

# GEO FRONTER

ISSN: 2447-9195

## **ENTRE TEORIAS E PRÁTICAS DE APRENDIZAGEM EM CLIMATOLOGIA NO ENSINO SUPERIOR: DESAFIOS E POTENCIALIDADES**

Between theories and learning practices in climatology in higher education: challenges and potentialities

Entre teorías y prácticas de aprendizaje en climatología en la educación superior: desafíos y potencialidades

---

**Rafaela Melissa Andrade Ferreira**

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP

**Resumo:** Este estudo tem como objetivo oferecer reflexões críticas sobre os desafios e potencialidades da relação entre teoria e prática no ensino de Climatologia no ensino superior de Geografia no Brasil. Diante das transformações ambientais e seus impactos sobre a sociedade e os territórios, torna-se essencial repensar a forma como essa disciplina é abordada nas universidades, garantindo uma formação que ultrapasse a mera transmissão de conceitos teóricos. O estudo destaca a necessidade de um ensino dinâmico e contextualizado, que integre métodos inovadores, como o uso de geotecnologias, saídas de campo e análises aplicadas ao cotidiano dos estudantes, promovendo uma compreensão mais profunda dos fenômenos climáticos e sua interação com a realidade socioespacial. A pesquisa se baseia em uma revisão sistemática da literatura, analisando estudos que abordam tanto as limitações do ensino tradicional da Climatologia quanto propostas alternativas que buscam aprimorar a formação acadêmica. Identificam-se desafios relacionados à defasagem curricular, à falta de recursos didáticos modernos e à necessidade de maior articulação entre teoria e prática. Os resultados indicam que a reformulação dos currículos e a incorporação de metodologias ativas são fundamentais para melhorar o ensino de Climatologia na formação geográfica. A adoção de estratégias didáticas que aproximem os conteúdos teóricos da realidade concreta pode contribuir para uma aprendizagem mais efetiva, preparando futuros profissionais para lidar com os desafios ambientais de forma crítica e inovadora. Assim, este estudo reforça a importância de um ensino integrador, que alinhe a produção acadêmica com as demandas sociais e territoriais, promovendo um conhecimento climatológico aplicado e significativo para a formação dos geógrafos e geógrafas no Brasil.

**Palavras-chave:** Geografia Física; Formação docente; Disciplina; Clima.

**Abstract:** This study aims to provide critical reflections on the challenges and potentialities of the relationship between theory and practice in the teaching of Climatology in higher education in Geography in Brazil. Given environmental transformations and their impacts on society and territories, it is essential to rethink how this discipline is addressed in universities, ensuring an education that goes beyond the mere transmission of theoretical concepts. The study highlights the need for dynamic and contextualized teaching that integrates innovative methods, such as the use of geotechnologies, field trips, and analyses applied to students' daily lives, fostering a deeper understanding of

climatic phenomena and their interaction with socio-spatial reality. The research is based on a systematic literature review, analyzing studies that address both the limitations of traditional Climatology teaching and alternative proposals aimed at improving academic training. Challenges related to curricular gaps, the lack of modern teaching resources, and the need for greater integration between theory and practice are identified. The results indicate that curriculum reform and the incorporation of active methodologies are essential to enhance Climatology teaching in geographic education. The adoption of didactic strategies that connect theoretical content with real-world contexts can contribute to more effective learning, preparing future professionals to address environmental challenges critically and innovatively. Thus, this study reinforces the importance of an integrative teaching approach that aligns academic production with social and territorial demands, promoting applied and meaningful climatological knowledge for the training of geographers in Brazil. Tradução do resumo para os dois idiomas escolhidos acima na tradução do título.

**Keywords:** Physical Geography; Teacher Training; Discipline; Climate.

**Resumen:** Este estudio tiene como objetivo ofrecer reflexiones críticas sobre los desafíos y potencialidades de la relación entre teoría y práctica en la enseñanza de la Climatología en la educación superior de Geografía en Brasil. Ante las transformaciones ambientales y sus impactos en la sociedad y los territorios, se hace esencial repensar la forma en que esta disciplina es abordada en las universidades, garantizando una formación que vaya más allá de la mera transmisión de conceptos teóricos. El estudio destaca la necesidad de una enseñanza dinámica y contextualizada, que integre métodos innovadores, como el uso de geotecnologías, salidas de campo y análisis aplicados a la vida cotidiana de los estudiantes, promoviendo una comprensión más profunda de los fenómenos climáticos y su interacción con la realidad socioespacial. La investigación se basa en una revisión sistemática de la literatura, analizando estudios que abordan tanto las limitaciones de la enseñanza tradicional de la Climatología como propuestas alternativas que buscan mejorar la formación académica. Se identifican desafíos relacionados con la obsolescencia curricular, la falta de recursos didácticos modernos y la necesidad de una mayor articulación entre teoría y práctica. Los resultados indican que la reformulación de los planes de estudio y la incorporación de metodologías activas son fundamentales

para mejorar la enseñanza de la Climatología en la formación geográfica. La adopción de estrategias didácticas que acerquen los contenidos teóricos a la realidad concreta puede contribuir a un aprendizaje más efectivo, preparando a futuros profesionales para enfrentar los desafíos ambientales de manera crítica e innovadora. Así, este estudio refuerza la importancia de una enseñanza integradora, que alinee la producción académica con las demandas sociales y territoriales, promoviendo un conocimiento climatológico aplicado y significativo para la formación de geógrafos y geógrafas en Brasil.

**Palabras clave:** Geografía Física; Formación Docente; Disciplina; Clima.

### **Introdução**

No estudo das dinâmicas atmosféricas e suas interações com a sociedade e o meio ambiente, o conhecimento em Climatologia é fundamental quando considera-se a abordagem para além dos aspectos meramente descritivos dos fatores e elementos climáticos. Partindo desse pressuposto, estima-se que a análise dos impactos das mudanças climáticas, a variabilidade dos padrões meteorológicos e a relação entre o clima e diferentes atividades humanas, ocupam um espaço de bastante relevância na construção dos conhecimentos.

No ensino superior, a particularidade reside na compreensão mais aprofundada e analítica, permitindo que os estudantes desenvolvam uma consciência crítica sobre os processos atmosféricos e suas interações com outros sistemas ambientais e sociais.

Em um primeiro momento, faz-se mister situar que a Climatologia abordada neste presente artigo será aquela ensinada nos cursos de Geografia, considerando sua relevância na formação acadêmica e profissional dos geógrafos e geógrafas. Desse modo, tendo em vista o caráter interdisciplinar desse saber, vale ressaltar que a Climatologia geográfica se diferencia por seu enfoque na relação entre os elementos climáticos e os processos espaciais (Sant'anna Neto, 2008; Barros e Zavattini, 2009; Amorim, 2019).

Posteriormente, justifica-se essa proposta de discussão pelas lacunas significativas na forma como essa disciplina é ensinada, especialmente no que diz respeito à articulação entre teoria e prática no ensino superior. Por essa ótica, Fialho (2010) constata que a falta de articulação entre o conhecimento científico e a vivência cotidiana dos estudantes pode dificultar a compreensão dos processos climáticos e sua aplicabilidade em diferentes contextos, quer seja na prática profissional, quer seja na formação de novos docentes.

Nesse sentido, a crise paradigmática entre método e disciplina, apontada por Spósito (2004) e refletida em Amorim e Nunes (2006), evidencia um dilema mais amplo dentro da Ciência Geográfica, que não se restringe apenas ao ensino da Climatologia, mas permeia toda a estrutura do ensino superior em Geografia. A dificuldade em articular teoria e prática no processo de aprendizagem reflete um desafio persistente, no qual a formação acadêmica muitas vezes se inclina para um ensino excessivamente teórico, sem a devida conexão com experiências concretas e aplicadas. Para Castellar (1999), recai sobre a formação docente a função de superar seus limites de supervalorização teórica de conceitos estruturados e pouco flexíveis, o que urge, sob essa perspectiva, estratégias didáticas modificadas e, sobretudo, variáveis.

Conforme destaca Rocha (2000), a evolução do currículo dos cursos de Geografia no ensino superior brasileiro trouxe benefícios significativos, especialmente no que tange à formação de professores. No entanto, apesar desses avanços, persistem desafios que, segundo o autor, podem estar relacionados à tentativa “aligeiramento” da formação docente, o que impactou negativamente a profundidade e a qualidade do ensino geográfico.

Essas iniciativas evidenciam que, embora tenham ocorrido progressos na estrutura curricular, é necessário um constante processo de revisão e aprimoramento para assegurar que a formação dos professores de Geografia seja abrangente e alinhada às demandas contemporâneas. Principalmente considerando que o clima é um sistema dinâmico e em constante transformação, a atualização docente torna-se ainda mais fundamental para garantir um ensino de Climatologia alinhado às evoluções científicas e ambientais ocorrentes.

Assim, no cenário atual, a análise do tempo e do clima assume uma posição de destaque dentro das ciências ambientais, uma vez que os fenômenos atmosféricos influenciam diretamente outros elementos do ambiente. Um argumento que também é elementar neste presente estudo é a ideia de que apesar do problema estar focalizado na modalidade da Geografia acadêmica, concorda-se que está inserido em um panorama educacional mais amplo. A precariedade da educação no país em seus diferentes níveis impacta diretamente a formação docente, limitando a adoção de metodologias inovadoras e comprometendo a qualidade do ensino, o que acaba por reforçar lacunas que se estendem desde a educação básica até o ensino superior (Vlach, 2007; Cacete, 2015; Menezes, 2021; Portugal, 2024).

A partir dessa junção de ideias preliminares, o principal objetivo deste estudo foi oferecer reflexões críticas sobre os desafios e potencialidades na relação entre teoria e prática no ensino de Climatologia no ensino superior de Geografia no Brasil. Considerando as

transformações ambientais e seus impactos sobre a sociedade e os territórios, torna-se essencial repensar a forma como essa disciplina é abordada nas universidades, garantindo uma formação que vá além da mera transmissão de conceitos teóricos. Dessa maneira, o estudo busca contribuir para o debate sobre a necessidade de aprimoramento curricular e metodológico.

Este artigo está estruturado em três principais eixos temáticos, que orientam a discussão, a saber: Fundamentos Teóricos e Abordagens Metodológicas no Ensino de Climatologia nos Cursos de Geografia", apresenta as bases conceituais que sustentam o ensino da disciplina, discutindo diferentes perspectivas teóricas e estratégias pedagógicas utilizadas para a sua abordagem.

Em seguida, o segundo eixo, "Desafios na Articulação entre Teoria e Prática no Ensino Superior", analisa as dificuldades encontradas no processo de ensino-aprendizagem, evidenciando a necessidade de superar a fragmentação entre o conhecimento teórico e sua aplicação prática. Por fim, o terceiro eixo, "Potencialidades e Inovações", explora novas possibilidades metodológicas e tecnológicas para aprimorar a formação acadêmica, destacando estratégias que favorecem um ensino mais dinâmico, interdisciplinar e alinhado às demandas contemporâneas, considerando múltiplas escalas.

### **Fundamentos teóricos e abordagens metodológicas no ensino de Climatologia nos cursos de Geografia**

A Climatologia, enquanto ramo da Geografia Física, teve seu desenvolvimento pautado em modelos clássicos que ajudaram a compreender e classificar os diferentes tipos de clima ao redor do mundo. Entre os pioneiros que fundamentaram essa ciência, destaca-se Wladimir Köppen, que, no início do século XX, propôs um dos sistemas de classificação climática mais amplamente utilizados até os dias de hoje. O método de Köppen baseia-se na correlação entre temperatura, precipitação e vegetação, permitindo a delimitação de regiões climáticas distintas a partir de critérios quantitativos. Esse sistema se tornou referência no ensino da Climatologia, fornecendo uma base objetiva para o estudo da diversidade climática global e sua relação com os biomas terrestres.

No entanto, de acordo com Nascimento et al. (2016), apesar da ampla adoção da classificação de Köppen, sua aplicação muitas vezes não refletiu com precisão as transições climáticas, uma vez que os limites entre os tipos de clima não são rígidos, mas sim zonas. No ensino da Climatologia, essa limitação levou à interpretação simplificada dos padrões

climáticos, desconsiderando, por vezes, a dinâmica atmosférica e os fatores que influenciam as variações regionais.

Outro referencial teórico importante para a Climatologia são os estudos de Roger Barry e Richard Chorley, que abordaram o clima a partir de uma perspectiva sistêmica, integrando aspectos físicos, dinâmicos e geográficos. Seus trabalhos enfatizaram a importância dos processos atmosféricos globais e das interações entre a radiação solar, a circulação geral da atmosfera e os padrões de precipitação. Essa abordagem contribuiu para a ampliação do escopo da Climatologia, permitindo uma análise mais complexa dos fenômenos climáticos e suas interrelações com outras esferas do sistema terrestre (Carleton, 1999; Tadaki, 2014).

No Brasil, um dos nomes mais importantes na estruturação da Climatologia Geográfica foi Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro, que trouxe contribuições essenciais para a compreensão do clima em escalas regionais. Diferente da abordagem mais estática de Köppen, Monteiro propôs uma visão dinâmica do clima, enfatizando os ritmos climáticos e a interação entre os fatores atmosféricos em diferentes escalas temporais e espaciais. Sua teoria dos sistemas atmosféricos destacou a importância da circulação atmosférica e das massas de ar na caracterização climática, permitindo uma interpretação mais aprofundada das variabilidades sazonais e dos fenômenos extremos.

Conforme discutido na dissertação de Pradella (2014), essa abordagem rítmica permite uma análise mais aprofundada dos fenômenos climáticos, levando em conta tanto as oscilações sazonais quanto os eventos extremos (excepcionalidades), como ondas de calor, secas e chuvas intensas. Uma das principais críticas de Monteiro à classificação de Köppen reside no fato de que essa última estabelece limites fixos entre os tipos climáticos, desconsiderando as transições e dinâmicas atmosféricas que moldam a realidade climática.

O estudo de Pradella (2014) reforça essa argumentação ao destacar que, em regiões como o Brasil, onde há forte influência das massas de ar e grande diversidade topográfica, a aplicação direta do sistema de Köppen pode resultar em generalizações que não correspondem à complexidade climática real. A proposta de Monteiro de considerar os sistemas atmosféricos como protagonistas na definição do clima regional trouxe um avanço significativo para a Climatologia Geográfica, permitindo interpretações mais precisas sobre como as massas de ar interagem e modificam os padrões climáticos.

Com esse marco, ao invés de memorizar classificações fixas, os estudantes passaram a compreender os processos atmosféricos como sistemas interativos, cujas variações dependem de múltiplos fatores geográficos e meteorológicos. Essa perspectiva favoreceu uma análise mais

crítica do clima e permitiu a aplicação de conhecimentos teóricos na interpretação de fenômenos climáticos reais.

Ainda em tempo, Pradella (2014) também entende que o conceito de "tipo de tempo", nesse contexto, é fundamental para diferenciar as abordagens da Climatologia Dinâmica e da Climatologia Sinótica, por exemplo. Enquanto a Climatologia Dinâmica buscou interpretar os padrões climáticos com base nos mecanismos atmosféricos que os geram, a Climatologia Sinótica focou na observação e categorização dos tipos de tempo a partir da análise de mapas sinóticos, ou seja, registros da distribuição dos sistemas meteorológicos em determinado momento (Sant'anna Neto, 2003).

No entanto, o uso desse conceito tanto na Meteorologia quanto na Climatologia gerou certa imprecisão conceitual, pois, enquanto na Meteorologia o "tipo de tempo" refere-se a fenômenos de curta duração e mudanças atmosféricas diárias, na Climatologia ele é utilizado para descrever padrões recorrentes e suas variações ao longo dos anos.

Com isso, a influência da Climatologia Sinótica no ensino universitário tem reforçado o uso de metodologias aplicadas, como a interpretação de cartas e o acompanhamento da movimentação das massas de ar.

Nessa visão, a análise dos tipos de tempo, antes restrita ao campo da Meteorologia, passou a ser integrada às disciplinas de Climatologia nos cursos de Geografia, permitindo que os estudantes compreendam a transição entre sistemas atmosféricos e a evolução dos padrões climáticos em curto e médio prazo. Esse aprimoramento metodológico também estimulou o uso de novas tecnologias, como bancos de dados meteorológicos, satélites e softwares de geoprocessamento (Steinke, 2011; Fialho, 2013).

Outrossim, a introdução da revolução quantitativa e teórica na Geografia a partir da segunda metade do século XX trouxe impactos significativos para a Climatologia, transformando-a em uma disciplina mais analítica e baseada em modelos matemáticos e estatísticos (Christofoletti, 1985). De acordo com Fontão (2021), a Climatologia foi um dos ramos que mais se beneficiaram dessa transformação, pois suas variáveis atmosféricas são passíveis de quantificação e modelagem.

Esse período marcou a transição de um enfoque predominantemente descritivo para uma abordagem mais quantitativa, permitindo a aplicação de modelos matemáticos para compreender a distribuição espacial e temporal dos fenômenos climáticos. Assim, os geógrafos passaram a utilizar estatísticas aplicadas e modelagem numérica para aprimorar a análise

climática, o que também influenciou a forma como a disciplina passou a ser ensinada nas universidades.

No contexto da chamada "Nova Geografia", os modelos se tornaram instrumentos básicos de análise na Climatologia, permitindo uma interpretação mais precisa dos padrões atmosféricos. A abordagem sistêmica também impulsionou a necessidade de integrar diferentes variáveis ambientais no estudo do clima, considerando suas interações com outros elementos geográficos, como relevo, hidrografia e cobertura vegetal. Essa mudança metodológica permitiu que os estudos climáticos não apenas classificassem climas, como no modelo de Köppen (Christofoletti, 1979; Vicente, 2003; Do vale, 2012).

No ensino da Climatologia nos cursos de Geografia, a incorporação dessas novas metodologias quantitativas e sistêmicas permitiu que os estudantes tivessem acesso a um ferramental mais robusto para a análise dos fenômenos atmosféricos.

A modelagem computacional, os bancos de dados meteorológicos e a utilização de softwares de geoprocessamento tornaram-se essenciais para a formação acadêmica, permitindo que os discentes não apenas interpretassem os padrões climáticos, mas também fossem capazes de trabalhar baseados em projeções de cenários futuros e compreender os impactos das mudanças climáticas em diferentes regiões (Zangalli Junior, 2013). Dessa forma, a revolução quantitativa e a abordagem sistêmica continuam influenciando significativamente o ensino e a pesquisa na Climatologia, tornando-a uma ciência cada vez mais precisa e aplicada às questões ambientais e sociais contemporâneas.

### **Desafios na articulação entre teoria e prática no ensino superior**

A articulação entre teoria e prática no ensino da Geografia sempre foi um desafio, especialmente no ensino superior, onde a formação acadêmica deve contemplar tanto a fundamentação conceitual quanto as aplicações metodológicas. Historicamente, a educação geográfica passou por diversas transformações, refletindo mudanças nos paradigmas científicos e nas necessidades educacionais de cada época. No Brasil, o ensino da Geografia teve suas bases estruturadas ainda no século XIX, quando os primeiros currículos escolares enfatizavam uma abordagem descritiva e enciclopédica, voltada para a memorização de nomes de rios, montanhas e países, sem uma preocupação efetiva com a compreensão das dinâmicas espaciais e territoriais.

Com a institucionalização dos cursos de Geografia no ensino superior, na primeira metade do século XX, o modelo de ensino permaneceu predominantemente teórico, seguindo

a tradição europeia da Geografia Clássica. Influenciado pelo positivismo, esse ensino valorizava a sistematização do conhecimento geográfico a partir de descrições detalhadas do espaço e das paisagens naturais. Durante esse período, os cursos de licenciatura e bacharelado começaram a ser organizados, sendo que a formação docente se pautava em conteúdos teóricos e metodológicos com pouca ênfase na experimentação ou na aplicação prática do conhecimento geográfico no ensino básico (Rocha, 1996).

A partir da década de 1950, com o fortalecimento da Geografia Quantitativa no cenário internacional, o ensino da disciplina passou a incorporar novas metodologias baseadas em estatística, modelagem espacial e análises matemáticas. Essa fase, conhecida como Revolução Quantitativa, teve um impacto significativo na educação geográfica superior, introduzindo novas formas de interpretar o espaço e promovendo a utilização de técnicas analíticas na análise de fenômenos naturais e sociais. No entanto, essa abordagem foi criticada por seu distanciamento da realidade vivida, já que muitos modelos eram elaborados em laboratórios sem conexão direta com os processos concretos da organização espacial.

Na década de 1970, com o avanço da Geografia Crítica, o ensino superior passou a incorporar uma perspectiva mais social e política na análise do espaço geográfico. Esse movimento trouxe contribuições importantes para o ensino de Geografia ao problematizar as relações de poder na produção do espaço e ao enfatizar a necessidade de uma formação mais crítica dos futuros geógrafos e professores. No entanto, a dicotomia entre teoria e prática persistiu, pois as metodologias ainda eram focadas em discussões teóricas, enquanto a aplicação do conhecimento em atividades didáticas e práticas de campo era limitada.

No entanto, a forte ênfase nos métodos quantitativos trouxe um novo desafio para o ensino da disciplina de Climatologia: a necessidade de capacitar os alunos no uso de estatísticas avançadas e técnicas de análise espacial, o que nem sempre era viável devido à limitação de infraestrutura e à falta de formação específica dos docentes nessa área. A estatística, portanto, tornou-se uma ferramenta essencial para a modelagem de sistemas físicos e para a previsão de padrões ambientais (Strahler, 1980).

Com a introdução de modelos estatísticos, matemáticos e computacionais na análise espacial, a formação tradicional dos geógrafos passou a exigir competências que antes não eram essenciais, como o domínio de estatística aplicada, modelagem espacial e técnicas avançadas de geoprocessamento. Esse novo cenário impulsionou a entrada de professores oriundos de áreas como Meteorologia, Engenharia Cartográfica, Engenharia Ambiental e afins, cujos

conhecimentos eram fundamentais para atender às novas demandas metodológicas da Geografia Quantitativa.

A presença desses docentes trouxe transformações significativas na forma como os futuros geógrafos passaram a ser formados, ampliando suas capacidades analíticas e quantitativas. Se anteriormente o ensino de Geografia era pautado por abordagens descritivas e qualitativas, a Revolução Quantitativa exigiu que os estudantes desenvolvessem habilidades técnicas para lidar com grandes volumes de dados e interpretar padrões espaciais por meio de métodos estatísticos. Porém, essa mudança gerou desafios tanto para os estudantes quanto para os próprios cursos de Geografia.

A adaptação à nova realidade exigiu um esforço maior dos alunos para adquirir competências em estatística e modelagem, muitas vezes sem uma base sólida nesses conteúdos durante sua formação anterior. Além disso, a entrada de docentes de áreas externas trouxe um distanciamento inicial entre as abordagens tradicionais da Geografia e os métodos quantitativos, já que muitos desses professores não possuíam um conhecimento aprofundado sobre os fundamentos teóricos e epistemológicos da Geografia. Isso levou a uma dualidade no ensino, onde, por um lado, havia um avanço na capacidade técnica e, por outro, uma possível fragmentação do conhecimento geográfico (Callai, 2011).

Complementando, Suertegaray (2017) reforça que a integração de docentes de outras áreas, embora necessária, apresentou desafios na harmonização entre as abordagens quantitativas e as perspectivas tradicionais da Geografia, que valorizam análises qualitativas e holísticas. Essa dualidade metodológica exigiu uma adaptação curricular e pedagógica para garantir que os futuros geógrafos desenvolvessem tanto competências técnicas quanto uma compreensão crítica e integrada do espaço geográfico.

Desse modo, a formação de novos profissionais e docentes na área passou, então, a buscar um equilíbrio entre essas diferentes abordagens. A incorporação de métodos quantitativos ampliou as possibilidades de pesquisa e atuação no mercado de trabalho, mas também ressaltou a importância de uma reflexão contínua sobre a identidade da Geografia enquanto ciência. O desafio reside em evitar uma fragmentação excessiva, promovendo uma totalização que reconheça a diversidade de métodos e temas, mas que mantenha a coesão da disciplina (Nunes et al., 2006).

Em suma, a Revolução Quantitativa impulsionou a interdisciplinaridade nos cursos de Geografia, trazendo benefícios e desafios. A integração de docentes de outras áreas enriqueceu a formação geográfica, mas também suscitou debates sobre a fragmentação e a necessidade de

uma abordagem totalizadora. A construção de uma Geografia que concilie diferentes perspectivas metodológicas é fundamental para a formação de profissionais capazes de compreender e atuar sobre as complexas dinâmicas espaciais contemporâneas.

### **Potencialidades e inovações**

O ensino da Geografia no ensino superior tem passado por constantes inovações, especialmente nas disciplinas físico-ambientais, como Climatologia, Geomorfologia e Hidrologia. Uma das principais potencialidades dessas áreas é a integração de geotecnologias no processo de ensino-aprendizagem, permitindo que os estudantes trabalhem com imagens de satélite, modelagem digital do terreno e sistemas de informações geográficas (SIG).

Dessa forma, ferramentas como sensoriamento remoto e softwares de geoprocessamento possibilitam análises mais detalhadas da superfície terrestre e de fenômenos atmosféricos, aprimorando a compreensão dos processos naturais e sua relação com as atividades humanas. Assim, a inserção de tecnologias avançadas não apenas torna o aprendizado mais dinâmico, mas também prepara os alunos e alunas para o mercado de trabalho, onde essas habilidades são cada vez mais exigidas.

Além das geotecnologias, as metodologias ativas têm se mostrado uma inovação significativa no ensino das disciplinas físico-ambientais. Estratégias como a aprendizagem baseada em problemas (PBL), o uso de estudos de caso e as simulações computacionais permitem que os alunos se envolvam ativamente na construção do conhecimento.

Essas experiências inovadoras, quando aliadas à prática de campo em Geografia, representam uma síntese entre tradição e inovação no ensino superior. A prática de campo sempre foi um elemento ímpar na formação da pessoa geógrafa, permitindo a observação direta dos fenômenos ambientais e a aplicação dos conceitos teóricos em situações reais (SILVA, 2010; SANTOS, 2020). Contudo, com o avanço das geotecnologias, essa abordagem tradicional foi ampliada e fortalecida, possibilitando análises mais precisas e a integração de dados coletados em campo com modelagens digitais e sistemas de informação geográfica.

A inovação no ensino das disciplinas físico-ambientais não exclui a importância das metodologias clássicas, mas sim as complementa, garantindo uma formação mais completa e diversificada. A utilização de drones para mapeamento de áreas de estudo, sensores meteorológicos portáteis para análise climática e equipamentos modernos para medição hidrológica são exemplos de como a tradição da observação direta pode ser aprimorada por meio de novas tecnologias.

Ao aliar o trabalho de campo a essas ferramentas, os estudantes desenvolvem habilidades tanto na interpretação qualitativa dos fenômenos quanto na análise quantitativa dos dados, tornando-se mais preparados para lidar com a complexidade dos processos ambientais (Salvador et al., 2024). Além disso, atividades de campo voltadas à análise de microclimas urbanos e rurais têm sido incorporadas aos currículos, promovendo uma compreensão mais detalhada da relação entre clima, uso do solo e variações térmicas locais (Roseghini, 2021; Miyakava, 2023; Antonucci et al., 2024; Mendes et al., 2024; Nascimento et al., 2024). Essa abordagem também tem fortalecido a integração entre teoria e prática.

É bem verdade que o período da pandemia da COVID-19 trouxe desafios significativos para o ensino da Climatologia nos cursos de Geografia, especialmente no que diz respeito às práticas de campo. Com a suspensão das atividades presenciais e a necessidade de adaptação ao ensino remoto, as tradicionais saídas para a coleta de dados meteorológicos, medições atmosféricas e observações in loco foram abruptamente interrompidas.

Essa mudança impactou diretamente a articulação entre teoria e prática, uma vez que a experiência empírica, fundamental para a compreensão dos processos climáticos, precisou ser substituída por estratégias alternativas. Como resultado, os docentes da disciplina tiveram que se reinventar, buscando novas formas de garantir que os estudantes continuassem desenvolvendo habilidades analíticas e interpretativas mesmo sem a vivência prática no ambiente externo.

Nesse contexto, foram exploradas ferramentas como o Google Earth e softwares de modelagem climática para que os alunos tivessem acesso a representações espaciais e temporais dos fenômenos climáticos. Essa adaptação tecnológica permitiu uma continuidade no ensino, ainda que com limitações, e demonstrou o potencial das plataformas digitais como aliadas no processo de aprendizagem de forma contínua (Guedes, 2021; Macena, 2022). Outro aspecto relevante foi a reformulação das avaliações e metodologias de ensino para se adequarem ao contexto remoto. Muitos docentes adotaram estudos de caso baseados em eventos climáticos extremos, incentivando os estudantes a trabalharem com séries históricas de dados climáticos e análises de impactos ambientais.

Embora o retorno das atividades presenciais tenha restabelecido a importância das saídas de campo, a integração entre práticas tradicionais e recursos digitais passou a ser vista como uma estratégia enriquecedora para o ensino da disciplina. Assim, a pandemia não apenas desafiou, como também impulsionou a inovação nas metodologias de ensino, levando os docentes a repensarem formas mais flexíveis e interativas de articular teoria e prática na

Climatologia ensinada nos cursos superiores. Recentemente, o uso de redes neurais artificiais e machine learning (aprendizado de máquina) no ensino da Geografia tem revolucionado a forma como os estudantes analisam e interpretam fenômenos espaciais e ambientais.

As redes neurais artificiais são modelos computacionais inspirados no funcionamento do cérebro humano, capazes de identificar padrões complexos em grandes volumes de dados, enquanto o machine learning permite que os algoritmos aprendam a partir de informações pré-existentes, tornando-se cada vez mais precisos com o tempo. No ensino da Geografia, essas tecnologias são particularmente úteis para disciplinas como Climatologia, Geomorfologia e Sensoriamento Remoto, pois permitem a análise automatizada de imagens de satélite, a previsão de padrões climáticos e a detecção de mudanças ambientais em diferentes escalas temporais e espaciais (De Paula et al., 2021; Callejas, 2022).

Na Climatologia, por exemplo, algoritmos de machine learning podem ser usados para prever mudanças no regime de chuvas, ondas de calor e eventos climáticos extremos, analisando séries temporais de dados meteorológicos. Sendo assim, modelos baseados em redes neurais podem identificar tendências e padrões de variação na temperatura global, auxiliando os estudantes na compreensão das mudanças climáticas e suas implicações ambientais. Outrossim, ferramentas que utilizam aprendizado profundo (*deep learning*) possibilitam a modelagem climática avançada, permitindo simulações interativas que ajudam os estudantes a visualizar cenários futuros baseados em diferentes condições atmosféricas.

Outra aplicação relevante está na análise de imagens de satélite e geoprocessamento, onde redes neurais artificiais podem ser utilizadas para classificar automaticamente o uso e a cobertura do solo, identificar áreas de desmatamento ou mapear riscos ambientais, como enchentes e deslizamentos de terra (Barrera-Animas et al., 2022; Kumar et al., 2024). No ensino superior, isso significa que os estudantes podem aprender a utilizar modelos computacionais sofisticados para monitorar mudanças no território de maneira mais eficiente e precisa, sem a necessidade de análises manuais demoradas.

Apesar das inúmeras vantagens proporcionadas pelo uso de redes neurais artificiais e *machine learning* no ensino da Geografia, é fundamental que essas tecnologias sejam utilizadas com discernimento. O avanço das metodologias computacionais permite a análise automatizada de grandes volumes de dados espaciais e climáticos, mas a interpretação dos resultados ainda depende do conhecimento humano.

A precisão dos modelos gerados por inteligência artificial está diretamente ligada à qualidade dos dados de entrada e à calibração adequada dos algoritmos. Portanto, os estudantes

e pesquisadores da Geografia devem desenvolver um olhar crítico sobre as informações processadas por essas ferramentas, garantindo que as previsões e classificações realizadas tenham um alto grau de acurácia e reflitam corretamente a realidade ambiental e territorial.

No caso da Climatologia, por exemplo, modelos de *machine learning* podem prever padrões de temperatura e precipitação, mas essas previsões precisam ser constantemente validadas por especialistas para evitar erros decorrentes de viés nos dados ou falhas no treinamento dos algoritmos (Bochenek, 2022).

Em suma, a modelagem climática baseada em redes neurais pode gerar cenários detalhados de mudanças futuras, contudo a interpretação desses cenários exige um conhecimento sólido sobre os processos atmosféricos e suas interações com fatores geográficos e socioeconômicos. Sem essa validação humana, há o risco de se confiar cegamente em previsões geradas automaticamente, sem considerar as incertezas inerentes aos sistemas climáticos e à complexidade dos fenômenos geográficos (Ardabili et al., 2020).

### **Considerações finais**

A Climatologia, como disciplina da Geografia Física, percorreu um longo caminho de evolução, passando de uma abordagem descritiva e classificatória, como a proposta de Köppen, para perspectivas mais dinâmicas e complexas, como as de Monteiro, Barry e Chorley. A interação dos processos atmosféricos e a incorporação de metodologias quantitativas e sistêmicas ampliaram o entendimento sobre os fenômenos climáticos, permitindo uma análise mais precisa e dinâmica das variações regionais e das interações entre clima, biomas e fatores geográficos.

A transição para uma Climatologia mais quantitativa, influenciada pela Geografia Quantitativa, resultou em um aprimoramento das análises e modelagens climáticas, o que impactou diretamente o ensino superior. Contudo, a introdução de novos modelos e abordagens metodológicas, especialmente no contexto da "Nova Geografia", também gerou desafios.

A articulação entre teoria e prática, particularmente no ensino de Climatologia, evidenciou a necessidade de capacitação técnica e o uso de novas tecnologias, como softwares de geoprocessamento e bancos de dados meteorológicos. Contudo, a formação geográfica tornou-se cada vez mais interdisciplinar, exigindo das estudantes habilidades em estatísticas e modelagem, o que, por vezes, gerou tensões no equilíbrio entre as abordagens quantitativas e qualitativas.

Esses desafios pedagógicos ressaltam a importância de se promover uma formação geográfica que não só utilize modelos matemáticos e estatísticos, mas que também permita uma reflexão crítica e integrada sobre os processos climáticos e as dinâmicas espaciais. O ensino da Climatologia deve ser, portanto, um campo em constante evolução, que busque conciliar diferentes perspectivas metodológicas, assegurando a formação de profissionais capacitados para compreender as complexas interações entre o clima e o espaço geográfico.

A integração de geotecnologias, metodologias ativas e inteligência artificial no ensino das disciplinas físico-ambientais representa um avanço significativo para a formação de geógrafos no ensino superior. O uso de ferramentas como sensoriamento remoto, SIG e *machine learning* permite análises mais precisas e detalhadas dos fenômenos naturais, enriquecendo o processo de ensino-aprendizagem. Além disso, a adoção de estratégias pedagógicas inovadoras, como a aprendizagem baseada em problemas e simulações computacionais, fortalece a autonomia dos estudantes, tornando-os protagonistas na construção do conhecimento e mais preparados para os desafios do mercado de trabalho.

Ao mesmo tempo, a valorização das metodologias tradicionais, como as práticas de campo, continua essencial para o ensino da Geografia. A observação direta dos fenômenos ambientais, aliada às novas tecnologias, possibilita uma compreensão mais ampla e integrada dos processos espaciais e climáticos. Essa complementaridade entre tradição e inovação demonstra que a modernização do ensino não deve substituir abordagens consagradas, mas sim aprimorá-las, garantindo uma formação mais completa e multidisciplinar.

Diante dos avanços tecnológicos e metodológicos no ensino das disciplinas físico-ambientais, futuros trabalhos podem aprofundar a avaliação do impacto das geotecnologias na formação dos estudantes de Geografia, investigando como o uso de ferramentas como SIG, sensoriamento remoto e modelagem contribui para o desenvolvimento de habilidades analíticas e práticas. Por fim, é relevante aprofundar os estudos sobre a articulação entre práticas de campo e ferramentas digitais no ensino superior, analisando como essa combinação pode ser otimizada para proporcionar uma experiência mais completa aos estudantes.

## Referências

ARDABILI, Sina et al. Deep learning and machine learning in hydrological processes, climate change and earth systems: a systematic review. In: **Engineering for Sustainable Future: Selected papers of the 18th International Conference on Global Research and Education Inter-Academia-2019 18**. Cham: Springer International Publishing, 2020. p. 52-62.

AMORIM, Margarete Cristiane da Costa Trindade.; NUNES, João Osvaldo Rodrigues. Geografia e ambiente: reflexões sobre o atual momento da geografia física. **Geografia**, Uberlândia, v. 31, n. 2, p. 427-433, 2006.

AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. Métodos e técnicas de pesquisa em climatologia geográfica / Methods and techniques of research in geographical climatology. **Geografia em Atos (Online)**, São Paulo, v. 3, n. 10, p. 255-260, 2019.

ANTONUCCI, Bárbara et al. Efeitos da urbanização e a relação com o conforto térmico em observações de superfície no Sul da Amazônia. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, v. 39, p. e39240063, 2024.

BARRERA-ANIMAS, Ari Yair et al. Rainfall prediction: a comparative analysis of modern machine learning algorithms for time-series forecasting. **Machine Learning with Applications**, Amsterdam, v. 7, p. 100204, 2022.

BARROS, Juliana Ramalho.; ZAVATTINI, João Afonso. Bases conceituais em climatologia geográfica (the conceptual bases in geographical climatology). **Mercator**, Fortaleza, v. 8, n. 16, p. 255-261, 2009.

BOCHENEK, Bogdan.; USTRNUL, Zbigniew. Machine learning in weather prediction and climate analyses — applications and perspectives. **Atmosphere**, Basel, v. 13, n. 2, p. 180, 2022.

CALLAI, Helena Copetti. O conhecimento geográfico e a formação do professor de Geografia. **Revista Geográfica de América Central**, Guatemala City, v. 2, n. 47E, p. 1-?, 2011

CALLEJAS, Ivan Julio Apolonio.; BIANCHI, Ermete Cauduro. Estimação do índice de bulbo úmido-termômetro de globo (IBUTG) para ambientes a céu aberto por meio de redes neurais artificiais utilizando dados de estações meteorológicas. **Revista Brasileira de Climatologia**, Rio Claro, v. 30, p. 524-548, 2022.

CACETE, Núria Hanglei. Formação do professor de Geografia: sobre práticas de ensino e estágio supervisionado. **Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)**, Sobral, v. 17, n. 2, p. 3-11, 2015.

CASTELLAR, Sonia Maria Vanzella. A formação de professores e o ensino de Geografia. **Terra Livre**, Brasília, n. 14, p. 51-59, 1999.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. **As perspectivas dos estudos geográficos**. 2. ed. São Paulo: DIFEL, 1985.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. Aspectos da análise sistêmica em Geografia. **Geografia**, São Paulo, p. 1-31, 1978.

DE PAULA, Diana Carolina Jesus et al. Estimativa da temperatura do ar microclimática em Cuiabá/MT utilizando redes neurais. **Revista Brasileira de Climatologia**, Rio Claro, v. 28, p. 184-200, 2021.

DO VALE, Cláudia Câmara. Teoria geral do sistema: histórico e correlações com a geografia e com o estudo da paisagem. **Entre-Lugar**, Petrópolis, v. 3, n. 6, p. 85-108, 2012.

FIALHO, Edson Soares. Práticas do ensino de climatologia através da observação sensível. **Revista Ágora**, Santa Cruz do Sul, v. 13, n. 1, p. 105-123, 2007.

FIALHO, Edson Soares. Climatologia: ensino e emprego de geotecnologias. **Revista Brasileira de Climatologia**, Rio Claro, v. 13, 2013.

FIALHO, Edson Soares. Diferentes olhares em Geografia: o ensino de Geografia Física. **Entre-Lugar**, São Leopoldo, v. 14, n. 27, p. 273-277, 2023.

FONTÃO, Pedro Augusto Breda. A escola brasileira de climatologia geográfica: perspectivas atuais e futuras do paradigma do ritmo climático. **Perspectivas Geográficas**, Curitiba, p. 10, 2021.

GUEDES, Josiel de Alencar. Hidrografia e Google Earth: aula de campo virtual em tempos de pandemia. **Ensino em Perspectivas**, Uberlândia, v. 2, n. 2, p. 1-12, 2021.

KUMAR, Vijendra et al. A comparative study of machine learning models for daily and weekly rainfall forecasting. **Water Resources Management**, [s.l.], p. 1-20, 2024.

MACENA, Francisco de Assis da.; DE MELO, Josandra Araújo Barreto. [Relato de experiência] A Geografia e o ensino remoto: a tecnologia que auxilia no reconhecimento do meu lugar. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, v. 3, n. 44, p. 99-106, 2022.

MENDES, Tamires Gabryele de Lima et al. Análise do microclima em Recife-PE: um estudo de caso em áreas residenciais do bairro da Várzea. **Revista Rural & Urbano**, Fortaleza, v. 9, n. 1, p. 179-195, 2024.

MENEZES, Victória Sabbado.; COSTELLA, Roselane Zordan. O método (auto)biográfico na formação inicial de professores de geografia. **Geografia Ensino & Pesquisa**, Santa Maria, v. 25, p. e12, 2021.

MIYAKAVA, William.; AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. Adensamento vegetativo e sua interferência nos elementos climáticos: análise comparativa entre os períodos das estações chuvosa e seca em Presidente Prudente (SP). **Revista Geonorte**, Boa Vista, v. 14, n. 46, p. [?], 2023.

NASCIMENTO, Francisco Ivam Castro et al. Identificação de zonas climáticas locais na cidade de Rio Branco. **E & S Engineering and Science**, Uberlândia, v. 13, n. 4, p. 1-14, 2024.

NASCIMENTO, Diego Tarley.; DE OLIVEIRA, Ivanilton José.; LUIZ, Gislaine Cristina. Panorama dos sistemas de classificação climática e as diferentes tipologias climáticas referentes ao Estado de Goiás e ao Distrito Federal/Brasil. **Élisée-Revista de Geografia da UEG**, Anápolis, v. 5, n. 2, p. 59-86, 2016.

NUNES, João Osvaldo Rodrigues et al. A influência dos métodos científicos na Geografia Física. **Terra Livre**, São Paulo, v. 2, n. 27, p. 119-130, 2006.

PORTUGAL, Jussara Fraga.; COSTELLA, Roselane Zordan.; MENEZES, Victória Sabbado. Traduzir e ressignificar a vida em espaços-tempos da formação docente: narrativas de professores de Geografia. **Revista Brasileira de Educação em Geografia**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 24, p. 5-33, 2024.

ROCHA, Genylton Odilon Rêgo da. Uma breve história da formação do(a) professor(a) de Geografia no Brasil. **Terra Livre**, São Paulo, n. 15, p. 129-144, 2000.

ROCHA, Genylton Odilon Rêgo da. **A trajetória da disciplina geografia no currículo escolar brasileiro (1837–1942)**. 1996. Dissertação (Mestrado) – PUC, São Paulo.

ROSEGHINI, Wilson Flavio Feltrim.; TREVIZANI, Gabriela Rocha. Análise da temperatura interna de habitações em aglomerados subnormais durante o inverno em Curitiba-Paraná. **Revista Brasileira de Climatologia**, Rio Claro, v. 29, p. 157-176, 2021.

SALVADOR, Maria do Socorro Silva et al. A aula de campo como instrumento de aprendizagem teórica e prática no ensino da climatologia: um relato de experiência. **Revista Contexto Geográfico**, João Pessoa, v. 9, n. 18, p. 417-427, 2024.

SANT' ANNA NETO, João Lima. Da climatologia geográfica à geografia do clima: gênese, paradigmas e aplicações do clima como fenômeno geográfico. **Revista da ANPEGE, Uberlândia**, v. 4, n. 4, p. 51-72, 2008.

SANT' ANNA NETO NETO, João Lima. A gênese da climatologia no Brasil: o despertar de uma ciência. **Geografia**, São Paulo, v. 28, n. 1, p. 5-27, 2003.

STRAHLER, Arthur N. Systems theory in physical geography. *Physical Geography*, New York, v. 1, n. 1, p. 1-27, 1980.

STEINKE, Ercília Torres. Instrumentação para o ensino de temas em climatologia com material multimídia. **Revistas Didáticas Específicas**, Madrid, n. 5, v. 1, p. [?], 2011.

SUERTEGARAY, Dirce Maria. Debate contemporâneo: geografias ou geografia? fragmentação ou totalização? **GEOgraphia**, Pelotas, v. 19, n. 41, p. 16-23, 2017.

TADAKI, Marc.; SALMOND, Jennifer.; HERON, Richard Le. Applied climatology: doing the relational work of climate. *Progress in Physical Geography*, **London**, v. 38, n. 4, p. 392-413, 2014.

VICENTE, Luiz Eduardo.; PEREZ FILHO, Archimede. Abordagem sistêmica e Geografia. **Geografia**, Uberlândia, v. 28, n. 3, p. 323-344, 2003.

VLACH, Vânia. Papel do ensino de geografia na compreensão de problemas do mundo atual. *Scripta Nova: Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, Barcelona, n. 12 (164), p. 1-?, 2007.

ZANGALLI JUNIOR, Paulo Cesar. **Entre a ciência, a mídia e a sala de aula: contribuições da geografia para o discurso das mudanças climáticas globais**. 2013. Dissertação

(Mestrado) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências e Tecnologia.

## AUTORA

### **Rafaela Melissa Andrade Ferreira**

Licenciada em Geografia (20182022) pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), instituição na qual atuou como bolsista de Iniciação Científica pela Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE Processos BIC-1690-1.07/20 e BIC-0601-1.07/21). Possui Especialização em Educação Ambiental pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), na modalidade a distância, por meio da Universidade Aberta do Brasil (UAB). É Mestre em Geografia (20222024) pela Universidade Federal do Paraná (UFPR CAPES 6), com bolsa CAPES/PROEX (Programa de Excelência Acadêmica Processo 88887.685334/2022-00), tendo realizado período de capacitação no exterior na Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU), da Universidad de Chile, pelo Programa Institucional de Internacionalização CAPES/PrInt (Processo 88887.899108/2023-00), sob orientação do Prof. Dr. Hugo Iván Romero Aravena. Atualmente, cursa o Doutorado Acadêmico em Geografia (CAPES 7) na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP/Presidente Prudente), vinculada à linha de pesquisa Dinâmicas da Natureza (DN) e ao projeto Morfologia fluvial, variabilidade/mudanças climáticas e conectividade nos sistemas aluviais do baixo curso dos rios Aguapeí e Peixe, Oeste Paulista, Brasil, financiado pelo CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico). Atuou como docente no Ensino Superior, ministrando disciplinas no Departamento de Geografia e Educação da FCT/UNESP. É pesquisadora colaboradora dos seguintes grupos de pesquisa: Grupo de Estudos em Climatologia Tropical e Eventos Extremos (TropoClima/UFPE); Laboratório de Climatologia (LABOCLIMA/UFPR); Centro de Estudos em Educação, Trabalho, Ambiente e Saúde (CEETAS/FCT-UNESP); Laboratório de Geologia, Geomorfologia e Recursos Hídricos (FCT/UNESP); e Grupo de Estudos Multidisciplinares do Ambiente (GEMA/UEM). É membro da Comissão de Internacionalização do PPGG/UNESP e do Conselho Editorial da Revista Geografar (UFPR). Atua, ainda, como parecerista ad hoc de Projetos de Extensão da PROEXT/UFPE. Tem interesse em estudos interdisciplinares na área da Geografia Física, com foco em: Climatologia Geográfica (teorias, métodos e aplicações); Estatística aplicada à análise têmporo-espacial de variáveis climáticas; Análise Ambiental; e práticas de ensino em Climatologia Geográfica no Ensino Superior.

**Orcid:** <https://orcid.org/0000-0003-2721-4191>

**E-mail:** [rafaela.andrade-ferreira@unesp.br](mailto:rafaela.andrade-ferreira@unesp.br)

*Data de submissão: 31 de março de 2025.  
Aceito para publicação: 25 de outubro de 2025.  
Data de publicado: 19 de março de 2026.*