in China: A case study of the Yellow (Bohai) Sea migratory bird habitat curriculum. *Algorithms*, 18(1), 47. <https://doi.org/10.3390/a18010047>
- Luo, J. (2024). A critical review of GenAI policies in higher education assessment: A call to reconsider the “originality” of students' work. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 49(5), 651-664. <https://doi.org/10.1080/02602938.2024.2309963>
- Lutembach, K. J. (2024). Considering the history of technologies in education, the distinctiveness of AI apps, and the future of educational systems. In X. Lin, R. Y. Chan, S. Sharma, & K. Bista (Eds.), *ChatGPT and global higher education: Using artificial intelligence in teaching and learning* (pp. 19-45). STAR Scholars Press.

- Martins, H., Areosa, J., Godinho, T., & Mouro, J. (2024, junho). *Uma experiência pedagógica com ChatGPT: considerações para a teoria e a prática* [A pedagogical experience with ChatGPT: considerations]. Congresso Nacional de Prática Pedagógicas no Ensino Superior [National Congress on Pedagogical Practices in Higher Education], Faro, Portugal. <https://doi.org/10.34623/kf51-wf33>
- Matkovič, M. (2024). The use of artificial intelligence, virtual and augmented reality in teaching geography in secondary school. *Gamtamokslinis Ugdyimas/Natural Science Education*, 21(1), 42-48. <https://doi.org/10.48127/gu-nse/24.21.42>
- Melnyk, I. G., Havriushenko, H. V., Mohylnyi, S. H., Grek, M. O., Cherednychenko, I. V., & Sopov, D. S. (2024). Застосування Технології Штучного Інтелекту В Географічній Та Землепорядній Освіті [Application of artificial intelligence technology in geographic and land management education]. *Актуальні питання у сучасній науці*, 5(23), 719-729. [https://doi.org/10.52058/2786-6300-2024-5\(23\)-719-729](https://doi.org/10.52058/2786-6300-2024-5(23)-719-729)
- Miller, M. (2023). *AI for Educators*. Ditch That Textbook
- Mirislomov, M. M. (2024). Integration of Artificial Intelligence in Geography Learning: Challenges and Opportunities. *Економика и социум/Economy and Society*, 4(119), 1055-1061. <https://cyberleninka.ru/article/n/integration-of-artificial-intelligence-in-geography-learning-challenges-and-opportunities/viewer>
- Neves, F., & Gonçalves, D. (2025). *Percepções docentes sobre a inteligência artificial: a importância de saber pensar com* [Teachers' perceptions of artificial intelligence: the importance of knowing how to think with it]. IX Encontro Internacional de Formação na Docência: Livro de Atas [9th International Conference on Teacher Education: Conference Proceedings], Bragança, Portugal. <http://hdl.handle.net/10198/34777>
- O'Donnell, F., Porter, M., & Fitzgerald, S. (2024). The role of artificial intelligence in higher education: Higher education students' use of AI in academic assignments. *Irish Journal of Technology Enhanced Learning*, 8(1), 1-21. <https://doi.org/10.22554/szwjfy54>
- OpenAI. (2025). *ChatGPT* [Large language model]. <https://chat.openai.com/>
- Pratschke, B. M. (2024). *Generative AI and education: Digital pedagogies, teaching innovation and learning design*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-67991-9>
- Priya, P. P. (2024). It's Time to Reexplore Digital Pedagogy for Future Learning. In N. T. Lepcha, A. Purohit, M. Raja, A. Acharya, R. Sosa, S. P. Singh...P. Mehta (Eds.), *Futuristic Trends in Social Sciences* (pp. 260-266). Iterative International Publishers Series. <https://www.doi.org/10.58532/V3BASO26P8CH7>
- Raffaghelli, J. E. (2024). ¿Pedagogía algorítmica? ¿Complejidad y ética en el uso de las tecnologías inteligentes en la educación [Algorithmic Pedagogy? Complexity and Ethics in the Use of Intelligent Technologies in Education]. In L. Martins (Ed.), *Aspectos éticos y pedagógicos de los datos y la tecnología en educación* [Ethical and Pedagogical Aspects of Data and Technology in Education] (pp. 95-119). Learning, Media & Social Interactions, Universitat de Barcelona. <https://hdl.handle.net/11577/3541942>
- Rakuasa, H. (2023). Integration of Artificial Intelligence in Geography Learning: Challenges and Opportunities. *Sinergi International Journal of Education*, 1(2), 70-78. <https://doi.org/10.61194/education.v1i2.71>
- Reis, V. (2025). Professores de Geografia e a Inteligência Artificial Generativa: Um Estudo Exploratório [Geography Teachers and Generative Artificial Intelligence: An Exploratory Study]. In E. Reis, & P. Rego (Eds.), *Inteligência Artificial e Geografia* [Artificial Intelligence and Geography] (pp. 57-64). Associação Portuguesa de Geógrafos. https://www.apgeo.pt/sites/default/files/inforgeo_27_-_2025_lancamento.pdf
- Retscher, G. (2024). Exploring the intersection of artificial intelligence and higher education: Opportunities and challenges in the context of geomatics education, *Applied Geomatics*, 17, 49-61. <https://doi.org/10.1007/s12518-024-00602-6>
- Ribeiro, C. (2007). A aula magistral ou simplesmente a aula expositiva [The lecture or simply the expository class]. *Máthesis*, (16), 189-201. <https://doi.org/10.34632/mathesis.2007.5102>
- Riley, C., Al-Refai, O., Colunga Reyes, Y., & Hammad, E. (2025). Human-AI interactions: Cognitive, behavioral, and emotional impacts. *arXiv*, 1-12. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2510.17753>
- Román Jiménez, O. R., Saavedra Gastélum, V., Zubieta Ramírez, C., & González Almaguer, C. A. (2024). Application of active learning techniques supported by generative AI in education. In L. G. Chova, C. G. Martínez, & J. Lee (Eds.) *17th annual International Conference of Education, Research and Innovation* (pp. 10408-10417). IATED Academy. <https://doi.org/10.21125/iceri.2024.2662>
- Roque, E., Filipe, H., & Xambre, L. (2025). *TecnIC Júnior 6 – TIC (Tecnologia de Informação e Comunicação): Manual do 6º Ano* [TecnIC Júnior 6 – ICT (Information and Communication Technology): Year 6 Student Book]. Raiz Editora.
- Roxin, I. (2025, julho). *Generative AI: the risk of cognitive atrophy*. Polytechnique Insights. <https://www.polytechnique-insights.com/en/columns/neuroscience/generative-ai-the-risk-of-cognitive-atrophy/>
- Rudewicz, J. (2024). Theoretical insights into artificial intelligence applications in human geography and spatial management (GeoAI). *European Research Studies Journal*, 27(4), 973-984. <https://doi.org/10.35808/ersj/3640>

- Santos, F. K. S., & Ramos Filho, R. A. (2025). Transformações no ensino de geografia: o papel das tecnologias emergentes [Transformations in Geography Teaching: The Role of Emerging Technologies]. *Revista de Geografia*, 42(2), 178-191. <https://doi.org/10.51359/2238-6211.2025.264302>
- Scheider, S., Bartholomeus, H., & Verstegen, J. (2023). ChatGPT is not a pocket calculator: Problems of AI-chatbots for teaching Geography. *arXiv*, 1-8. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2307.03196>
- SciSpace. (n.d.). *SciSpace: The AI for Academic Research*. <https://scispace.com/>
- Sumartono, W. A. P., & Rafsanjani, W. A. H. (2024). Transforming education: The impact of artificial intelligence on learning and pedagogical practices. In Enrichment of Career by Knowledge of Language and Literature (Eds.), *Proceeding of International Seminar ECKLL XII 2024* (pp. 75-84). ECKLL. <https://doi.org/10.25139/eckll.v12i1.9605>
- Tenberga, I., & Daniela, L. (2024). Artificial Intelligence Literacy Competencies for Teachers Through Self-Assessment Tools. *Sustainability*, 16(23), 10386. <https://doi.org/10.3390/su162310386>
- Thapliyal, S., Dobhal, S., Dhyani, A., Gupta, H., & Singh, C. (2023). Artificial intelligence: An emerging tool for the sustainable management of forest resources. In H. S. Jatav, H. Singh, U. Singh, S. K. Attar, V. D. Rajput, & M. Burachevskaya (Eds.), *Sustaining agriculture: Food security, biodiversity and climate change* (pp. 129-148). Deepika Book Agency.
- The Tonight Show Starring Jimmy Fallon. (2025, fevereiro 4). *Bill Gates Joked with Steve Jobs About Taking the Wrong LSD, Talks AI and Optimism for the Future* [Video]. <https://www.youtube.com/watch?v=uHY5i9-0tJM>
- There's An AI For That. (n.d.). *There's an AI for that*. <https://theresanaiforthat.com/>
- Uaidullakzy, E., Oralbekova, A. K., Dosbenbetova, A. S., Yerubay, B., Nauryzbayev, B. A., & Turmanov, R. (2024). Examination of students' success in the use of artificial intelligence. *South African Journal of Education*, 44(4), 1-11. <https://doi.org/10.15700/saje.v44n4a2542>
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2024). *AI competency framework for students*. UNESCO. <https://doi.org/10.54675/JKJB9835>
- United States Department of Education, Office of Educational Technology. (2023). *Artificial Intelligence and the Future of Teaching and Learning: Insights and Recommendations*. <https://www.ed.gov/sites/ed/files/documents/ai-report/ai-report.pdf>
- Universidade Lusófona. (2023). Despacho Conjunto n.º 76/2023 [Joint Order No. 76/2023]. Integridade académica e o uso de instrumentos de inteligência artificial [Academic integrity and the use of artificial intelligence tools]. Universidade Lusófona. <https://www.ulusofona.pt/noticias/integridade-academica-uso-de-instrumentos-de-inteligencia-artificial>
- Vuorikari, R., Kluzer, S., & Punie, Y. (2022). *DigComp 2.2: The digital competence framework for*. European Commission <https://doi.org/10.2760/115376>
- World Economic Forum. (2025). *Future of Jobs Report 2025*. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2025>
- Xiao, J., Bozkurt, A., Nichols, M., Pazurek, A., Stracke, C. M., Bai, J. Y. H... Themeli, C. (2025). Venturing into the unknown: Critical insights into grey areas and pioneering future directions in educational generative AI research. *TechTrends*, 69, 582-597. <https://doi.org/10.1007/s11528-025-01060-6>
- Yalçın, A., Şanlı, C., & Pınar, A. (2025). Developing a spatial thinking skills test in geography teaching. *Journal of Theoretical Educational Science*, 18(2), 280-301. <https://doi.org/10.30831/akukeg.1581042>
- Yeşiltaş, E. (2024, novembro). *An evaluation from the perspective of teachers' professional competencies: Can artificial intelligence replace teachers?* 5th International Congress of Educational Sciences and Social Sciences of the Turkish World. Antalya, Turquia. <https://teskongre.org/es2024/>
- Yıldız, A., & Açar, D. A. (2024). Artificial intelligence and migration governance: Navigating cooperation and complexity in EU- Turkey relations. *ODTÜ Gelişme Dergisi*, 51(2), 191-209. <https://izlik.org/JA42MY76FF>
- Zoumpoulidi, M.-E., Paraskevopoulos, G., & Potamianos, A. (2024). BloomWise: Enhancing problem-solving capabilities of large language models using Bloom's-taxonomy-inspired prompts. *arXiv*, 1-16 <https://doi.org/10.48550/arXiv.2410.04094>