



ISSN: 2595-1661

ARTIGO

Listas de conteúdos disponíveis em [Portal de Periódicos CAPES](https://portal.periodicos.capes.gov.br/)

Revista JRG de Estudos Acadêmicos

Página da revista:

<https://revistajrg.com/index.php/jrg>



O uso de geotecnologias no Ensino de Biologia: Desafios e Oportunidades

The Use of geotechnologies in Biology Education: Challenges and Opportunities

DOI: 10.55892/jrg.v8i19.2339

ARK: 57118/JRG.v8i19.2339

Recebido: 24/07/2025 | Aceito: 29/07/2025 | Publicado on-line: 30/07/2025

Luciana Vitor da Silva Souza¹

<https://orcid.org/0009-0001-9603-4752>

<http://lattes.cnpq.br/5255401835690467>

Universidade do Estado da Bahia (UNEB), BA, Brasil

E-mail: luvitor80@hotmail.com

Edemir Barbosa dos Santos²

<https://orcid.org/0009-0001-0907-0369>

<http://lattes.cnpq.br/4572976870242775>

Universidade do Estado da Bahia (UNEB), BA, Brasil

E-mail: edemirbs@gmail.com

Leoneide Magalhaes Santos³

<https://orcid.org/0009-0007-4180-8654>

<http://lattes.cnpq.br/2932462295130369>

Universidade do Estado da Bahia (UNEB), BA, Brasil

E-mail: leoneidemagalhaes@hotmail.com

Cristiana de Cerqueira Silva Santana⁴

<https://orcid.org/0000-0001-7389-1033>

<http://lattes.cnpq.br/8987957543048852>

Universidade do Estado da Bahia (UNEB), BA, Brasil

E-mail: cristiana_santana@hotmail.com



Resumo

Esse artigo buscou discutir a aplicação de geotecnologias nos conteúdos da disciplina de Biologia, destacando objetivos, interações com as geotecnologias, abordagem em sala de aula e ferramentas e instrumentos a serem adotados. Também propôs o uso das geotecnologias no contexto de outras disciplinas como Filosofia, Química, Física, Matemática, História e Geografia. Foi conduzida uma pesquisa qualitativa, exploratória e descritiva de natureza aplicada, envolvendo revisão de literatura, análise documental e elaboração de um quadro síntese. Foram listados conteúdos de Ecologia, Evolução Biológica, Genética e Epidemiologia, que o docente de Biologia pode explorar junto ao professor de Geografia. Além disso, foram apresentadas formas de como as geotecnologias interagem com os conteúdos, a abordagem docente em sala de aula e as ferramentas e instrumentos necessários. Conteúdos de outras disciplinas como Filosofia, Química, Física,

¹ Graduada em Ciências Biológicas. Mestra em Ecologia Humana e Gestão Socioambiental.

² Graduado em Ciências Biológicas. Mestre em Ecologia Humana e Gestão Socioambiental.

³ Graduada em Ciências Biológicas. Especialista em Saúde Ambiental e Saneamento para comunidades rurais. Mestranda Ecologia Humana e Gestão Socioambiental.

⁴ Graduada em Ciências Biológicas; Mestra e Doutora em Geologia com pesquisas em Arqueologia Pré-Colonial.

Matemática, História e Geografia, também foram listados. As geotecnologias representam um avanço significativo para o ensino, oferecendo um leque de oportunidades para o desenvolvimento de habilidades nos alunos, desde que os desafios, como a falta de infraestrutura adequada, a necessidade de formação continuada dos professores e a garantia de inclusão digital para todos os alunos. Este trabalho, embora não esgote as possibilidades interdisciplinares das geotecnologias, busca servir como guia para docentes de diversas áreas.

Palavras-chave: Geotecnologias. Interdisciplinaridade. Ensino de Biologia. Educação

Abstract

This article aimed to discuss the application of geotechnologies to Biology content, highlighting objectives, interactions with geotechnologies, the classroom approach and the tools and instruments to be adopted. It also proposed the use of geotechnologies in the context of other subjects such as Philosophy, Chemistry, Physics, Mathematics, History and Geography. The research was conducted in a qualitative, exploratory and descriptive, involving literature review, document analysis, and the elaboration of a synthesis table. The contents of Ecology, Biological Evolution, Genetics and Epidemiology were listed, which the Biology teacher can explore together with the Geography teacher. In addition, ways were presented of how geotechnologies interact with the content, the teaching approach in the classroom and the tools and instruments needed. Content from other subjects such as Philosophy, Chemistry, Physics, Mathematics, History and Geography were also listed. Geotechnologies represent a significant advance for teaching, offering a range of opportunities for developing students' skills, provided that the challenges, such as the lack of adequate infrastructure, the need for continuing teacher training and the guarantee of digital inclusion for all students, are met. Although this work does not exhaust the interdisciplinary possibilities of geotechnologies, it seeks to serve as a guide for teachers in various areas.

Keywords: Geotechnologies. Interdisciplinarity. Biology teaching. Education.

1. Introdução

As geotecnologias compreendem um conjunto de técnicas e métodos que integram conhecimentos da Geografia e da Engenharia para geração de dados geoespaciais, para isso, coleta, trata, processa, armazena e analisa dados geográficos (Lemos *et al.*, 2024; Ferreira, 2024). As geotecnologias são compostas por uma série de *hardwares*, *softwares*, técnicas e instrumentos, dentre estes: o sensoriamento remoto, a cartografia digital, a fotometria e aerofotogrametria, a topografia, o sistema de posicionamento global (GPS), sistemas de informações geográficas (SIG), sistema de gerenciamento de banco de dados (SGBD), além de satélites, câmeras, computadores e outros (Giometti, 2012; Martins, 2018; Calderan *et al.*, 2021).

O desenvolvimento da Geotecnologia começou a evoluir e ganhar destaque no século XX, impulsionado pela necessidade de entender e gerenciar o espaço geográfico de maneira mais precisa e eficiente, com avanços significativos na coleta e interpretação de dados geoespaciais (Bitar; Iyomasa; Cabral, 2020; Lemos *et al.*, 2024). No Brasil, o uso das geotecnologias ganhou impulso com a implementação de políticas públicas voltadas para o desenvolvimento tecnológico e a gestão

territorial a partir de 1980. Sobre isto, Breunig *et al.* (2019), afirmam que as geotecnologias emergiram como respostas aos desafios globais em áreas como planejamento urbano, agricultura de precisão, mapeamento territorial, monitoramento ambiental, dentre outros.

As geotecnologias são amplamente aplicadas em diversas áreas, como planejamento urbano, gestão de recursos naturais, monitoramento ambiental, mapeamento da vulnerabilidade ambiental, planejamento e gestão de políticas públicas, saúde pública, agricultura de precisão e engenharia civil (Costa; Vieira, 2018; Mendes *et al.*, 2018; Lemos *et al.*, 2024). No contexto educacional, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) enfatiza a importância das geotecnologias no desenvolvimento do pensamento espacial e na compreensão de informações geográficas (BRASIL, 2018).

A BNCC, por sua vez, destaca a importância da interdisciplinaridade ao afirmar que “as práticas pedagógicas devem integrar diferentes áreas do conhecimento, possibilitando uma abordagem mais ampla e contextualizada dos conteúdos” (BRASIL, 2018, p. 30). Essa relação é essencial para o desenvolvimento de competências relevantes para a vida prática e a atuação na sociedade. Barbosa *et al.* (2021) afirmam que, mesmo no ensino fundamental, a BNCC contribui para o exercício do pensamento espacial nos anos finais, utilizando geotecnologias para melhorar a compreensão e análise de informações geográficas. Complementando essa visão, a BNCC ressalta que “o uso das geotecnologias permite aos estudantes desenvolverem autonomia, senso crítico e habilidades para a resolução de problemas através da investigação científica” (BRASIL, 2018, p. 57).

Para atender as diretrizes da BNCC, é essencial que os alunos utilizem ferramentas como mapas temáticos, *croquis* e outras formas de representação geográfica para analisar a formação territorial e as transformações nas paisagens naturais e antrópicas (BRASIL, 2018). Nesse sentido, diversos autores têm se debruçado sobre a inserção das geotecnologias no ensino de Geografia, destacando seu potencial para melhorar a compreensão espacial dos alunos e desenvolver habilidades analíticas e críticas.

Dentre os estudos que corroboram essa perspectiva, Sousa *et al.* (2017) discutiram as possibilidades de uso de geotecnologias como incentivo para o ensino da Geografia. Já, Oliveira; Nascimento (2017) apontaram as vantagens e restrições da integração das geotecnologias no ensino de cartografia nas escolas. Silva; Santos; Coltri (2023) abordaram as potencialidades e as limitações do uso dos *softwares* livres de geoprocessamento (QGIS e o Google Earth) como recursos didático-pedagógicos a partir de uma experiência com alunos do Ensino Médio. Em 2019, Calderan; Castro; Sena, identificaram as ferramentas mais utilizadas como o *Google Earth* e ArcGIS e, mencionaram a falta de infraestrutura e capacitação. Jordão (2015) abordou a integração de geotecnologias no ensino de Cartografia. Costa; Monte (2022, pág. 7) avaliaram a importância das geotecnologias nas aulas de Geografia, para os autores, “as geotecnologias podem promover uma verdadeira revolução na prática pedagógica, sobretudo no desenvolvimento do raciocínio geográfico”.

Apesar da orientação da BNCC quanto ao uso das geotecnologias, existem desafios a serem superados, como os métodos e instrumentos para o ensino, o nível de qualificação docente e a infraestrutura escolar (Corrêa *et al.*, 2010; Calderan *et al.*, 2021). No entanto, o potencial das geotecnologias para promover a interdisciplinaridade, a participação dos alunos e o aprendizado de conceitos geográficos são inegáveis (Santos *et al.*, 2020).

Embora existam percalços relacionados ao ensino das geotecnologias dentro da própria Geografia, é importante ressaltar o que discorre a BNCC sobre a interdisciplinaridade. O que se propõe neste trabalho supera a falta de infraestrutura, o preparo docente ou metodologias e instrumentos para uso em aula, mas, sim, até pela escassez de trabalhos voltados para a temática, à aplicação das geotecnologias no ensino de conteúdos de Biologia.

No entanto, os trabalhos voltados para a Biologia ainda são poucos ou inexistentes. Como exemplo, Costa (2015) analisou o potencial interdisciplinar das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), representadas pela Internet e pelo *software* Google Earth no ensino de Biologia, com ênfase ao estudo multitemático de uma área urbana com estudantes do ensino médio da rede de Paranaguá, PR.

Batista (2022), por sua vez, criou uma sequência didática que associa o uso de geotecnologia (*software* Google Earth) ao Ensino de Ciências por Investigação para coleta de dados, análise e discussão de questões relacionadas ao conteúdo de Ecologia. Já Pacheco *et al.*, (2024) analisou o uso de mapas esquemáticos (croquis) como método pedagógico no ensino de Biologia em propriedades rurais de estudantes do Curso Técnico em Agropecuária Integrado ao Ensino Médio.

Diante dos fatos apresentados, Alves (2022) ressalta a necessidade de novos trabalhos, a autora realizou um estudo de revisão sistemática sem metanálise baseado no processo de ensino aprendizagem das disciplinas de Ciências, Biologia e Geografia com o auxílio das geotecnologias no ensino Fundamental II e médio. Dos 91 artigos incorporados ao trabalho, a autora encontrou apenas 1 artigo de Biologia, 7 de Ciências e 48 de Geografia. Corroborando a necessidade de novos estudos, Krizek; Alves; Santos (2022) ao realizarem uma revisão bibliográfica sobre o emprego de geotecnologias no ensino de conteúdos ecológicos no Brasil, concluíram que é necessário o estreitamento entre o uso dessas tecnologias e o ensino de Ecologia. Eles destacam a capacitação dos professores e alunos dos cursos de licenciatura em Ciências Biológicas como fator chave para integração.

A partir dos dados, percebe-se que há uma lacuna de pesquisa em Biologia, demonstrando a necessidade de desenvolver e sistematizar a aplicação dessas tecnologias no ensino de Biologia.

A interdisciplinaridade, ao integrar diferentes áreas do conhecimento, proporciona aos alunos uma compreensão mais profunda e abrangente da Biologia e de suas intrincadas relações com o mundo (Amorim *et al.*, 2020). É necessária estimular essa visão crítica nos discentes de tal modo que possam analisar fenômenos complexos, a exemplo das mudanças climáticas, que exige a conexão de conhecimentos da Biologia, Química, Física, dentre outras ciências para compreensão das causas e consequências e para a proposição de soluções. Do mesmo modo, ao estudar doenças infecciosas, os alunos poderão correlacionar o conhecimento biológico sobre patógenos com aspectos sociais, econômicos, culturais e ambientais.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo principal explorar conteúdos de Biologia que podem ser abordados de forma interdisciplinar com a Geografia, com foco nas geotecnologias. Para tanto, o estudo visa sugerir interações entre os conteúdos da Biologia e as geotecnologias, propondo abordagens didáticas para a sala de aula, instrumentos e métodos de trabalho. Além disso, de maneira complementar, o trabalho sugere a aplicação das geotecnologias no ensino de outros componentes curriculares como Filosofia, Química, Matemática, Física e, a própria Geografia.

2. Metodologia

Para o alcance dos objetivos propostos, foi conduzida uma pesquisa qualitativa, exploratória e descritiva de natureza aplicada. Os procedimentos de pesquisa e a consequente análise foram organizados em três momentos.

No primeiro momento, realizou-se uma revisão de literatura, baseada em Gil (2010), focando no uso das geotecnologias no ensino de Geografia e Biologia. Foram consultados artigos de periódicos, documentos oficiais e materiais *on line* publicados entre 2015 e 2025.

No segundo momento, a partir da visão geral dos usos das geotecnologias no ensino de geografia obtidas na revisão, procedeu-se à análise documental da Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2017). Esta análise buscou identificar os conteúdos do componente curricular de Biologia nos quais as ferramentas das geotecnologias podem ser aplicadas ao ensino.

No terceiro momento, com base nos conteúdos identificados e na experiência e expertise dos autores, foi elaborado um quadro síntese. Este quadro detalhou os conteúdos de Biologia, seus objetivos, as correlações com as geotecnologias, sugestões de métodos para o ensino e as ferramentas específicas das geotecnologias que podem ser utilizadas, de forma a nortear os docentes no uso interdisciplinar das geotecnologias.

A análise dos dados seguiu uma abordagem abrangente, fundamentada na análise documental e na elaboração interpretativa do quadro síntese. A abordagem integrou a análise teórica, sugestões práticas e uma discussão sobre os desafios e as oportunidades do uso das ferramentas das geotecnologias, além de breve relato do uso das geotecnologias no ensino de outros componentes curriculares.

3. Resultados e Discussão

A tabela 1 apresenta a intersecção entre a Biologia e as geotecnologias, demonstrando como a integração dessas áreas pode enriquecer o ensino de conteúdos como Ecologia, Biologia evolutiva, Genética e Epidemiologia. Adicionalmente, detalha os tópicos, subtópicos, objetivos de ensino por tema, a integração com geotecnologias, a estratégia docente em sala e propõe ferramentas e instrumentos para o docente.

Tabela 1 - Quadro-síntese da intersecção entre Biologia e Geotecnologias

T ó p i c o	Subtópicos	Objetivos	Interação com as Geotecnologias	Abordagem em sala de aula	Ferramentas e Instrumentos
E c o l o g i a	Ecossistemas	Compreender as interações entre os seres vivos e o ambiente	Caracterização e mapeamento de ecossistemas	1- Promoção de debates sobre problemas ambientais, demonstração de como ferramentas das geotecnologias podem contribuir na caracterização ambiental, no monitoramento e gestão ambiental	Mapas topográficos: (Plataformas de Mapas Online): Google Maps, Google Earth e Open Street Map
	Relações ecológicas	Apontar a importância da biodiversidade	Análise de dados ambientais		
	Cadeias alimentares	Discutir os impactos das atividades	Monitoramento de áreas de conservação		
	Sucessão ecológica				
	Conservação				Sistemas de Informação Geográfica (SIG): Softwares

ambiental	humanas	Estudos de impactos ambientais	<p>2 - Promoção de atividades em grupo: estudo de casos reais sobre o uso das geotecnologias aplicadas para análise de áreas degradadas, da gestão e monitoramento ambiental e na conservação de espécies ameaçadas de extinção</p> <p>2.1- Apontar como o uso de <i>drones</i> permite estudar o relevo, a hidrografia, a vegetação e outros aspectos ambientais. Caso a escola possua um <i>Drone</i>: detalhar o princípio de funcionamento do aparelho, demonstração de voo e orientar a produção de vídeos e/ou documentários enfocando a paisagem onde está inserida a escola, bem como identificar possíveis impactos ambientais no entorno, ou ainda, em outra área de interesse</p> <p>3 - Apesar do foco, primordialmente, ser a sala de aula, a realização de aulas de campo com visitas a parques, campos, matas e rios, onde os alunos possam utilizar as geotecnologias, a exemplo do GPS ou aplicativo de GPS em <i>smartphones</i> para coleta dados e, assim, aprofundar a compreensão sobre o espaço geográfico</p> <p>3.1- Observação de fenômenos naturais:</p>	<p>como QGIS e gvSIG</p> <p>Receptores GPS e aplicativo de GPS em <i>smartphones</i></p> <p>Veículo aéreo não tripulado (VANT – “Drones”)</p> <p>Equipamentos como bússola, clinômetro e trena eletrônica</p>
-----------	---------	--------------------------------	---	---

				<p>apontar como a distribuição e caracterização de solos podem ser realizadas com o auxílio de <i>drones</i> e mapas</p> <p>4 - Com o auxílio da topografia, medir a altura das árvores com um clinômetro de modo a facilitar o entendimento da análise e estrutura de florestas</p> <p>5 - Com elementos da topografia, demonstrar como uso da bússola ou GPS, é essencial para orientação e navegação, bem como para a leitura e interpretação dos elementos de mapas</p>	
<p>E v o l u ç ã o B i o l ó g i c a</p>	<p>Teoria da evolução de Darwin e Lamarck</p> <p>Mecanismos de especiação (isolamento reprodutivo e seleção natural)</p> <p>Filogenia</p>	<p>Compreender o processo de evolução dos seres vivos</p> <p>Mecanismos de adaptação e a formação de novas espécies</p>	<p>Auxílio na análise da distribuição geográfica de espécies ao longo do tempo</p> <p>Identificação de áreas de isolamento geográfico que podem levar à especiação</p> <p>Reconstrução de cenários paleoambientais</p>	<p>1 - Aplicação de <i>software</i> demonstrativo de árvore filogenética</p> <p>2 - Através de aula teórica, explorar como as geotecnologias são aplicadas na análise da ecologia das espécies, bem como os fatores ambientais (mudanças no habitat e impactos das mudanças climáticas, etc.) influenciam na distribuição, para tanto, o docente poderá fazer uso de <i>drone</i> para mapear uma área natural de interesse e fazer correlações com os discentes</p> <p>3 - Realização de análise de mapas temáticos e de dados</p>	<p><i>Software</i> de análise filogenética</p> <p>Animações, jogos e simuladores</p> <p>Mapas <i>On line</i>: Google Maps, Google Earth, Geobahia</p> <p>Dados de datação de fósseis: <i>sites</i> para consulta de fósseis: Sistema LUND, Tour Virtual: mz.usp</p> <p>Mapa digital das localidades fossilíferas do Brasil: Agência Nacional de Mineração e dinosaurpictures</p>

				<p>oficiais de distribuição de espécies e debater fatores que possam está estimulando o aparecimento de caracteres antes não detectados em indivíduos</p> <p>4 - Realizar buscas a partir de <i>sites</i> de paleontologia, visando identificar os fósseis mais comuns no Brasil, correlacionando com a escala geológica e com as grandes extinções, também, discutir o papel das grandes extinções e o aumento da biodiversidade subsequente</p> <p>5 - Apresentar a Tafonomia e os processos de fossilização a partir de animações ou confeccionar em maquete. Além disso, discutir o conceito de adaptação e como as mudanças ambientais e climáticas influenciam as taxas de migração, extinção e evolução das espécies (apresentação de filmes e debate)</p> <p>6 - Promoção de roda de conversa para discutir a distribuição de formações e rochas mais propícias para a existência de fósseis através de mapas geológicos</p> <p>7- Utilizar <i>drones</i> para mapear áreas e até inferir sobre paleoambientes</p>	
G	Estrutura do	Compreender	Mapeamento de	1- Explicação dos	Modelos de

<p>e n é t i c a</p>	<p>DNA</p> <p>Replicação, transcrição e tradução</p> <p>Genética mendeliana e Mutações</p> <p>Genética humana e de populações.</p>	<p>a estrutura e função do material genético, os mecanismos hereditários e as bases da genética humana</p>	<p>áreas de ocorrência de doenças genéticas</p> <p>Análise e distribuição de populações humanas com diferentes características genéticas</p> <p>Investigação da relação entre fatores ambientais e doenças genéticas</p>	<p>conceitos básicos de genética</p> <p>2 - Discussão das aplicações da genética na medicina e na biotecnologia</p> <p>3 - Promoção de debates sobre questões éticas relacionadas à genética. Também realizar aula prática sobre extração de DNA utilizando matérias de baixo custo</p> <p>4 - Aplicar os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) para criar mapas que mostram a distribuição de doenças genéticas em diferentes regiões, identificar padrões e investigar possíveis relações com fatores ambientais</p> <p>5 - A partir de mapas interativos, mostrar a distribuição de diferentes grupos étnicos e discutir suas características genéticas, cabendo ainda, debater como alguns fatores, i. e. mutação, migração, deriva genética, etc., podem alterar a frequência de determinados genes em uma população com o passar do tempo</p> <p>6 - Outro tema a ser explorado, trata-se da correlação entre a exposição a agrotóxicos e o aumento da incidência de alguns tipos de cânceres.</p>	<p>DNA</p> <p><i>Softwares</i> demonstrativos de bioinformática</p> <p>Equipamentos de laboratório para análise de DNA (demonstrativo: extração de DNA de frutas); reagentes, microscópios, lâminas e lamínulas; materiais para coloração de células e modelos de células</p> <p><i>Softwares</i> de Análise Espacial: Qgis</p> <p>Imagens de Satélite: Plataformas como <i>Google Earth</i></p> <p>Aplicativos de GPS para <i>smartphones</i></p>
--	--	--	--	--	--

				Para isso, o professor deverá junto com os alunos, investigar as bases de dados oficiais de saúde, analisar as regiões onde predominam a agricultura baseada no uso de agrotóxicos e confeccionar mapas de incidências	
E p i d e m i o l o g i a	Doenças Infecciosas e Vetores Zoonoses, epidemias e endemias Saúde pública, medidas de prevenção e controle de doenças	Compreender os mecanismos de transmissão de doenças, os fatores de risco e as estratégias de prevenção e controle.	As geotecnologias são ferramentas essenciais na epidemiologia, auxiliando na identificação de áreas de maior risco de transmissão de doenças, no mapeamento de vetores, na análise da distribuição espacial de doenças e na avaliação de impactos de medidas de controle	1 - Discutir as principais doenças com foco nas relacionadas à falta de saneamento básico, epidêmicas e zoonóticas que mais afetam a população 2 - Analisar mapas de distribuição de doenças, discutir a importância da vacinação e de outras medidas de prevenção 3 - Com as ferramentas de SIG é possível a elaboração de mapas sobre a incidência de doenças em diferentes regiões a partir do cruzamento de dados oficiais das doenças investigadas, bem como analisar os fatores de risco, i.e., sexo, idade, escolaridade e renda, entre outras 4 - Promover debates sobre a importância da vacinação e de outras medidas de prevenção	Softwares de SIG: QGIS e gvSIG Dados de saúde: Saneamento (SNIS); IBGE; Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA); Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS); Sistema de Informação de Agravos de Notificação (Sinan) Ferramentas de Análise Espacial: Google Earth, Wikimapia Aplicativos de GPS em <i>smartphones</i> Dados espaciais: INDE; INPE

Fonte: os autores, 2025.

A apresentação das ferramentas e instrumentos das geotecnologias, e até da topografia, aplicáveis ao tema, busca instrumentalizar o docente para a

implementação de atividades práticas e envolventes que despertem o interesse dos alunos e promovam uma aprendizagem mais significativa.

Para apoiar o docente na implementação de atividades práticas, entre os instrumentos e ferramentas sugeridos estão os *softwares* de geoprocessamento, como QGIS (Quantum GIS) e gvSIG (Generalitat Valenciana Sistema d'Informació Geogràfica), ambos sistemas de informação geográfica (SIG) de código aberto, além do *Google Earth Pro*, um *software* de visualização geográfica desenvolvido pelo Google. Para a coleta de dados em campo, são recomendados receptores GPS (Sistema de Posicionamento Global) e aplicativos para *smartphones*, como *Locus Map*, *Avenza Maps* e *Mappt Elements*, que oferecem ferramentas para navegação e coleta de dados de GPS, criação de *waypoints* e visualização de mapas. Os *Drones*, veículos aéreos não tripulados, também são destacados. Por fim, a câmera fotográfica do próprio aparelho e clinômetros para *smartphones* são úteis.

Além desses recursos diretos para coleta e visualização, outras ferramentas como plataformas *online* de mapas interativos como os disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), pela Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE), pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), também, são importantes para análise de dados geográficos. Além dos portais oficiais de dados paleontológicos, estes são de significativa relevância para a pesquisa e análise relacionadas à evolução biológica. De igual modo, recursos educacionais abertos, incluindo vídeos instrucionais, animações, jogos interativos e simuladores, oferecem suporte didático adicional. Por fim, *softwares* especializados em análise filogenética também podem ser empregados para estudos em Biologia evolutiva.

Letramento digital e a cidadania científica

A integração das geotecnologias no ensino de Biologia não supera apenas à aplicação de ferramentas tecnológicas no ensino. Ao utilizar as geotecnologias para analisar problemas reais como desmatamento ou epidemias, os alunos são estimulados ao pensamento crítico. Essa abordagem não enriquece apenas as aulas, mas também desperta o senso de cidadania e promove a educação científica (Janning *et al.*, 2024).

Além disso, a inclusão das geotecnologias no ensino estimula o desenvolvimento de habilidades desejáveis para o século XXI, como afirmam Lima; Neto; Carvalho (2022). A familiarização com *softwares* e ferramentas de geoprocessamento, acredita-se, contribua significativamente para o letramento digital. Corroborando a fala dos autores, Cruz; Morais (2023) afirmam que a inclusão das geotecnologias também contribui para o desenvolvimento de habilidades sociais por meio de trabalhos colaborativos. Além disso, a aprendizagem ativa, impulsionada por instrumentos das geotecnologias, transforma os alunos em protagonistas do processo de aquisição do conhecimento, estimulando a inovação e a criatividade.

Neste contexto de integração tecnológica, a Geração Z, composta por jovens nascidos entre o final dos anos 1990 e o início dos anos 2010, é frequentemente caracterizada por sua relação íntima com a tecnologia (Rech *et al.*, 2017). Essa familiaridade com a tecnologia os torna nativos digitais, aptos a navegar em diversas plataformas e utilizar ferramentas tecnológicas com facilidade.

Aproveitando essa familiaridade, algumas das propostas sugeridas neste trabalho propõem o uso de aplicativos para *smartphone* como Google Earth Pró, GPS, bússola, clinômetro, aproveitando o fato da grande maioria dos jovens

possuírem ou terem acesso a *smartphones*, *tablets*, *notebooks*, mas, claro, deve-se considerar que a parcela de alunos que não dispõe também participe das ações, para tanto, é necessário que as escolas disponham de GPS, bússolas, clinômetros, trenas e computador com acesso à *internet*.

É nesse contexto que a legislação, Lei nº 15.100, de 13 de janeiro de 2025, embora proíba o uso de aparelhos eletrônicos portáteis pessoais por estudantes em estabelecimentos de ensino públicos e privados da educação básica, em seu Art. 2º, § 1º, permite o uso desses dispositivos em sala de aula para fins estritamente pedagógicos ou didáticos, conforme orientação dos profissionais de educação (BRASIL, 2025, pág. 1). Portanto, essa é uma oportunidade excepcional para aplicar o *smartphone* em práticas pedagógicas.

No entanto, é crucial reconhecer que o uso excessivo de aparelhos eletrônicos pode trazer riscos significativos à saúde mental, social e física desses jovens. Zanca; Tono (2018) indicam que o tempo prolongado em frente às telas está associado a problemas como ansiedade, depressão, isolamento social e sedentarismo. Os autores apontam para impactos biopsicossociais significativos, destacando a necessidade de conscientização e de mudanças nas práticas pedagógicas e na gestão escolar dos recursos tecnológicos. O vício em tecnologia, especialmente em aparelhos eletrônicos, pode ser causado por vários fatores, a exemplo da ausência de controle dos pais (regras e limites), do reforço positivo, do medo de ficar de fora (FOMO), entre outros (Moura *et al.*, 2002; Nunes *et al.*, 2021).

Adotando uma perspectiva equilibrada, utilizar dispositivos de forma parcimoniosa pode transformar essas ferramentas em aliadas no processo de aprendizagem. Quando integradas ao contexto educacional, as tecnologias podem enriquecer o conhecimento e preparar os jovens para um futuro repleto de desafios tecnológicos. É importante que a Geração Z aprenda a dominar as tecnologias emergentes como Inteligência Artificial Regenerativa - IA, computação quântica, robôs colaborativos (COBOTS), robôs móveis autônomos (AMRs), entre outras. Além disso, é crucial que compreendam temas contemporâneos de grande relevância, como crise climática, geopolítica e conflitos, desigualdade social e econômica, saúde global e sustentabilidade, ao mesmo tempo que possam conciliar o uso daquelas tecnologias para a resolução de problemas ambientais, de saúde, econômicos e sociais.

Contudo, apesar do alto custo de alguns instrumentos e dispositivos de SIG apresentam, existem alternativas acessíveis e, muitas vezes, gratuitas. Por exemplo, aplicativos e plataformas *online* gratuitas como o *Google Earth*, o *Open Street Maps* e o *Sentinel Hub Playground*, além de recursos mais tradicionais como mapas impressos, atlas, maquetes e modelos de relevo. Nesse sentido, a busca por recursos didáticos acessíveis, gratuitos ou de baixo custo associados a diferentes abordagens pedagógicas aumentam a possibilidade de inclusão de todos os alunos independentemente de suas necessidades e condições. Ao adotar essa postura proativa, o educador pode transformar o ensino de Biologia em uma experiência mais significativa, engajadora e transformadora.

Assim, espera-se que, após conhecerem as ferramentas básicas das geotecnologias, os discentes saibam buscar e consultar informações que podem afetar sua vida, bem-estar, saúde e meio ambiente, tornando-se agentes difusores de conhecimento. O uso estratégico da tecnologia na educação exige, portanto, um esforço contínuo para desenvolver práticas pedagógicas inovadoras, infraestrutura adequada e, crucialmente, a conscientização sobre o uso responsável e equilibrado dos dispositivos digitais.

Neste contexto de valorização do uso estratégico da tecnologia e visando uma formação mais completa e integrada, a interdisciplinaridade emerge como um pilar fundamental. No cenário atual da educação brasileira, a interdisciplinaridade não é uma novidade, já há anos de debates, contudo, é necessário o estímulo para que docentes abordem e desenvolvam mecanismos de interação entre suas disciplinas e a de outros componentes curriculares. Neste sentido, acreditamos que a aplicação das geotecnologias de forma interdisciplinar, é possível nas diversas disciplinas como História, Filosofia, Física, Matemática, Química e Biologia, além da própria Geografia que discute primordialmente o tema.

Para detalhar essa proposta, e embora o foco principal do presente trabalho se debruce sobre o ensino de Biologia, sugere-se aqui, também, uma abordagem introdutória que professores de outros componentes curriculares poderão trabalhar.

Geotecnologias nas Ciências Humanas

O docente de Filosofia poderá abordar as implicações éticas no uso das geotecnologias, ex.: o uso de *drones* em ações de espionagem ou coleta de dados sensíveis; implicações geopolíticas com o uso das geotecnologias para fins militares ou de vigilância (Gomes *et al.*, 2024), também, inferências sobre o impacto da tecnologia na sociedade. Neste ínterim, discutir conexões entre ética, privacidade e uso da tecnologia, bem como a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD) - Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018, neste debate, empresas e organizações que utilizam geotecnologias para coletar e tratar dados pessoais de brasileiros devem estar em conformidade com a LGPD (BRASIL, 2018).

Além das questões éticas e sociais, é importante considerar o acesso e a inclusão de comunidades marginalizadas, visto que podem não ter acesso a essas ferramentas, limitando sua participação em processos de tomada de decisão. Também é crucial abordar a responsabilidade ambiental no uso das geotecnologias para garantir o desenvolvimento sustentável com à aplicação em monitoramento, gestão e educação ambiental, além da redução de impactos ambientais (Mendonça *et al.*, 2011).

Ao aplicar as ferramentas das geotecnologias em suas aulas de História, o docente deve trabalhar as primeiras representações do espaço geográfico brasileiro e a evolução da cartografia no Brasil (Archela, 2007); mapear as pinturas e gravuras rupestres e suas tradições, além de outros sítios arqueológicos (cerâmicos e líticos) ao longo do território brasileiro (Justamand, 2014); apontar a evolução das técnicas de medição de terrenos; investigar a origem e a evolução das geotecnologias; investigar a invenção da bússola, do astrolábio, do teodolito e da estação total; estudar a vida e obra de matemáticos, astrônomos e geógrafos que contribuíram para o surgimento e consolidação das geotecnologias.

Nessa mesma linha de raciocínio histórico, o docente poderá explorar, também, como a necessidade de medir terras, construir estradas e navegar, impulsionou o desenvolvimento da cartografia. Analisar como as geotecnologias foram usadas para fins militares e como a expansão marítima, a invenção das caravelas e da cartografia permitiu a exploração de novos lugares no mundo. Discutir o uso das geotecnologias no imperialismo para mapear territórios colonizados, e como o domínio do espaço geográfico se tornou crucial para o poder político e militar, neste ínterim, explicar a Teoria do Poder Marítimo e a Teoria do Poder Terrestre. Examinar as implicações sociais e geopolíticas, desde a delimitação de fronteiras até a prevenção de desastres.

Adicionalmente, considerando o papel fundamental da Geografia, embora os conteúdos de Geotecnologias sejam tradicionalmente abordados nesse componente curricular. O professor pode e deve explorar as geotecnologias de forma contextualizada com outros temas, a exemplo da climatologia para analisar dados climáticos e meteorológicos com o auxílio de imagens de satélites; mapear formas de relevo com o auxílio de *drones* e imagens de satélite; analisar a gestão de recursos hídricos com monitoramento de bacias com as ferramentas de geotecnologias; já no campo da urbanização, analisar a urbanização com SIG; discutir a agricultura de precisão com dados geoespaciais. Em análise do meio ambiente: monitorar desmatamentos e a degradação do solo, entre outros. Analisar fronteiras com dados geoespaciais; além da demografia com mapas interativos e planejamento de transportes com geotecnologias (Leite; Rosa, 2006; Sousa *et al.*, 2017; Santos *et al.*, 2019; Sousa *et al.*, 2022), são algumas das diversas possibilidades que o docente pode explorar.

Para complementar o ensino de Geografia e as demais disciplinas, o professor pode integrar diversas atividades práticas. Isso inclui desde levantamentos topográficos e a exploração de dados espaciais com o auxílio de *softwares* como QGIS e Google Earth, até a simulação de curvas de nível com maquetes de montanha. A construção de teodolitos (Monolito Nimbus, 2014) e o uso do *Geocaching*, onde participantes usam GPS para encontrar “caches” escondidos, são outras opções engajadoras. Além disso, projetos interdisciplinares integrando a Matemática, a Geografia, a Física e Engenharia, também são viáveis.

Geotecnologias nas Ciências Exatas

A aplicação dos conceitos e ferramentas das geotecnologias nas ciências exatas permite compreender e interagir com o espaço geográfico de forma precisa. A Matemática é fundamental nesse contexto, fornecendo a base teórica e ferramentas para coleta, análise e representação de dados espaciais. O professor de matemática poderá explorar as projeções cartográficas. Além disto, os sistemas de coordenadas, a geometria e a trigonometria aplicada na topografia para o cálculo de distâncias, ângulos e áreas; enquanto no sensoriamento remoto e no processamento de imagens discutir as relações algorítmicas envolvidas na análise imagens de satélites (Sousa *et al.*, 2019). Como se observa, o professor poderá usar correlações entre a topografia e as geotecnologias para enriquecer o ensino de matemática, proporcionando aos alunos uma compreensão mais abrangente dos conceitos matemáticos aplicados nas ciências geoespaciais.

No campo da Física, o docente deve explicar como a fotogrametria utiliza a sobreposição de fotos para criar modelos 3D. Além disso, é importante explicar como as faixas do espectro eletromagnético são aplicadas no sensoriamento remoto, bem como, este conhecimento é aplicado na agricultura de precisão, no monitoramento ambiental e na previsão do tempo. Por fim, abordar os princípios da física aplicados no funcionamento do GPS (Zanotta *et al.*, 2011; Santos *et al.*, 2020; Cataneo; Cavichioli, 2023).

Por sua vez, o professor de Química pode explorar a qualidade do solo com a Geografia, utilizar *softwares* de SIG para mapear a distribuição de diferentes tipos de solo em uma área e relacionar com dados de fertilidade e uso do solo. Mapear a distribuição de poluição e recursos hídricos e fontes de poluição do ar, como indústrias, veículos e queimadas, e analisar a dispersão de poluentes na atmosfera com o auxílio de SIG.

4. Considerações Finais

O presente trabalho não tem a pretensão de esgotar todas as possibilidades de uso interdisciplinar das geotecnologias no ensino de Biologia. Além disso, buscou-se mostrar as aplicações práticas dessas tecnologias no cotidiano das ciências ensinadas, conferindo maior sentido e relevância ao aprendizado dos estudantes.

Apesar do suporte potencial que as geotecnologias podem colaborar no ensino interdisciplinar e contextualizado de alguns conteúdos trabalhados pelo Biologia, alguns obstáculos precisam ser superados, a exemplo da falta de infraestrutura adequada (falta de equipamentos como computadores que suportem rodar os programas e acesso à internet de qualidade), treinamento e formação continuada de docentes, é sabido que muitos, dentre esses, aqueles formados em Geografia possuem dificuldades de acesso e manejo de determinados *softwares*, acesso a certas ferramentas das geotecnologias e, em alguns casos, há ainda, a necessidade de despertar o interesse do docente para o uso dessas tecnologias.

Espera-se que a aplicação dessas ferramentas promova o desenvolvimento de capacidades e habilidades geoespaciais, além de estimular o *senso crítico* dos alunos.

Para trabalhos futuros, sugere-se aprofundar a aplicação prática das geotecnologias no ensino de Biologia através de estudos de caso detalhados, desenvolvimento de materiais didáticos específicos e programas de formação continuada para professores. Além disso, a criação de projetos interdisciplinares e o uso de dados abertos podem enriquecer ainda mais a experiência educacional.

Referências

AGUIAR, P. F. Geotecnologias como metodologias aplicadas ao ensino de geografia: uma tentativa de integração. **GEOSABERES: Revista de Estudos Geoeducacionais**, Fortaleza, v. 4, n. 8, p. 53-66, jul./dez. 2013. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/5528/552856432007.pdf>. Acesso em: 3 jul. 2025.

ALVES, M. E. **Utilização das geotecnologias no ensino fundamental II e médio, nas disciplinas de biologia, ciências e geografia**: geotecnologias. 2022. 28 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2022. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/3f15f183-b479-428b-b815-0253cbab5fc0/content>. Acesso em: 19 jul. 2025.

AMORIM, Y. S. et al. Interdisciplinaridade no ensino de biologia: movimento articulador do fazer pedagógico e do processo de ensino e de aprendizagem. **Revista Interfaces: Saúde, Humanas e Tecnologia**, v. 8, n. 1, p. 409-416, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.16891/742>. Acesso em: 5 jan. 2025.

ARCHELA, R. S. Evolução histórica da cartografia no Brasil: instituições, formação profissional e técnicas cartográficas. **Revista Brasileira de Cartografia**, [S. l.], n. 59/03, dez. 2007. Disponível em: https://docs.ufpr.br/~deni_ern/CD2020/A1/315-895-1-PB%20%281%29.pdf. Acesso em: 2 jul. 2025.

BARBOSA, C. B.; SILVA, J. T.; COLLISCHONN, E. BNCC e geotecnologias: contribuições para exercitar o pensamento espacial nos anos finais do ensino fundamental. **Revista de Educação e Tecnologia**, [S. l.], v. 5, n. 3, p. 45-60, 2021.

Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/semgeoufpel/2021/11/19/bncc>. Acesso em: 3 fev. 2025.

BATISTA, Patrícia Maria. **Percepção ambiental e o uso das geotecnologias no ensino de Ciências por investigação**. 2022. 100 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/55889>. Acesso em: 19 jul. 2025.

BITAR, O. Y.; IYOMASA, W. S.; CABRAL JR., M. Geotecnologia: tendências e desafios. **São Paulo Perspectiva**, São Paulo, v. 14, n. 3, p. 1-15, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-88392000000300013>. Acesso em: 20 jan. 2025.

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, p. 1, 15 ago. 2018. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20152018/2018/lei/L13709.htm. Acesso em: 19 jul. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 19 jul. 2025.

BREUNIG, F. M. et al. Reflexões sobre as geotecnologias no contexto da geografia do Brasil. **Revista de Geografia da Universidade Federal do Paraná**, Curitiba, v. 46, n. 2, p. 185-198, 2019. Disponível em: <http://orcid.org/0000-0002-0405-9603>. Acesso em: 5 fev. 2025.

CALDERAN, D. de L.; CASTRO, B. J. de; SENA, C. C. R. G. de. A utilização de geotecnologias no Ensino de Geografia na Educação Básica: uma análise de artigos da área de Geografia (2009-2019). In: ENCONTRO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM GEOGRAFIA, 14., 2021. **Anais [...]**. [S. l.]: Editora Realize, 2021. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/enanpege/2021>. Acesso em: 2 jul. 2025.

CATANEO, J. V.; CAVICHIOLI, F. A. Agricultura de precisão: o uso da agricultura digital no campo. **Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 20, n. 1, p. 435, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.31510/infa.v20i1.1575>. Acesso em: 2 jul. 2025.

CORRÊA, M. G. G.; FERREIRA, R. R.; PAINI, L. D. Os avanços tecnológicos na educação: o uso das geotecnologias no ensino de geografia, os desafios e a realidade escolar. **Acta Scientiarum. Human and Social Sciences**, [S. l.], v. 32, n. 1, 2010. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Marcio-Greyck-Correa/publication/269566447>. Acesso em: 5 fev. 2025.

COSTA, G. J. de A.; VIEIRA, C. I. de P. Geotecnologias para análise da vulnerabilidade ambiental do núcleo de desertificação do Piauí. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, 2018. Disponível em:

<http://www.aventurasegura.org.br/cursos-e-eventos/solucoes-educacionais/a-distancia/>. Acesso em: 30 jan. 2025.

COSTA, K. P. G. Articulação de TIC no ensino de biologia para estudo interdisciplinar de uma área urbana: Ilha dos Valadares - PR.

Dissertação (Mestrado Profissional em Formação Científica, Educacional e Tecnológica) - Programa de Pós-graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba. 2015. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/1354> . Acesso em: 19 jul. 2025.

COSTA, R. V.; MONTE, L. A. Reflexões sobre o uso das geotecnologias no Ensino de Geografia: Vivências a partir do subprojeto do PIBID de Geografia da UFPI (2020-2022). **Geografia: Publicações Avulsas**. Teresina, v. 5, n. 1, p. 140-159, jan./jun. 2023. Disponível em: <https://revistas.ufpi.br/index.php/geografia/article/view/13899>. Acesso em: 19 jul. 2025.

CRUZ, L. de O.; MORAIS, E. G. de. O uso do Google Earth como metodologia no ensino de Cartografia para estudantes do ensino médio. **Geoconexões**, [S. l.], v. 3, n. 17, p. 4–23, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.15628/geoconexes.2023.15806>. Acesso em: 8 jan. 2025.

FERREIRA, C. A. **Sistemas de Informação Geográfica (SIG) na Prática**. 3. ed. Brasília: Editora Universitária, 2024.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2010. GIOMETTI, A. B. dos R. **Geotecnologias na representação do espaço geográfico**. 2012. [Monografia ou similar]. Unesp, [S. l.], 2012. Disponível em: <https://acervodigital.unesp.br/handle/123456789/47179>. Acesso em: 10 jan. 2025.

GOMES, P. H. F. et al. Importância, escassez e problemáticas do uso de geotecnologias em projetos de extensão. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 20., 2024, [S. l.]. **Anais [...]**. [S. l.]: [s. n.], 2024. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/sbgfa/2024/TRABALHO_COMPLETO_EV_206_MD1_ID57_TB206_15092024222305.pdf. Acesso em: 25 fev. 2025.

JANNING, D. P. et al. Discursos de cidadania na educação em ciências e biologia presentes e silenciados na BNCC: qual cidadania queremos na América Latina? **Revista Vitruvian Cogitationes**, Maringá, v. 5, n. 2, e024003, out. 2024. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/385265512>. Acesso em: 24 jan. 2025.

JORDÃO, B.; SILVA, E. S. da; PINHEIRO, A. C. Geotecnologias como recursos didáticos em apoio ao ensino de cartografia nas aulas de geografia do ensino básico. **Revista de Geociências do Nordeste**, [S. l.], v. 32, n. 1, 2015. Disponível em: <https://www.academia.edu/75014917>. Acesso em: 5 fev. 2025.

JUSTAMAND, M. As pinturas rupestres do Brasil: memória e identidade ancestral. **Memorare**, Tubarão, v. 1, n. 2, p. 118-141, jan./abr. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.19177/memorare.v1e22014118-141>. Acesso em: 2 jul. 2025.

KRIZEK, J. P. O.; ALVES, S. L.; SANTOS, L. C. M. Estado da arte da utilização de geotecnologias no ensino de Ecologia: uma análise quali-quantitativa. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, [S. l.], v. 15, n. 1, p. 290–313, 2022. DOI: 10.46667/renbio.v15i1.674. Disponível em: <https://renbio.org.br/index.php/sbenbio/article/view/674>. Acesso em: 19 jul. 2025.

LEITE, M. E.; ROSA, R. Geografia e geotecnologias no estudo urbano. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 7, n. 17, p. 180–186, 2006. DOI: 10.14393/RCG71715396. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/15396>. Acesso em: 2 jul. 2025.

LEMOS, J. E. et al. Geotecnologias, sistemas de informação geográfica e suas aplicações na Geografia da saúde. **Humanidades & Tecnologia (FINOM)**, [S. l.], v. 49, [p. a-b], jul./set. 2024. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.12682741>. Acesso em: 2 jul. 2025.

LIMA NETO, N. V.; CARVALHO, A. B. de. Letramento digital: breve revisão bibliográfica do limiar entre conceitos e concepções de professoras e de professores. **Linguagem e Tecnologia**, [S. l.], v. 14, n. 2, 2022. DOI: 10.35699/1983-3652.2022.40207. Disponível em: <https://www.periodicos.ufmg.br/index.php/textolivres/article/view/40207>. Acesso em: 24 jan. 2025.

MARTINS, B. O. **As geotecnologias no ensino de geografia**: uma análise nos anos iniciais do ensino fundamental I. 2018. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-graduação em Geografia do Pontal, Universidade Federal de Uberlândia, Ituiutaba, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/25249/3>. Acesso em: 17 jan. 2025.

MENDES, J. N.; SOUSA, I. B. B.; COSTA, M. J. F. As geotecnologias aplicadas à análise da insegurança no transporte público do município de São Luís –MA –Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE GEÓGRAFOS, 19., 2018, João Pessoa. **Anais [...]**. [S. l.: s. n.], 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/338701773>. Acesso em: 17 jan. 2025.

MENDONÇA, R. A. M. de; BERNASCONI, P.; SANTOS, R. dos; SCARANELLO, M. **Uso das geotecnologias para gestão ambiental**: experiências na Amazônia Meridional. Cuiabá: ICV - Instituto Centro de Vida, 2011. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/273574527>. Acesso em: 17 jan. 2025.

MONOLITO NIMBUS. **Teodolito: o que é e como usar**. 2014. Disponível em: <https://www.monolitonimbus.com.br/teodolito-o-que-e-e-como-usar/>. Acesso em: 6 fev. 2025.

MOURA, D. F. et al. Fear of missing out (FoMO), mídias sociais e ansiedade: uma revisão sistemática. **Psicología, Conocimiento y Sociedad**, [S. l.], v. 11, n. 3, p. 147-168, nov. 2021-abr. 2022. Disponível em: <https://revista.psico.edu.uy/index.php/revpsicologia/article/view/660/484>. Acesso em: 6 fev. 2025.

NASCIMENTO, D. T. F.; OLIVEIRA, I. J. As geotecnologias e o ensino de cartografia nas escolas: potencialidades e restrições. **Revista Brasileira de Educação em Geografia**, Campinas, v. 7, n. 13, p. 158-172, jan./jun. 2017. Disponível em: <https://revistaedugeo.com.br/revistaedugeo/article/view/491/233>. Acesso em: 3 jul. 2025.

NUNES, P. P. B. et al. Fatores relacionados à dependência do smartphone em adolescentes de uma região do Nordeste brasileiro. **Ciênc. Saúde Coletiva**, [S. l.], v. 26, n. 7, p. 2749-2758, jul. 2021. DOI: 10.1590/1413-81232021267.08872021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/J8zHp9rW7bRHS5JzZdfyZnp/>. Acesso em: 17 fev. 2025.

OLIVEIRA, I. J.; NASCIMENTO, D. T. F. As geotecnologias e o ensino de cartografia nas escolas: potencialidades e restrições. **Revista Brasileira de Educação em Geografia**, Goiânia, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.46789/edugeo.v7i13.491>. Acesso em: 17 fev. 2025.

PACHECO, A. de A.; SOARES, F. das C.; ZAÚ, A. S.; FREITAS FILHO, D. G. de; SANTOS, R. C. dos; MARES, E. K. L.; DIAS, M. L.; VERGOLINO, P. L. G.; MARINHO, R. de O.; REIS, F. T. C. dos; LIMA, F. de P. V. O uso de croquis no ensino de biologia para jovens do campo. **CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES**, [S. l.], v. 17, n. 3, p. e5989, 2024. DOI: 10.55905/revconv.17n.3-299. Disponível em: <https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/5989>. Acesso em: 19 jul. 2025.

RECH, I. M.; VIÊRA, M. M.; ANSCHAU, C. T. Geração Z, os nativos digitais: como as empresas estão se preparando para reter esses profissionais. **Revista Tecnológica**, [S. l.], v. 6, n. 1, p. 152-166, set. 2017. ISSN 2358-9221. Disponível em: <https://uceff.edu.br/revista/index.php/revista/article/view/223>. Acesso em: 23 fev. 2025.

SANTOS, A. C.; PAULO, G. V. C.; SILVA, E. B. Uso de geotecnologias como recurso didático para o ensino. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 19., 2019, Santos, SP. **Anais [...]**. Santos: Editora [?], 2019. Disponível em: <http://marte2.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/marte2/2019/09.06.13.12/doc/97336.pdf?linktype=relative>. Acesso em: 2 jul. 2025.

SANTOS, C. V. B. et al. Uso de Sensoriamento Remoto na análise da temperatura da superfície em áreas de floresta tropical sazonalmente seca. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Campinas, v. 13, n. 3, p. 941-953, 2020. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/342022582>. Acesso em: 2 jul. 2025.

SOUSA, A. B.; FACUNDO, A. L.; GARCIA, T. C. M.; MOREIRA, M. F. Geotecnologia e ensino de geografia: uma proposta para estudar bacias hidrográficas usando o Google My Maps no Ensino Médio. **Revista Brasileira de Educação em Geografia**, Campinas, v. 12, n. 22, p. 05-24, jan./dez., 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.46789/edugeo.v12i22.1150>. Acesso em: 2 jul. 2025.

SOUSA, I. B.; JORDÃO, B. G. F. Geotecnologias como recursos didáticos em apoio ao ensino de cartografia nas aulas de geografia do ensino básico. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 16, n. 53, p. 150–163, mar. 2015. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/>. Acesso em: 3 jul. 2025.

SOUSA, W. G. et al. Geotecnologias aplicadas ao ensino de geografia: um recurso tecnológico de aprendizado para o ensino médio. In: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA, 2017, Belém. **Anais [...]**. [S. l.: s. n.], 2019. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/332739724>. Acesso em: 3 jul. 2025.

SILVA, A. R.; SANTOS, V. M. N.; COLTRI, P. P. Uma experiência utilizando geotecnologias com alunos do ensino médio. **Terrae Didatica**, Campinas, SP, v. 19, n. 00, p. e023009, 2023. DOI: 10.20396/td.v19i00.8672033. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/td/article/view/8672033>. Acesso em: 19 jul. 2025.

ZANOTTA, D. C.; CAPPELLETTO, E.; MATSUOKA, M. T. O GPS: unindo ciência e tecnologia em aulas de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [S. l.], v. 33, n. 2, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-11172011000200014>. Acesso em: 3 jul. 2025.

ZANCA, C. R. B., TONO, C. C. P. Hábitos dos adolescentes quanto ao uso das mídias digitais. **EDUCA - Revista Multidisciplinar em Educação**, [S. l.], v. 5, n. 11, p. 98, set. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.26568/2359-2087.2018.2647>. Acesso em: 3 jul. 2025