

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO ENSINO DE GEOGRAFIA: POSSIBILIDADES PEDAGÓGICAS, RISCOS ÉTICOS E FORMAÇÃO DO PENSAMENTO ESPACIAL



ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN GEOGRAPHY EDUCATION: PEDAGOGICAL POSSIBILITIES, ETHICAL RISKS, AND THE DEVELOPMENT OF SPATIAL THINKING

ANDERSON FERNANDO DOS SANTOS AGOSTINHO

Titular de cargo efetivo na prefeitura de São Paulo e no estado de São Paulo, professor da rede privada no sistema Anglo de ensino. Licenciado em História pela Universidade Bandeirante de São Paulo, 2010, Licenciado em Pedagogia pela Universidade Iguazu do Rio de Janeiro, 2013, licenciado em Geografia pela Universidade Iguazu do Rio de Janeiro, 2014, bacharel em Farmácia pela Universidade Paulista, 2023 e especialista em Neuropsicopedagogia clínica e institucional.

RESUMO

O avanço da inteligência artificial tem alterado os processos de produção, circulação e validação do conhecimento, produzindo efeitos diretos sobre a educação e, de modo particular, sobre o ensino de Geografia. Este artigo analisa as possibilidades pedagógicas, os limites epistemológicos e os riscos éticos associados ao uso de sistemas de inteligência artificial em práticas geográficas escolares. A pesquisa, de natureza bibliográfica e documental e abordagem qualitativa, articula estudos sobre inteligência artificial na educação, inteligência geoespacial, cartografia algorítmica, pensamento espacial e formação docente, além de documentos normativos brasileiros e orientações internacionais. Sustenta-se que ferramentas generativas, sistemas de informação geográfica com recursos automatizados, análise de imagens de satélite, tutores conversacionais e plataformas de visualização podem ampliar a investigação de fenômenos territoriais, favorecer a leitura de mapas, apoiar a personalização de percursos e aproximar os estudantes de problemas contemporâneos, como mudanças climáticas, urbanização, mobilidade e desigualdades socioespaciais. Entretanto, a adoção acrítica dessas tecnologias pode reproduzir vieses, produzir informações falsas, obscurecer critérios de classificação, comprometer a privacidade e aprofundar desigualdades de acesso. Argumenta-se, portanto, que a inteligência artificial não deve substituir a mediação docente nem o trabalho intelectual do estudante. Sua contribuição depende de intencionalidade pedagógica, verificação de fontes, transparência metodológica, proteção de dados e formação crítica para compreender como algoritmos selecionam, organizam e representam o espaço. Conclui-se que a integração responsável da inteligência artificial pode fortalecer o pensamento geográfico, desde que subordinada a finalidades educativas, democráticas e socialmente contextualizadas.

Palavras-chave: Inteligência Artificial; Ensino de Geografia; Pensamento Espacial; GeoAI; Formação Docente.

ABSTRACT

The advancement of artificial intelligence has altered the processes of knowledge production, circulation, and validation, directly affecting education and, specifically, the teaching of Geography. This article analyzes the pedagogical possibilities, epistemological limits, and ethical risks associated with the use of artificial intelligence systems in school-based geographical practices. The research—qualitative in nature and based on a review of literature and documents—synthesizes studies on artificial intelligence in education, geospatial intelligence, algorithmic cartography, spatial thinking, and teacher training, alongside Brazilian regulatory documents and international guidelines. It is argued that generative tools, geographic information systems with automated features, satellite image analysis, conversational tutors, and visualization platforms can enhance the investigation of territorial phenomena, facilitate map reading, support the personalization of learning paths, and connect students with contemporary issues such as climate change, urbanization, mobility, and socio-spatial inequalities. However, the uncritical adoption of these technologies can reproduce biases, generate false information, obscure classification criteria, compromise privacy, and exacerbate inequalities in access. Therefore, the argument is made that artificial intelligence should not replace teacher mediation or the student's intellectual work. Its contribution depends on pedagogical intentionality, source verification, methodological transparency, data protection, and critical training to understand how algorithms select, organize, and represent space. The conclusion is that the responsible integration of artificial intelligence can strengthen geographical thinking, provided it remains subordinate to educational, democratic, and socially contextualized goals.

Keywords: Artificial Intelligence; Geography Education; Spatial Thinking; GeoAI; Teacher Training.

INTRODUÇÃO

A expansão recente da inteligência artificial, especialmente dos sistemas generativos capazes de produzir textos, imagens, códigos e sínteses em linguagem natural, introduziu novas mediações entre sujeitos, informações e processos de aprendizagem. Na educação, essas tecnologias passaram a ser utilizadas para planejamento, elaboração de materiais, tutoria, avaliação e pesquisa, ao mesmo tempo em que provocaram debates sobre autoria, confiabilidade, privacidade e dependência tecnológica. A questão central não consiste em aceitar ou rejeitar a inteligência artificial de forma abstrata, mas em compreender sob quais condições pedagógicas, políticas e éticas seu uso pode contribuir para a formação humana. A orientação internacional mais consistente tem defendido uma abordagem centrada nas pessoas, na qual a tecnologia permaneça subordinada a finalidades educacionais, à equidade e à proteção de direitos (Unesco, 2021; Unesco, 2023).

No ensino de Geografia, esse debate adquire características específicas porque a disciplina trabalha com informações territorializadas, mapas, imagens de satélite, bancos de dados, escalas de análise e interpretações sobre relações entre sociedade e natureza. A inteligência artificial não chega a um campo desprovido de tecnologias: sistemas de informação geográfica, sensoriamento remoto, geolocalização e bases digitais já integram a produção do conhecimento geográfico. O elemento novo está na intensificação da capacidade de classificar grandes volumes de dados, reconhecer padrões, gerar representações e responder a perguntas em linguagem natural. A chamada inteligência artificial geoespacial, ou GeoAI, combina métodos computacionais com dados espaciais e amplia operações de mapeamento, previsão e análise, exigindo que a escola discuta também os critérios que orientam essas operações (Lunga et al., 2022; Kang; Gao; Roth, 2024).

A incorporação dessas ferramentas pode favorecer experiências investigativas que ultrapassem a memorização de capitais, fronteiras e definições. Estudantes podem comparar imagens de diferentes

períodos, identificar transformações urbanas, analisar áreas de risco, produzir mapas temáticos, formular hipóteses sobre mudanças ambientais e confrontar respostas geradas por sistemas automáticos com fontes estatísticas e cartográficas. Contudo, o simples uso de um recurso sofisticado não assegura aprendizagem geográfica. Quando a atividade se limita à obtenção imediata de respostas, a tecnologia pode reduzir a pesquisa a um procedimento de consulta e enfraquecer a construção de argumentos, a observação de evidências e a compreensão das escalas espaciais (Cavalcanti, 2008; Şanlı, 2025).

A Geografia escolar tem como tarefa desenvolver modos de pensar que permitam interpretar localizações, distribuições, conexões, redes, diferenças territoriais e processos de produção do espaço. Essa finalidade exige que informações sejam relacionadas a conceitos, temporalidades e conflitos sociais, e não apenas apresentadas como dados neutros. A inteligência artificial pode apoiar essa aprendizagem, mas também pode produzir descrições aparentemente convincentes sem apresentar fontes, combinar dados incompatíveis ou reforçar representações dominantes sobre regiões e populações. Modelos de linguagem operam por regularidades estatísticas e não possuem, por si mesmos, compromisso com a verdade empírica ou com a justiça social, razão pela qual a verificação e a problematização devem integrar qualquer proposta pedagógica (Bender et al., 2021; Kasneci et al., 2023).

No plano curricular brasileiro, a Base Nacional Comum Curricular propõe que os estudantes utilizem diferentes linguagens, compreendam processos sociais e ambientais, analisem informações e desenvolvam argumentação com base em evidências. A Política Nacional de Educação Digital, por sua vez, reconhece a necessidade de promover inclusão, capacitação, especialização e pesquisa em ambientes digitais. Esses marcos não autorizam uma adesão automática a plataformas comerciais, mas sustentam a responsabilidade da escola de formar sujeitos capazes de utilizar e avaliar criticamente tecnologias que já interferem na vida social, no trabalho e na produção de conhecimento (Brasil, 2018a; Brasil, 2023).

Diante desse contexto, este artigo parte da seguinte questão: em que condições a inteligência artificial pode contribuir para o ensino de Geografia sem substituir a mediação docente, simplificar o pensamento espacial ou aprofundar desigualdades educacionais? O objetivo geral é analisar possibilidades pedagógicas, limites epistemológicos e implicações éticas do uso da inteligência artificial na educação geográfica. Como objetivos específicos, busca-se discutir a relação entre inteligência artificial e produção do conhecimento espacial, examinar práticas aplicáveis ao cotidiano escolar e estabelecer princípios para uma integração crítica, segura e socialmente contextualizada (Selwyn, 2019; Ontong, 2025).

A pesquisa possui natureza bibliográfica e documental, com abordagem qualitativa. O percurso analítico reúne contribuições da Geografia escolar, da inteligência artificial na educação, da cartografia, da ciência de dados geoespaciais e das políticas de educação digital. Foram considerados estudos sobre modelos de linguagem, GeoAI e experiências recentes de integração da inteligência artificial em aulas de Geografia, além da BNCC, da Lei Geral de Proteção de Dados, da Política Nacional de Educação Digital e de orientações da Unesco. A análise está organizada em três eixos: transformações na produção

do conhecimento espacial; possibilidades pedagógicas; e riscos, responsabilidades e formação docente (Brasil, 2018b; Unesco, 2023).

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, GEOGRAFIA E PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO ESPACIAL

A expressão inteligência artificial reúne técnicas distintas, entre elas aprendizagem de máquina, redes neurais, processamento de linguagem natural, visão computacional e sistemas generativos. Em termos educacionais, é necessário evitar a ideia de uma inteligência única, autônoma e equivalente ao pensamento humano. Os sistemas atuais processam grandes conjuntos de dados, identificam regularidades e produzem resultados probabilísticos de acordo com parâmetros definidos por seus desenvolvedores. Sua eficiência em determinadas tarefas não elimina limitações relativas ao contexto, à explicação causal e à interpretação histórica. Compreender essa distinção é essencial para que professores e estudantes não atribuam autoridade automática a respostas produzidas por algoritmos (Bender et al., 2021; Unesco, 2023).

A Geografia oferece um campo privilegiado para essa discussão porque o espaço geográfico é simultaneamente material, social, técnico e informacional. As formas espaciais não podem ser explicadas apenas por sua aparência, pois resultam de ações, interesses, normas, infraestruturas e temporalidades. Quando sistemas de inteligência artificial classificam uma imagem, delimitam uma área urbana ou indicam um percurso, operam sobre representações parciais do território. A análise geográfica deve perguntar quais dados foram utilizados, em que escala foram produzidos, quais fenômenos ficaram invisíveis e que decisões podem ser tomadas a partir daquela representação. A tecnologia, assim, torna-se também objeto de investigação geográfica (Santos, 1996; Kitchin, 2014).

A GeoAI tem ampliado a capacidade de processar imagens de satélite, reconhecer padrões de uso da terra, estimar mudanças de cobertura vegetal, modelar deslocamentos e apoiar diagnósticos ambientais e urbanos. Essas aplicações aproximam inteligência artificial, sistemas de informação geográfica e sensoriamento remoto, permitindo operações que antes exigiam tempo elevado e equipes especializadas. No ambiente escolar, versões simplificadas dessas ferramentas podem ajudar estudantes a perceber regularidades espaciais e comparar diferentes fontes. Entretanto, o resultado automatizado precisa ser interpretado, pois classificações podem conter erros decorrentes da resolução da imagem, da qualidade do treinamento ou da inadequação das categorias utilizadas (Lunga et al., 2022; Kang; Gao; Roth, 2024).

Os modelos generativos introduzem outra mudança ao permitir que usuários façam perguntas em linguagem cotidiana e recebam explicações, roteiros, comparações e sugestões de atividades. Para o professor, isso pode agilizar a produção inicial de materiais e oferecer alternativas de abordagem. Para o estudante, pode funcionar como apoio à formulação de dúvidas ou à revisão de conceitos. Todavia, a fluência textual não equivale a rigor científico. Uma resposta pode apresentar lugares inexistentes, dados desatualizados, relações causais simplificadas ou referências fabricadas. Por isso, o uso geográfico da inteligência artificial deve ser estruturado como prática de investigação e checagem, e não como substituição das fontes (Kasneci et al., 2023; Şanlı, 2025).

Na Geografia Física, recursos de inteligência artificial podem favorecer a leitura de fenômenos como dinâmica climática, cobertura vegetal, erosão, enchentes e ilhas de calor. A comparação entre imagens, séries históricas e modelos pode tornar perceptíveis processos que não são observáveis em uma única aula de campo. O ganho pedagógico ocorre quando o estudante relaciona padrões espaciais a conceitos, variáveis e escalas, avaliando também margens de incerteza. A previsão automatizada não deve ser tratada como verdade inevitável, mas como hipótese baseada em dados e métodos. Essa postura aproxima o ensino da prática científica e permite discutir limites de modelos diante da complexidade ambiental (Donmez Bayrakci, 2025; Şanlı, 2025).

Na Geografia Humana, a inteligência artificial pode apoiar a análise de mobilidade, redes urbanas, distribuição de serviços, segregação, migrações e fluxos econômicos. Contudo, dados sobre pessoas e territórios são produzidos em contextos de poder. Registros digitais tendem a representar melhor populações conectadas e áreas com maior infraestrutura, enquanto práticas informais e territórios vulnerabilizados podem permanecer sub-representados. Uma leitura crítica precisa reconhecer que ausência de dados não significa ausência de fenômenos e que a quantidade de registros não corresponde automaticamente à importância social. A interpretação geográfica deve reintroduzir historicidade, conflito e experiência humana nos resultados computacionais (Kitchin, 2014; Ontong, 2025).

Outro limite epistemológico está na tendência de confundir correlação com explicação. Um algoritmo pode identificar que determinados eventos ocorrem juntos ou que certas áreas apresentam características semelhantes, mas a compreensão geográfica exige investigar processos, agentes e relações históricas. A concentração de alagamentos em uma região, por exemplo, não pode ser explicada apenas por relevo ou precipitação; envolve ocupação urbana, drenagem, investimento público e desigualdade. A inteligência artificial pode auxiliar na identificação de padrões, mas a construção da explicação depende de conceitos e perguntas formuladas por sujeitos. Essa distinção impede que a aula se transforme em contemplação de resultados técnicos (Cavalcanti, 2008; Santos, 1996).

Portanto, a presença da inteligência artificial redefine parte das competências necessárias ao pensamento espacial. Além de localizar, comparar e interpretar, torna-se necessário avaliar proveniência de dados, reconhecer incertezas, questionar categorias e compreender a participação dos algoritmos na produção de mapas e narrativas territoriais. Essa formação não deve ser restrita ao domínio operacional de ferramentas. Ela envolve uma alfabetização geográfica e algorítmica capaz de articular técnica, ética e crítica social. A contribuição da inteligência artificial depende justamente de sua transformação em objeto de reflexão, e não de sua aceitação como autoridade invisível (Ontong, 2025; Unesco, 2023).

POSSIBILIDADES PEDAGÓGICAS DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO ENSINO DE GEOGRAFIA

A integração pedagógica da inteligência artificial deve começar pela definição do objetivo de aprendizagem. A pergunta não é qual ferramenta utilizar, mas que capacidade geográfica se pretende desenvolver: leitura de paisagens, interpretação de mapas, análise de escalas, compreensão de redes, argumentação territorial ou resolução de problemas socioambientais. Somente depois dessa definição se escolhem recursos, fontes e formas de acompanhamento. Essa inversão evita práticas orientadas

pelo fascínio tecnológico e preserva a centralidade do currículo. Estudos recentes sobre inteligência artificial na educação geográfica reforçam que os melhores resultados dependem da combinação entre conhecimento do conteúdo, decisões pedagógicas e compreensão do contexto em que a escola está inserida (Ontong, 2025; Şanlı, 2025).

Em sala de aula, uma possibilidade consiste em organizar investigações baseadas em problemas territoriais reais. Os estudantes podem receber uma questão sobre enchentes, desmatamento, mobilidade, expansão urbana ou distribuição de equipamentos públicos e utilizar a inteligência artificial para levantar hipóteses. Em seguida, devem confrontar as hipóteses com mapas oficiais, dados estatísticos, imagens, notícias e observações de campo. O produto final pode ser um relatório ou mapa argumentado que indique quais informações foram confirmadas, rejeitadas ou reformuladas. Esse percurso desloca o foco da resposta pronta para a avaliação de evidências e fortalece o raciocínio geográfico (Cavalcanti, 2008; Bueno-Picazo; Tirado-Olivares, 2026).

A combinação entre inteligência artificial e cartografia digital permite desenvolver atividades de classificação, comparação e visualização. Uma turma pode analisar imagens de satélite de diferentes anos, identificar mudanças de cobertura do solo e discutir as causas das transformações observadas. Ferramentas automatizadas podem sugerir categorias ou destacar padrões, mas os estudantes precisam verificar erros e justificar escolhas. Essa prática evidencia que toda classificação é construída e que os limites entre floresta, área urbana, agricultura ou solo exposto nem sempre são claros. O trabalho pedagógico passa a incluir tanto o fenômeno territorial quanto a crítica aos procedimentos de representação (Kang; Gao; Roth, 2024; Lunga et al., 2022).

Tutores conversacionais podem apoiar a revisão de conceitos e oferecer perguntas graduadas, exemplos adicionais e feedback inicial. Para que esse uso seja formativo, é necessário orientar os estudantes a apresentar o próprio raciocínio antes de consultar a ferramenta, registrar as interações e avaliar a qualidade das respostas recebidas. O professor pode solicitar que a turma identifique simplificações, inconsistências e ausência de fontes. Essa mediação reduz o risco de cópia mecânica e transforma a conversa com o sistema em exercício metacognitivo. A literatura educacional indica que o benefício de modelos de linguagem aumenta quando seu uso é moderado por tarefas que exigem reflexão e validação (Kasneci et al., 2023; Yan et al., 2023).

A avaliação precisa ser redesenhada em contextos nos quais respostas automáticas estão amplamente disponíveis. Provas centradas na reprodução de definições tornam-se mais vulneráveis à terceirização do trabalho intelectual. Em contrapartida, atividades que exigem análise de fontes, justificativa cartográfica, comparação de escalas, produção autoral e reflexão sobre o processo permitem identificar a aprendizagem. O estudante pode entregar, além do produto final, um registro das perguntas feitas à ferramenta, das correções realizadas e dos critérios utilizados para validar informações. Avalia-se, assim, não apenas o resultado, mas a capacidade de construir e revisar argumentos (Selwyn, 2019; Yang, 2026).

Experiências recentes indicam potencial de ganho quando a inteligência artificial é integrada a tarefas geográficas claramente estruturadas. Pesquisa com estudantes do ensino primário identificou

avanços em conhecimento geográfico e aplicação do pensamento geográfico em uma intervenção mediada por inteligência artificial conversacional. Outro estudo, realizado em preparação para olimpíada de Geografia, apontou melhora em habilidades de leitura cartográfica, resolução de problemas e motivação, embora também tenha registrado necessidade de orientação docente. Esses resultados são promissores, mas não autorizam generalizações automáticas, pois dependem do desenho da atividade, do contexto e do acompanhamento pedagógico (Bueno-Picazo; Tirado-Olivares, 2026; Donmez Bayrakci, 2025).

A implementação também precisa considerar infraestrutura, tempo e desigualdades de acesso. Propostas que pressupõem conexão permanente, dispositivos individuais e domínio tecnológico podem excluir estudantes ou transferir custos às famílias. A escola deve prever alternativas não digitais, trabalho colaborativo, uso coletivo de equipamentos e materiais impressos. A inclusão não se resume a disponibilizar uma conta em uma plataforma; envolve garantir condições para compreender, questionar e utilizar criticamente o recurso. Sem planejamento institucional, a inteligência artificial pode reforçar a distância entre escolas e grupos sociais que possuem diferentes condições de acesso e acompanhamento (Unesco, 2021; Brasil, 2023).

LIMITES, RISCOS ÉTICOS E FORMAÇÃO DOCENTE PARA O USO RESPONSÁVEL

O primeiro risco do uso escolar de sistemas generativos é a produção de informações falsas apresentadas com linguagem segura e coerente. Em Geografia, isso pode envolver dados populacionais incorretos, localização equivocada, confusão entre escalas, atribuição de características homogêneas a regiões extensas ou criação de referências inexistentes. A facilidade de leitura pode mascarar a fragilidade da evidência. Por essa razão, toda informação factual precisa ser confrontada com fontes confiáveis, preferencialmente documentos oficiais, bases reconhecidas e publicações científicas. Ensinar a verificar não é uma etapa adicional, mas parte constitutiva da alfabetização geográfica em ambientes digitais (Bender et al., 2021; Kasneci et al., 2023).

Os vieses constituem um problema igualmente relevante. Modelos são treinados com conteúdos produzidos em sociedades desiguais e podem reproduzir estereótipos nacionais, raciais, culturais e territoriais. Países periféricos podem aparecer apenas associados à pobreza ou ao conflito, enquanto saberes indígenas, comunidades tradicionais e experiências locais recebem menor representação. Na cartografia algorítmica, vieses podem influenciar classificações, prioridades e decisões. A aula de Geografia precisa examinar essas assimetrias e discutir quem define categorias, quais perspectivas são predominantes e como outras epistemologias podem ser incorporadas (Bender et al., 2021; Kang; Gao; Roth, 2024).

A proteção de dados exige atenção específica, sobretudo quando estudantes menores de idade utilizam plataformas externas. Perguntas, textos, imagens, localização e padrões de uso podem ser armazenados e processados por empresas. A Lei Geral de Proteção de Dados estabelece princípios como finalidade, necessidade, segurança e proteção especial de dados de crianças e adolescentes. Portanto, instituições não devem incentivar a inserção de nomes completos, documentos, fotografias identificáveis, endereços ou informações sensíveis em ferramentas cuja política de tratamento não tenha

sido analisada. O uso pedagógico responsável pressupõe orientação, minimização de dados e decisões institucionais transparentes (Brasil, 2018b; Unesco, 2023).

A desigualdade digital pode ser aprofundada quando a escola associa qualidade de aprendizagem ao acesso a versões pagas, equipamentos atualizados ou serviços de alta velocidade. Estudantes com maior capital cultural tendem a formular perguntas mais precisas, reconhecer erros e combinar diferentes fontes, enquanto outros podem aceitar a primeira resposta recebida. Assim, o uso da mesma ferramenta não produz igualdade de condições. A política pedagógica deve incluir formação comum, atividades compartilhadas e oportunidades de aprendizagem que não dependam de recursos privados. A inteligência artificial precisa ser analisada como questão de justiça educacional e territorial (Unesco, 2021; Ontong, 2025).

Há ainda o risco de enfraquecimento de competências quando operações essenciais são automatizadas antes de serem compreendidas. Um estudante que utiliza um mapa pronto sem aprender escala, legenda e projeção pode realizar a tarefa, mas não desenvolver leitura cartográfica. Da mesma forma, uma síntese automática pode ocultar o processo de seleção e hierarquização de informações. A automação deve ocorrer depois ou em paralelo à compreensão dos fundamentos, permitindo comparar procedimentos manuais e automatizados. O objetivo não é preservar práticas por tradição, mas assegurar que o estudante possa avaliar o resultado e não se torne dependente de uma caixa-preta (Kang; Gao; Roth, 2024; Selwyn, 2019).

O uso responsável requer governança escolar. É necessário definir quais plataformas podem ser utilizadas, com que finalidade, quais dados não devem ser inseridos, como o uso será declarado e quais alternativas serão oferecidas. Essas decisões devem envolver gestão, professores, estudantes e famílias, especialmente quando houver criação de contas ou tratamento de dados. A ausência de diretrizes transfere ao professor individual responsabilidades técnicas e jurídicas que deveriam ser institucionais. Políticas claras, revisáveis e proporcionais permitem experimentar sem abandonar critérios de segurança, equidade e transparência (Brasil, 2018b; Unesco, 2023).

A formação docente constitui o eixo decisivo. Não basta oferecer treinamento operacional sobre comandos ou plataformas. Professores precisam compreender limites dos modelos, analisar dados, discutir vieses, elaborar tarefas investigativas e relacionar tecnologia, conteúdo e contexto. O modelo TPACK-Place-AI propõe justamente que a integração tecnológica seja combinada ao conhecimento pedagógico, disciplinar e ao compromisso com o lugar, a justiça e as relações de poder. Para a Geografia, essa perspectiva é particularmente pertinente porque impede que soluções universais apaguem especificidades territoriais e culturais (Ontong, 2025).

Como síntese, uma integração responsável pode ser orientada por alguns princípios: finalidade pedagógica explícita; supervisão humana; verificação de fontes; transparência sobre o uso; proteção de dados; acessibilidade; alternativas para quem não dispõe de conexão; análise de vieses; valorização da autoria; e avaliação do processo. Esses princípios não eliminam todos os riscos, mas estabelecem limites para que a inteligência artificial permaneça como recurso subordinado à educação. No ensino de

Geografia, seu valor será medido pela capacidade de ampliar a compreensão do espaço, e não pela quantidade de tarefas automatizadas (Unesco, 2023; Şanlı, 2025).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise desenvolvida evidencia que a inteligência artificial já integra o conjunto de técnicas que interferem na produção, na representação e na circulação do conhecimento geográfico. Sua presença no ensino não pode ser reduzida a uma tendência passageira nem tratada como solução automática para problemas educacionais. Trata-se de uma mediação poderosa, capaz de ampliar operações de pesquisa e visualização, mas também de ocultar critérios, reproduzir desigualdades e oferecer respostas sem fundamento verificável.

A mediação docente permanece insubstituível porque é o professor quem define finalidades, seleciona evidências, contextualiza resultados e acompanha a construção conceitual. Quando a inteligência artificial é utilizada apenas para acelerar a obtenção de respostas, há risco de empobrecimento do pensamento geográfico. Quando é inserida em percursos investigativos, pode contribuir para tornar visíveis processos, relações e contradições que exigiriam outras formas de representação.

Os riscos identificados demonstram a necessidade de critérios institucionais. Informações falsas, vieses, exposição de dados, dependência tecnológica, desigualdade de acesso e conflitos de autoria não podem ser resolvidos apenas pela responsabilidade individual do estudante. A escola precisa formular orientações, oferecer formação, garantir alternativas e revisar continuamente suas práticas diante da rápida transformação das plataformas.

Conclui-se que a integração responsável da inteligência artificial pode fortalecer o ensino de Geografia quando promove autonomia intelectual, leitura crítica do território e participação democrática. O critério decisivo não é a novidade da ferramenta, mas sua contribuição para que os estudantes compreendam o mundo, questionem representações, reconheçam desigualdades e produzam interpretações fundamentadas sobre o espaço em que vivem.

REFERÊNCIAS

- BENDER, Emily M.; GEBRU, Timnit; MCMILLAN-MAJOR, Angelina; SHMITCHELL, Shmargaret. On the dangers of stochastic parrots: can language models be too big? In: ACM CONFERENCE ON FAIRNESS, ACCOUNTABILITY, AND TRANSPARENCY, 2021. **Proceedings [...]**. New York: Association for Computing Machinery, 2021. p. 610-623. DOI: <https://doi.org/10.1145/3442188.3445922>.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio**. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018a. Disponível em: <https://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 26 jun. 2026.
- BRASIL. **Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018**. Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 15 ago. 2018b.
- BRASIL. **Lei nº 14.533, de 11 de janeiro de 2023**. Institui a Política Nacional de Educação Digital e altera as Leis nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, nº 9.448, de 14 de março de 1997, nº 10.260, de 12 de julho de 2001, e nº 10.753, de 30 de outubro de 2003. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 12 jan. 2023.
- BUENO-PICAZO, María; TIRADO-OLIVARES, Sergio. Generative AI in Geography Education: content creation and conversational AI-supported learning to promote environmental awareness. **European**

Journal of Geography, [S. l.], v. 17, n. 2, p. S34-S48, 2026. DOI:

<https://doi.org/10.48088/ejg.m.bue.17.2.034.048>.

CALLAI, Helena Copetti. Aprendendo a ler o mundo: a Geografia nos anos iniciais do ensino fundamental. **Cadernos CEDES**, Campinas, v. 25, n. 66, p. 227-247, maio/ago. 2005.

CAVALCANTI, Lana de Souza. **Geografia, escola e construção de conhecimentos**. Campinas: Papirus, 2008.

DONMEZ BAYRAKCI, Leyla. The effect of artificial intelligence-supported sustainable geography education on the preparation process for the IGEO Olympiad. **Sustainability**, [S. l.], v. 17, n. 16, art. 7450, 2025. DOI: <https://doi.org/10.3390/su17167450>.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GOODCHILD, Michael F. Citizens as sensors: the world of volunteered geography. **GeoJournal**, [S. l.], v. 69, n. 4, p. 211-221, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10708-007-9111-y>.

KANG, Yuhao; GAO, Song; ROTH, Robert E. Artificial intelligence studies in cartography: a review and synthesis of methods, applications, and ethics. **Cartography and Geographic Information Science**, [S. l.], v. 51, n. 4, p. 599-630, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1080/15230406.2023.2295943>.

KASNECI, Enkelejda et al. ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. **Learning and Individual Differences**, [S. l.], v. 103, art. 102274, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274>.

KITCHIN, Rob. **The data revolution: big data, open data, data infrastructures and their consequences**. London: Sage, 2014.

LUNGA, Dalton et al. GeoAI at ACM SIGSPATIAL: the new frontier of geospatial artificial intelligence research. **ACM SIGSPATIAL Special**, New York, v. 13, n. 1-3, p. 21-32, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1145/3578484.3578491>.

ONTONG, Krystle. Exploring the integration of artificial intelligence into Geography education through a hybridised TPACK-Place-AI framework. **The Journal of Geography Education in Africa**, [S. l.], v. 8, p. 94-110, 2025. DOI: <https://doi.org/10.46622/jogea.v8i.6300>.

SANTOS, Milton. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. São Paulo: Hucitec, 1996.

SELWYN, Neil. **Should robots replace teachers? AI and the future of education**. Cambridge: Polity Press, 2019.

ŞANLI, Cennet. Artificial intelligence in Geography teaching: potentialities, applications, and challenges. **International Journal of Current Educational Studies**, [S. l.], v. 4, n. 1, p. 47-76, 2025. DOI: <https://doi.org/10.46328/ijces.170>.

UNESCO. **AI and education: guidance for policy-makers**. Paris: UNESCO, 2021. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000376709>. Acesso em: 26 jun. 2026.

UNESCO. **Guidance for generative AI in education and research**. Paris: UNESCO, 2023. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386693>. Acesso em: 26 jun. 2026.

YAN, Lixiang et al. Practical and ethical challenges of large language models in education: a systematic scoping review. **British Journal of Educational Technology**, [S. l.], v. 55, n. 1, p. 90-112, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1111/bjet.13370>.

YANG, Hong. Advancements in artificial intelligence and the reframing of student assessment in Geography education. **Journal of Geography in Higher Education**, [S. l.], 2026. DOI: <https://doi.org/10.1080/03098265.2026.2628342>.