

revista

Geo 
USP
espaço e tempo

Volume 29 • nº 1 (2025)

ISSN 2179-0892

Conhecimento intuitivo e mudanças conceituais a partir da resolução de problemas físico-naturais: implicações para o ensino de geografia

Eden Correia Carli¹ 

¹Secretaria Municipal de Educação de São Paulo – Brasil
carli.eden@unifesp.br

Jerusa Vilhena de Moraes² 

²Universidade Federal de São Paulo – Brasil
jerusa.vilhena@unifesp.br

p. 1-18

Como citar este artigo:

CARLI, E. C.; MORAES, J. V. Conhecimento intuitivo e mudanças conceituais a partir da resolução de problemas físico-naturais: implicações para o ensino de geografia. **Geosp – Espaço e Tempo** (Online), v. 29, n. 1, p. 1-18, abr. 2025, ISSN 2179-0892.

Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/geosp/article/view/230681>. doi: <https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geosp.2025.230681>.



Este artigo está licenciado sob a Creative Commons Attribution 4.0 Licence

Conhecimento intuitivo e mudanças conceituais a partir da resolução de problemas físico-naturais: implicações para o ensino de geografia

Resumo

O artigo tem como objetivo analisar a aplicação da teoria do conhecimento em peças na resolução de problemas físico-naturais no contexto da geografia escolar. A pesquisa envolveu estudantes de uma universidade federal do estado de São Paulo. Os alunos foram desafiados a elaborar argumentos sobre a seguinte situação geográfica: “O Planalto da Borborema pode realmente ser o principal influenciador do clima semiárido no Brasil?”. Os dados coletados incluíram: a) gravações de áudio e vídeo; b) análise de materiais escritos, como quadros argumentativos e relatórios finais, para identificar a presença de conhecimentos intuitivos nas justificativas apresentadas. Os resultados sugerem questões relevantes para o ensino de geografia, destacando-se a importância de conscientizar os professores sobre o impacto dos conhecimentos intuitivos na aprendizagem conceitual e a necessidade de antecipar intervenções didáticas para promover mudanças conceituais.

Palavras-chave: Mudança conceitual. Componentes físico-naturais. p-prims. Ensino de geografia. Conhecimento intuitivo.

Intuitive knowledge and conceptual changes from physical-natural problems: implications for Geography teaching

Abstract

This article analyzes the application of intuitive knowledges in solving physical-natural problems within the context of School Geography. Involving students from a Federal University in the State of São Paulo, the research challenged them to develop arguments about the following geographical situation: “Can the

Borborema Plateau really be the main influencer of the semi-arid climate in Brazil?” Collected data included: a) audio and video recordings; b) analysis of written materials, such as argumentative frameworks and final reports, to identify the presence of intuitive knowledge in the justifications presented. Results suggest relevant issues for Geography teaching, highlighting the importance of raising teachers’ awareness about the impact of intuitive knowledge on conceptual learning and the need to anticipate pedagogical interventions to promote conceptual changes.

Keywords: Conceptual change. Physical-natural components. p-prims. Geography teaching. Intuitive knowledge.

Conocimiento intuitivo y cambios conceptuales a partir de la resolución de problemas físico-naturales: implicaciones para la enseñanza de la geografía

Resumen

Este artículo tiene como objetivo analizar la aplicación de la teoría del conocimiento por partes en la resolución de problemas físico-naturales en el contexto de la geografía escolar. La investigación involucró a estudiantes de una universidad federal del estado de São Paulo. A los estudiantes se les desafió a desarrollar argumentos sobre la siguiente situación geográfica: “¿Puede la meseta de Borborema ser realmente el principal factor de influencia del clima semiárido en Brasil?”. Los datos recopilados incluyeron: a) grabaciones de audio y video; y b) análisis de materiales escritos, como cuadros argumentativos e informes finales, para identificar la presencia de conocimiento intuitivo en las justificaciones presentadas. Los resultados muestran cuestiones relevantes para la enseñanza de la geografía al destacar la importancia de sensibilizar a los profesores sobre el impacto del conocimiento intuitivo en el aprendizaje conceptual y la necesidad de anticipar intervenciones didácticas para promover cambios conceptuales.

Palabras clave: Cambio conceptual. Componentes físico-naturales. p-prims. Enseñanza de geografía. Conocimiento intuitivo.

Introdução

Conceitos podem ser compreendidos como formas de se nomear e generalizar uma ideia ou de interpretar um fenômeno. No campo das ciências, são fundamentais, pois, a partir de uma teoria ou área de conhecimento, permitem a organização de debates, a sistematização de ideias e a interpretação da realidade (Murphy, 2018; Thagard, 1992; 2012; Vigotski, 2018).

A capacidade de os conceitos ajudarem na interpretação da realidade, na resolução de problemas e no estímulo aos debates são aspectos que destacamos por demonstrar sua importância no campo das ciências, incluindo a geografia. Além de estarem epistemologicamente vinculados a uma área de saber, os conceitos são fundamentais no processo de ensino e de aprendizagem, como pode ser evidenciado pelo campo¹ de investigadores em mudanças conceituais (Posner *et al.*, 1982).

Mudanças conceituais envolvem transições; ideias que se movem de uma concepção equivocada para um problema, para outras formas de resolução consideradas mais corretas (Posner *et al.*, 1982). Algumas dessas mudanças podem ocorrer ao se incrementar ideias muito simplificadas, mas outras significam uma proposta de mudança mais radical, que irá envolver novos paradigmas (Chinn; Brewer, 1993; Thagard, 1992).

Nas investigações que realizamos (Carli, 2023; Carli; Moraes, 2018) partimos da ideia de que o conceito de mudanças conceituais não se refere à descrição de um processo linear, mas nos permite entender, por um lado, como os conceitos são percebidos e, por outro, como podemos melhorar as aprendizagens desejadas. Recentemente, temos incorporado novas proposições de pesquisas à medida que percebemos o potencial que esse campo tem não só para contribuir sobre como aprendemos geografia, mas também como as pesquisas em ensino de geografia podem contribuir para esclarecer questões/dilemas não consensualizados por investigadores desse campo.

Neste artigo, temos o interesse em apresentar as discussões do campo de pesquisas em mudanças conceituais a partir do modelo interpretativo de Andrea diSessa (1993; 2017; 2008; diSessa; Gillespie; Esterly, 2004), que propôs o modelo de conhecimento em peças, como uma estratégia de compreensão sobre como os indivíduos organizam os conhecimentos.

Ao longo deste texto, analisaremos o modelo de conhecimento em peças e descreveremos sua presença na pesquisa que realizamos, que teve como público-alvo estudantes de pedagogia e que avaliou as mudanças conceituais desses estudantes em um processo formativo de uma disciplina que abordava tópicos da geografia escolar. Apresentaremos a ocorrência de três “conceitos” fenomenológicos primitivos (ou p-prims) que se destacaram como conhecimentos intuitivos, sustentando explicações equivocadas sobre os efeitos do Planalto da Borborema na paisagem do semiárido brasileiro.

Nossa intenção é apresentar o campo de pesquisa em mudanças conceituais e discutir o modelo de conhecimento em peças, a fim de propor interpretações para o processo de aprendizagem e melhores intervenções didáticas. Esse é um objetivo importante na continuidade de

¹ Durante o artigo, adotaremos por inúmeras vezes o conceito de campo elaborado por Bourdieu (2004). O conceito de campo é apresentado pelo autor como um meio de subsidiar as análises sobre a produção de conhecimento por grupos e instituições. E, esse é mais um ponto importante do artigo, por definirmos que o conceito de mudanças conceituais não descreve apenas um processo de um estado inicial ao final, mas, sim, um campo de pesquisas ao qual a geografia pode contribuir para compreendermos e melhorarmos as aprendizagens desejadas.

nossas investigações sobre como as ciências humanas podem contribuir para um processo de alfabetização científica (Ferreira; Moraes, 2022).

O modelo interpretativo sobre “conhecimento em peças” nas discussões do campo de pesquisas em mudanças conceituais

Um dos primeiros trabalhos, que se voltou a promover um modelo interpretativo sobre como os conceitos mudam a partir da contraposição de novas ideias e/ou novas evidências é o trabalho do grupo da Universidade de Cornell (Posner *et al.*, 1982). Nesse seminal trabalho, os autores apresentam os conceitos como recursos centrais para a resolução de problemas. O modelo interpretativo da Universidade de Cornell (Posner *et al.*, 1982) propõe que a evolução dos conceitos ocorre quando eles se tornam inadequados para resolver problemas específicos. Nesse momento, a validade dos conceitos vai depender de sua capacidade de solucionar questões; assim, prevalecerá uma competição conceitual sobre qual é a visão com maior potencial para a resolução.

Para o campo educacional, os autores propõem quatro passos para a compreensão do processo de aprendizagem conceitual: a) insatisfação com o conceito existente; b) a nova concepção torna-se mais inteligível; c) a nova concepção é mais plausível; e d) o novo conceito torna-se frutífero, com seu poder de explicação sendo testado em mais fenômenos.

Revisões desse modelo interpretativo sobre mudanças conceituais apresentaram-se à medida que se encontraram divergências entre os especialistas do campo. Isso fez com que, além da proposta apresentada pelos autores da Universidade de Cornell (Posner *et al.*, 1982), surgissem inúmeras outras proposições sobre como se dá o processo de mudança conceitual.

Uma análise bibliométrica realizada por um conjunto de autores (Potvin *et al.*, 2020) apresenta que o campo de pesquisas em Mudanças Conceituais desenvolveu ao menos 86 modelos compreensivos sobre o processo de mudanças conceituais. A origem dessa diversidade interpretativa se dá pelas pesquisas em inúmeras áreas de ensino, que acabaram por apresentar públicos-alvo distintos, metodologias diversas de coletas de dados, diferentes tipos de análises quantitativas e qualitativas realizadas etc. (diSessa; Gillespie; Esterly, 2004).

A revisão sistemática de literatura proposta por Potvin *et al.* (2020) apresenta os mais populares modelos de compreensão de mudanças conceituais entre os pesquisadores do campo. Esta é uma revisão riquíssima que descreve a intensidade dos debates entre os pesquisadores, mas que, ao mesmo tempo, apresenta um dos dilemas do campo de pesquisa: a falta de consenso sobre como podemos definir essas mudanças.

Além dessa primeira dificuldade, outras que vêm sendo encontradas pelo campo de investigação em mudanças conceituais, são as de se contrapor às afirmações de que precisaríamos de um longo período para confirmar as mudanças e de que o ensino formal pode ser uma parte desse processo, mas não será a única experiência relevante capaz de modificar conceitos.

Normalmente, essas afirmações – a saber, a) o conceito de mudanças conceituais é muito instável; b) é preciso um longo período para confirmar as mudanças conceituais; e c) o ensino formal é apenas uma parte desse processo – trazem alguns constrangimentos de resultados sobre a avaliação de mudanças conceituais, mas, também, nos oferecem um outro argumento:

o de que as pesquisas em mudanças conceituais nos fornecem indícios relevantes sobre o processo de como aprendemos concepções científicas. Interessa conhecer, aqui, o que há de comum nessas mudanças, afinal é essa possibilidade de perceber posições generalizáveis que poderá auxiliar o professor em sala de aula em um processo de educação formal.

Portanto, não é só de pontos de vista divergentes que vive o campo de pesquisas em mudanças conceituais. As pesquisas sobre mudanças conceituais vêm sendo produzidas desde os anos 1980 e, de lá para cá, as análises sobre mudanças conceituais vêm apresentando inúmeros ganhos interessantes para compreendermos como elas ocorrem (Amin; Smith; Wiser, 2015). Esses estudos reforçam o princípio de que construímos o conhecimento por meio das conexões que fazemos entre as novas ideias e o conhecimento já existente (Piaget, 2012).

Traremos para o artigo mais uma divergência do campo de pesquisas em mudanças conceituais. Trata-se da consciência, ou não, dos estudantes quanto à coerência de seus conceitos. Essa é uma divergência que direciona o campo para leituras antagônicas sobre como conceber os conhecimentos iniciais dos estudantes.

Uma das teses é a apresentada por Stella Vosniadou (2013; 2017; Vosniadou; Brewer, 1992), denominada de conhecimento coerente. A proposta de interpretação do processo de mudanças conceituais de Stella Vosniadou é a de que construímos modelos mentais que se apresentam como uma teoria estrutural daquilo que afirmamos sobre uma coisa ou fenômeno; esses modelos, ao encontrarem um desequilíbrio, são modificados pelas pessoas por meio da elaboração de novas representações.

Uma segunda tese, denominada “conhecimento em peças”, propõe que o aprendizado não se dá por meio de conceitos prontos, mas pela montagem cuidadosa de pequenas peças. Esse modelo oferece uma alternativa ao paradigma que vê o conhecimento como conceitos completos e bem estruturados. A ideia central é que o conhecimento inicial dos estudantes² não é composto por conceitos fortemente estruturados e que, ao aprender, não adquirimos conceitos completos de uma só vez. Nesse sentido, nosso entendimento é construído a partir dessas pequenas peças.

DiSessa (1993; 2017; 2008; diSessa; Gillespie; Esterly, 2004) introduziu a ideia de “conceitos” fenomenológicos primitivos (ou p-prims) para definir as pequenas peças de um conhecimento inicial. O termo tem o intuito de descrever um tipo de conhecimento superficial, construído de forma intuitiva e por meio das experiências vividas. Diferentemente dos conceitos formais, os p-prims não são corretos ou incorretos por si mesmos, mas podem ser aplicados de maneira apropriada ou inapropriada em diferentes contextos.

A teoria do conhecimento em peças de diSessa (1993; 2017; 2008; diSessa; Gillespie; Esterly, 2004) nos conduz a uma descrição de um pensamento fragmentado, que nos convida a refletir sobre qual é a capacidade das pessoas em reconhecer suas próprias ideias iniciais³.

2 Diferentes pesquisas no campo de mudanças conceituais investigaram o conhecimento inicial dos estudantes, e cada um desses conceitos implica modos diferentes de interpretá-lo. Esse conhecimento tem sido apresentado por inúmeras denominações, como conhecimento ingênuo, conhecimento intuitivo, concepções, erros conceituais, conhecimento prévio ou conceitos alternativos. Trabalhos como os de Leite (1993) e Amin, Smith e Wiser (2015) ajudam a compreender algumas diferenças no tratamento desses conceitos.

3 As características dos p-prims ainda não alcançaram consenso no campo e competem com a compreensão de que os conhecimentos iniciais dos estudantes estão organizados em conjuntos coerentes de ideias e teorias, conforme elaborado por Vosniadou (Vosniadou, 2015; 2017; Vosniadou; Brewer, 1992).

Em suas investigações, diSessa observou que os conhecimentos iniciais demonstram que as pessoas têm um vasto repertório para pensar sobre situações científicas e que, por isso, devemos levar em conta as circunstâncias e quadros aparentes da realização desse conhecimento para compreendermos como mudanças de perspectivas podem levar a mudanças conceituais.

Conforme já mencionamos, na perspectiva do conhecimento em peças de diSessa (1993; 2017; 2008; diSessa; Gillespie; Esterly, 2004), os p-prims são caracterizados por serem constituídos a partir do conhecimento intuitivo. DiSessa diferencia p-prims de conceitos, considerando que as pessoas criam e reforçam o uso de p-prims a partir de suas próprias experiências, o que os distancia da sistematicidade e objetividade das ciências.

Por isso, são compreensíveis os movimentos feitos por diSessa de questionamento aos investigadores do campo, que, segundo o autor, estavam mais interessados em compreender as dificuldades de se conhecer um conceito em particular, ao invés de compreender o maior número de elementos que devem ser coletados para um maduro processo de aprendizagem (diSessa, 2008, p. 48).

Para esclarecer a ideia de diSessa para p-prims, apresentaremos um exemplo avaliado em pesquisas do ensino de geografia (Reinfried; Künzle, 2020). Trata-se do uso dos p-prims “bloqueio” e “Ohm”. A pesquisa de Reinfried e Künzle (2020) selecionou dez estudantes de 12 anos de idade da cidade de Lucerna (Suíça) para explorar suas ideias sobre a formação de nascentes através da perspectiva do conhecimento em peças de Andrea diSessa (1993; 2017; 2008; diSessa; Gillespie; Esterly, 2004).

Vejamos alguns detalhes sobre a presença desses p-prims na concepção dos estudantes sobre a formação de nascentes. Primeiro, o p-prim “bloqueio”. Esse é um p-prim que é reforçado por experiências cotidianas, como o “bloqueio” da água ao entrar em contato com superfícies duras, como pias e azulejos de cozinha. Por meio da análise intuitiva desse fenômeno, diSessa (1993) e Reinfried e Künzle (2020) observam que os estudantes consolidam a concepção de que “coisas duras bloqueiam, coisas soltas deixam algo passar”. No entanto, essa alta confiabilidade pode levar a generalizações incorretas, como a crença de que as rochas bloqueiam a água, o que pode causar confusão ao aprender sobre aquíferos e porosidade das rochas.

O outro p-prim listado pelas pesquisadoras como participante ativo para a compreensão dos estudantes sobre a formação de nascente, é o p-prim “Ohm”. Andrea diSessa (1993) explica que o p-prim “Ohm” participa da concepção intuitiva de que “mais esforço resulta em mais movimento” e “mais resistência resulta em menos movimento”. Por exemplo, empurrar uma caixa sobre um tapete exige mais esforço e produz menos movimento. Para interpretação de fenômenos físicos, diSessa (1993) aponta que esse pode ser um p-prim que atrapalha na interpretação de sistemas de engenharia, como uma ponte estaiada, formada por inúmeros cabos que exercem força em diferentes direções que a mantém estável, não em movimento.

Na área do ensino de geografia, Reinfried e Künzle (2020) observaram a presença desse p-prim, como quando os estudantes apontaram que “coisas em movimento têm força”. Na concepção dos estudantes entrevistados, a água é armazenada no interior da Terra, normalmente em cavernas, lagos e rios subterrâneos, mas, devido à sua força, sobe à superfície contra a gravidade para formar uma nascente.

Para explicar isso, um dos estudantes citados por Reinfried e Künzle (2020) propôs que a água que surge nas nascentes aparece devido ao aquecimento até o ponto de ebulição, subindo na forma de vapor e empurrando ou moendo partículas de terra para forçar seu caminho até a superfície. Outro estudante explicou às pesquisadoras que uma nascente é a saída de uma caverna perfurada na rocha dura pela água. Nesse caso, a explicação do estudante era a de que a água se origina do derretimento de gelo glacial que percola e flui no subsolo em alta velocidade por canais autocriados.

Os resultados da pesquisa de Reinfried e Künzle (2020) são os primeiros a fornecer evidências da presença de p-prims na resolução de problemas físico-naturais no ensino de geografia. Essas descobertas são particularmente relevantes para compreendermos o papel das diferentes ciências no processo de alfabetização científica, pois nos levam a refletir sobre a aprendizagem.

Seguindo as análises de diSessa, ao descrevermos mudanças conceituais, é fundamental estarmos atentos se as explicações dadas pelos estudantes estão apenas se adaptando a um contexto de aprendizagem específico ou se estão transformando conceitos em estágio fenomenológico-primitivo (p-prims).

Entre as mais importantes contribuições da pesquisa de diSessa (1993) está a de entender que p-prims nos fornecem pistas para compreender melhor o caminho genético da aprendizagem, ou seja, fortalece a proposta originalmente apresentada por Piaget (2012) de que o novo conhecimento surge do antigo.

As possibilidades apresentadas pela pesquisa de Reinfried e Künzle (2020) nos inspiraram no desenvolvimento da pesquisa e na análise que será apresentada a seguir sobre a presença de p-prims em momentos de aprendizagem. A pesquisa investigou e analisou as mudanças conceituais desses estudantes sobre a formação de chuvas e a relação delas com o relevo.

Metodologia

O público-alvo da pesquisa foram estudantes de graduação do curso de Pedagogia de uma universidade no estado de São Paulo. Um total de 61 estudantes participou da disciplina denominada “Fundamentos teóricos e práticos da geografia” e todos(as) estavam matriculados no período noturno. Para esta atividade, fizemos uso de ferramenta de comunicação digital (Google Meet). Os estudantes não apresentaram dificuldades com a ferramenta, talvez pela experiência no período da pandemia, que obrigou a utilização de ferramentas de comunicação online. Dos registros obtidos pelas gravações, após considerar os termos de consentimento livre e esclarecido, ficamos com uma amostra de 34 estudantes para avaliação, que estavam divididos em 9 grupos em três aulas síncronas que realizamos.

Para a pesquisa, os estudantes foram divididos em grupos e avaliados quanto ao processo de argumentação (desempenho do grupo) e às mudanças nos níveis conceituais (desempenho individual), por meio de um pré-teste e um pós-teste. No entanto, neste artigo, focaremos em divulgar parte dos resultados, especialmente os dados que evidenciam a presença de p-prims que obtivemos do material de áudio e vídeo gravado e nas atividades escritas produzidas durante a resolução do problema.

Na pesquisa, pedimos aos estudantes que produzissem argumentos para a seguinte situação geográfica: o Planalto da Borborema pode realmente ser o principal influenciador do clima semiárido

no Brasil? Propusemos que discutissem a veracidade do argumento de que esse relevo mais acentuado impede a entrada de umidade no sertão nordestino, com base em uma série de dados fornecidos.

Para esclarecer os leitores sobre os resultados esperados com essa situação geográfica, descreveremos o argumento que defendemos, produzido a partir de evidências e fundamentações na geografia e nas ciências da terra de que o Planalto da Borborema é um elemento da paisagem que interfere em um clima localizado, mas não pode ser considerado como o fator que explica o clima semiárido na região. Outros fatores que não o relevo devem interferir nessa condição (Araújo *et al.*, 2017; Conti; Furlan, 2000; Diniz; Pereira, 2015; Gan; Kousky, 1986; Kousky *et al.*, 1981; Reboita *et al.*, 2016; Tabarelli; Santos, 2004).

Reconhecemos como muito comum a divulgação por parte de professores de geografia de que o Planalto da Borborema seria o agente responsável pela paisagem do semiárido brasileiro. Em vista disso, fornecemos aos estudantes materiais de apoio com descrição de fatores que interferem no clima e uma série de evidências aos estudantes para que eles avaliassem se essa possibilidade era plausível.

As evidências 1 e 2 que disponibilizamos aos estudantes demonstravam que a área do semiárido no Brasil é maior que a área de influência do Planalto da Borborema, ou de outros planaltos. Tratava-se de dois mapas: o primeiro dos municípios da área do semiárido brasileiro e o segundo das unidades morfoestruturais (Ross, 2000).

A evidência 3 apresentava os perfis leste-oeste da região Nordeste e o leste-oeste das regiões Centro-Oeste e Sudeste do Brasil, elaborados por Ross (2000, p. 55-63). O intuito era o de apresentar perfis comparativos de relevo entre outras áreas do país e de altitudes semelhantes, mas onde não era possível perceber um fenômeno de bloqueio das massas de ar, já que os planaltos e serras leste-sudeste não impedem o regime de chuvas na depressão periférica paulista ou na bacia do rio Paraná.

A evidência 4 apresentava um perfil topográfico dos tabuleiros litorâneos nordestinos, passando pelo Planalto da Borborema e finalizando na depressão sertaneja, assim como um conjunto de quatro climogramas: a) da cidade de Cruz do Espírito Santo/PB (localizada a 20m de altitude, na região dos tabuleiros litorâneos); b) da cidade de Areia/PB (localizada a 623m de altitude a barlavento do Planalto da Borborema); c) da cidade de Parelhas/RN (localizada a 325m de altitude e a sotavento do Planalto da Borborema); e d) da cidade Caicó/RN (localizada a 143m de altitude na depressão sertaneja).

A quarta evidência tinha o intuito de demonstrar um efeito local do Planalto da Borborema, com maior intensidade de chuvas localizadas a barlavento do planalto do que a sotavento, mas com uma maior quantidade de chuvas registradas em Caicó/RN, quando comparada a Parelhas/RN, ou seja, quando o efeito de chuvas orográficas do planalto cessa e outras explicações tornam-se mais importantes.

A evidência 5 reforçava a afirmação que apresentamos anteriormente. Já que o fenômeno das chuvas orográficas a barlavento é considerado o principal elemento explicativo para a formação de uma paisagem de exceção, os Brejos de Altitude. Os dados apresentados aos estudantes foram elaborados a partir das descrições sobre a história natural dos Brejos Nordestinos, elaboradas por Tabarelli e Santos (2004), e demonstravam que o fenômeno da orografia interfere em um clima local.

Os debates nas áreas de conhecimento da geografia e das ciências da terra sobre a formação da paisagem do semiárido brasileiro, e as críticas a leituras equivocadas sobre a real influência do Planalto da Borborema são os elementos que destacamos no material fornecido aos estudantes.

O problema apresentado foi relevante para a interpretação das concepções alternativas sobre formação de chuvas e as mudanças conceituais obtidas através da atividade⁴ (Carli, 2023). Mas, conforme já enunciamos, como objetivo deste artigo, temos como intenção descrever a presença de p-prims nas respostas dadas pelos estudantes nessa atividade.

A presença de p-prims para discutir os efeitos do planalto da borborema na constituição da paisagem do semiárido brasileiro

A seguir, apresentaremos os argumentos e descreveremos alguns eventos envolvendo grupos que chegaram a conclusões equivocadas sobre o problema. Esses grupos, ao final de suas investigações, afirmaram que o Planalto da Borborema era o principal influenciador do clima semiárido nordestino. Para entender o que levou a essa decisão, seguimos alguns indícios deixados pelos grupos, que apontam para estudantes que buscaram respostas prontas para o problema e justificativas com uso de p-prims. Vamos a esses eventos.

O grupo 3 iniciou suas discussões demonstrando algumas dificuldades, oriundas de erros conceituais, como: a) o grupo insistiu no fenômeno de chuvas convectivas como a origem de todas as chuvas; b) o grupo não elencou o deslocamento de massas de ar como um importante fator para a distribuição da umidade; c) o grupo teve dificuldade de compreender a escala do fenômeno de chuvas convectivas (apontando para corpos de água como rios serem a explicação das chuvas regionais); e d) o grupo confundiu-se com o uso de alguns dados (um exemplo foi a afirmação de que o semiárido não tem relação com o fenômeno da chuva).

Nas discussões do segundo encontro, observamos que o grupo superou muito das dificuldades iniciais do trabalho. Durante as discussões, percebemos que esse grupo modificou bastante suas afirmações, ora apontavam o Planalto da Borborema como um fator decisivo para explicar o semiárido, ora apontavam-no como pouco influente, discutindo com bastante intensidade as possíveis implicações e relações.

Mas, à medida que o grupo discutia o problema, sentiu necessidade de buscar outras fontes de informações e, nesse momento, notamos a perda de alguns critérios importantes para o desenvolvimento de um argumento científico.

Selecionamos um trecho das discussões do grupo, assim como algumas observações que se seguirão ao excerto, para demonstrar como o grupo teve dificuldades em lidar com informações anômalas para a tomada da decisão. Essa parte da conversa já se apresenta nos momentos finais da argumentação do grupo no segundo encontro e ela sistematiza a ideia de que algumas regiões recebem mais umidade que outras, mas, que no caso do Planalto da Borborema, é decisivo porque o movimento da massa de ar do oceano coincide com a posição do planalto. O problema fica em explicar outras partes do semiárido, como aconteceu neste trecho:

⁴ Todos os demais resultados que confirmam processos de mudanças conceituais relacionados a atividades argumentativas podem ser encontrados em nossa tese de doutorado (Carli, 2023).

E34G3⁵: Tipo assim, aquela região só recebe do oceano e aí tem o que a E33G3 falou, como ela só recebe do oceano barra... E o pouco que chega, chega (a estudante faz gestos para demonstrar o planalto e o movimento das massas de ar), e é por isso que é semiárido, e não árido. Porque ela não recebe do oceano, ela recebe de outros lugares. Só que as outras regiões... elas recebem massas de ar de outros lugares que não sejam só dos oceanos, que foi aquela foto que ela mostrou (trata-se de um mapa com a descrição das massas de ar que atuam no Brasil no inverno e no verão), tipo da Amazônia e tal. E [é] por isso que [em] outras regiões o planalto não influencia (...)

E35G3: Tipo, e a Bahia? (...)

E34G3: Então... lá naquela região influencia, porque ela recebe massas de ar só do oceano, que é onde o planalto breca.

E35G3: Mas e a Bahia, por exemplo?

E33G3: Então, ela não recebe tanta umidade (...) não sei, gente....

E36G3: Trecho deletado: “O(a) estudante não quis participar da pesquisa”.

E33G3: A maior umidade vem do oceano.

E34G3: Concordo. É isso. Por que a Bahia é semiárida? A Bahia é semiárida porque ela não recebe do oceano, não recebe de outros lugares, e aí é mais fraco... tipo, tem menos intensidade, e a do oceano é a que tem maior intensidade. Acredito que é isso. Por isso que na região Sul e Sudeste não são semiáridas, porque estão próximas do oceano e recebem massas do oceano.

A conversa se desenvolveu, para esse grupo 3, da seguinte maneira: ao decidir que o Planalto da Borborema influencia o regime de chuvas no semiárido brasileiro, os integrantes começaram a buscar explicações para os dados que contradiziam essa afirmação. Por exemplo, para explicar o problema levantado pelo estudante E35G3 sobre o semiárido na Bahia, foi necessário recorrer à ideia de que naquela região já não chegava muita umidade do litoral. Essa explicação deveria ter sido suficiente para o grupo concluir que outros fatores também influenciam o clima da região, mas a afirmação final do grupo foi: “*O Planalto da Borborema é o principal influenciador da área de clima semiárido no sertão nordestino brasileiro*”.

Essa última afirmação faz sentido para os membros do grupo porque eles identificaram que o movimento das massas de ar úmidas coincide com a posição do planalto. Essa coincidência, criada pelo grupo para sustentar a afirmação, é considerada suficiente para a conclusão.

Mesmo no terceiro encontro, com a participação de grupos com argumentos contrários, os participantes do grupo 3 deixaram de ser tão céticos em relação às suas próprias afirmações. Isso evidenciou a estratégia de criar teorias sem dados suficientes para sustentá-las. Em termos das implicações do p-prim “bloqueio”, temos um exemplo claro de sua forte influência na compreensão das chuvas orográficas. Os estudantes não questionaram como o relevo influencia o

5 A fim de garantir o anonimato na pesquisa, os nomes dos estudantes foram substituídos por um rótulo de identificação, conforme o modelo E”XX”G”XX” (sendo “E” seguido de um número para a identificação do estudante e “G” seguido de um número para identificar o grupo). Os estudantes que não quiseram participar da pesquisa tiveram os trechos da transcrição de áudio e vídeo deletados.

deslocamento das massas de ar, mantendo apenas o raciocínio de que “coisas duras bloqueiam, coisas soltas deixam algo passar”.

Outro grupo enfrentou problemas semelhantes aos do grupo 3 ao adaptar os dados para se adequarem à afirmação criada. Já no primeiro dia, vários integrantes do grupo 5 tentavam resolver o problema sem trabalhar com os dados disponíveis, mesmo com a presença de uma estudante disposta a demonstrar as incongruências entre as afirmações feitas pelos integrantes do grupo e os dados. Ao término das três aulas, as estudantes apresentaram a seguinte afirmação como resposta ao problema: *“Sim. Concluimos que o Planalto da Borborema é o fator de principal influência no clima do sertão nordestino.”*

Destacamos a estudante E3G5, por seu papel como voz divergente no grupo, que enfrentou dificuldades em discutir com o grupo teorias alternativas para o problema. Para ilustrar, a conversa do segundo encontro começou com uma pergunta de E4G5 sobre se todas as participantes já tinham uma ideia da resposta. A aluna E2G5 confirmou que sua decisão foi influenciada por uma pesquisa “genérica” na internet, e seu argumento ganhou força por estar alinhado com o entendimento das outras participantes do grupo. Ao longo das discussões, centradas em uma única afirmação, observamos que a atitude da estudante E3G5, a voz divergente, tende a desaparecer por ser minoritária.

A resposta pronta que guiou o grupo fez com que as estudantes adaptassem os dados disponíveis para sustentar a afirmação feita. Assim, as evidências 1 e 2 (que apresentavam um mapa com os municípios da área do semiárido brasileiro e outro das unidades morfoestruturais) foram usadas apenas para localizar o semiárido, enquanto princípios geográficos como extensão e área foram abandonados. Selecionamos duas justificativas apresentadas pelas estudantes para demonstrar a argumentação do grupo:

1. Estamos cogitando que as massas venham dos oceanos com bastante força e umidade já que lá não enfrentam obstáculos físicos. Chegando no litoral a massa enfrenta algumas barreiras físicas menores e naturalmente perde um pouco de sua força ao longo do percurso até o interior, assim, quando esta massa de ar chega no planalto, com menos força, ele consegue barrá-la. Essa hipótese foi construída a partir do mapa que mostra os municípios que fazem parte do semiárido estando o litoral de fora.
 2. Essa evidência fortalece a “evidência 1”, mostrando que pelo planalto estar em altitude mais elevada que as regiões ao redor, acaba “atraindo” as massas de ar úmido e também não deixa que o ar passe, formando uma barreira.
- (Trecho extraído do quadro argumentativo elaborado pelo grupo 5, ao término do 2º encontro).

Assim como Reinfried e Künzle (2020) identificaram a presença do p-prim “Ohm” nas explicações sobre a formação de nascentes entre os estudantes de sua amostra, o trecho que selecionamos evidencia a presença desse p-prim entre os estudantes do grupo 5 de nossa pesquisa.

A afirmação de que as massas de ar perdem força ao encontrar barreiras físicas no interior do território ilustra a concepção intuitiva de que “mais esforço resulta em mais movimento” e “mais resistência resulta em menos movimento”. O exemplo de diSessa (1993), que aborda a experiência

cotidiana de empurrar uma caixa sobre um tapete, em que é necessário mais esforço para obter menos movimento, torna-se bastante ilustrativo para analisarmos as afirmações feitas pelos estudantes.

É interessante retomar a ideia de diSessa (1993; 2017; 2008, diSessa; Gillespie; Esterly, 2004) sobre o conhecimento em peças para demonstrar como esses conhecimentos intuitivos tendem a preencher as lacunas nas afirmações dos estudantes, especialmente na ausência de uma rede conceitual mais robusta relacionada a fenômenos atmosféricos, como pressão atmosférica, zonas de alta e baixa pressão, e circulação na alta atmosfera, que são essenciais para explicar a intensidade do movimento das massas de ar.

Para interpretar a afirmação de que as montanhas atraem as massas de ar, estamos fortemente inclinados a observar as análises que diSessa (1993; diSessa; Gillespie; Esterly, 2004) fez sobre o p-prim “Força como um movimento”. Não necessariamente temos nas observações de diSessa uma descrição tão explícita quanto a da caixa sobre o tapete. No entanto, ele nos apresenta a concepção intuitiva de que “coisas grandes são fortes” e “coisas fortes podem atrair” (diSessa, 1993) para descrever a ideia de que forças podem atrair objetos, tal como um ímã atrai metal ou a gravidade atrai objetos para a Terra.

Assim como crianças, adultos também usam analogias simples para entender fenômenos complexos. A análise de diSessa (1993) permite-nos inferir que a noção de que um ímã atrai metal ou que a gravidade puxa objetos em direção à Terra pode ter sido utilizada intuitivamente para explicar a influência do Planalto da Borborema no movimento das massas de ar. Mas outras experiências cotidianas também podem ter reforçado essa ideia, como: a) ver nuvens se acumulando ao redor de montanhas, que pode dar a impressão de que montanhas estão “atraindo” as nuvens; b) sentir o vento mudar de direção ao se aproximar de uma montanha, que pode levar à conclusão de que a montanha está influenciando o movimento do ar; c) explicações simplificadas em aulas de geografia ou ciências, que podem usar a linguagem de “atração” para descrever como montanhas afetam o clima e os padrões de vento; e d) imagens em livros didáticos ou documentários que mostram massas de ar se movendo em direção a montanhas, que podem reforçar essa percepção.

Não queremos com isso apontar para uma ingenuidade por parte desses professores em formação, mas, sim, destacar como p-prims podem atuar. Embora esses estudantes tenham bastante domínio sobre fenômenos físicos e naturais, p-prims ainda influenciam seu pensamento. Nesse caso, a ideia de que “coisas grandes são fortes” e “coisas fortes podem atrair” se tornou uma maneira de simplificar a complexidade dos fenômenos atmosféricos.

Há mais análises a serem feitas sobre o grupo 5, mas gostaríamos de apresentá-las somadas às observações de alguns eventos que ocorreram no grupo 7. Novamente, temos um grupo muito organizado e dedicado, mas que se concentrou na estratégia de como comprovar uma afirmação, e não em elaborar uma afirmação a partir de evidências e fundamentação. Vejamos essa condição por meio da descrição da resolução do problema pelo grupo 7.

Nos encontros realizados pelas estudantes do grupo 7, foi possível verificarmos que o grupo discutiu o trabalho além dos espaços destinados das aulas, aparentemente através do WhatsApp. No segundo encontro, por exemplo, as estudantes discutiram o problema por meio da apresentação de um Power Point que não foi preparado no primeiro encontro e que apresentava entre as telas referências a sites que consultamos e verificamos que defendiam a tese da forte influência

do Planalto da Borborema⁶. Outro elemento que corrobora a ideia de que as estudantes discutiram o trabalho fora das reuniões propostas é a sensação de que, por vezes, havia durante a gravação um consenso muito estabelecido, demonstrando que o grupo já tinha chegado ao segundo encontro com uma decisão tomada, mas essa decisão não havia sido feita na primeira reunião.

Não houve nenhuma orientação dos pesquisadores contrária à consulta de materiais externos, apenas especificamos que as referências a tais materiais fossem feitas, o que não foi apresentado pelas estudantes do grupo 7 nas atividades escritas. No entanto, fizemos menção aos integrantes de que as discussões em grupo fossem gravadas, mas o que os indícios indicam é que as integrantes conversaram fora das aulas sem fazê-lo.

A descrição desses acontecimentos não tem o intuito de atribuir falcatruas ao grupo. As estudantes do grupo 7, assim como de outros grupos que também temos indícios de que dialogaram em outros espaços, estavam se dedicando na resolução do problema. No entanto, para esta pesquisa, consideramos os vídeos dos encontros e as respostas dos estudantes.

Um fato que nos chamou a atenção nos vídeos tanto do grupo 5 quanto do grupo 7 foi o último dia de encontros, em que estava prevista a troca entre os diferentes grupos dos argumentos elaborados. Na sessão de revisão dos argumentos, após a distribuição das estudantes para outros grupos, foi possível observar que essa atividade deixou um sentimento de dúvida com relação aos resultados obtidos pelos grupos.

Nessa sessão, uma estudante do grupo 5 (E2G5) confessou: *“Eu me sinto completamente influenciável, se a professora chegar e falar tipo... qualquer coisa, qualquer abobrinha que ela quiser, eu vou acreditar”*. Uma outra estudante do grupo 7 (E18G7) relatou: *“A menina apresentou o mapa e falou: Olha, é muito pequenininho em relação ao resto (menção à extensão do Planalto da Borborema e à extensão da área da paisagem do semiárido), então não influencia. (...) Aí eu fiquei na dúvida (demonstrando timidez na fala)”*.

O fato de as estudantes encontrarem outras interpretações parece tê-las deixado suscetíveis à mudança, mas, no quadro argumentativo e no relatório, que poderiam ter sido alterados após as sessões para revisão dos argumentos (terceiro encontro), encontramos poucas mudanças no argumento sobre o problema.

A observação de que algumas estudantes apresentaram poucas alterações no quadro argumentativo do relatório final chamou nossa atenção. Isso pode indicar uma influência significativa da maneira como o grupo discutiu o problema, persistindo em argumentos errôneos ou insuficientes sobre a influência do Planalto da Borborema, além de preencher as lacunas nas afirmações com um uso de conhecimentos intuitivos ou p-prim.

Considerações finais

Na seção anterior, descrevemos os p-prims utilizados por estudantes de graduação do curso de pedagogia que participaram da pesquisa para explicar o efeito das chuvas a barlavento nos relevos de altitude, e essas explicações se mostraram, no mínimo, instigantes. Ao elaborar o material de coleta de dados para a pesquisa que foi disponibilizado aos estudantes, tivemos o cuidado de não incluir

⁶ Ver mais em: <http://geografiacontemporanea.blogspot.com/2016/10/a-pior-seca-desde-o-ultimo-seculo.html> e <https://www.todamateria.com.br/planalto-da-borborema/>. Acesso em: 7 set. 2022.

algumas palavras e apresentar explicações influenciadas pelas pesquisas de diSessa (1993; 2017; 2008; diSessa; Gillespie; Esterly, 2004) e de Reinfried e Künzle (2020) sobre os p-prims “bloqueio” e “Ohm”, para não reforçarmos concepções intuitivas dos estudantes sobre fenômenos naturais.

Destacamos que esse é mais um exemplo de ocorrência do p-prim “Bloqueio” e “Ohm”, acrescido ao registro do p-prim “Força como movimento”, em investigações no Ensino de Geografia. Lembremos que, na pesquisa de Reinfried e Künzle (2020), esses p-prims dificultaram os estudantes em entender que rochas podem ser permeáveis. Em nosso caso, os p-prims “Bloqueio”, “Ohm” e “Força como movimento” sustentaram explicações errôneas sobre os efeitos do Planalto da Borborema na paisagem do semiárido brasileiro.

A teoria de Andrea diSessa (1993; 2017; 2008; diSessa; Gillespie; Esterly, 2004) foi apresentada neste artigo como uma maneira de refletirmos sobre os conceitos, em diferentes situações, do conhecimento intuitivo cotidiano aos conhecimentos de especialistas. Essa teoria sobre como conhecemos traz a ideia de que os conhecimentos iniciais dos estudantes não podem ser caracterizados como conceitos fortemente estruturados em teorias ou paradigmas. Seu ponto de diálogo com o campo de pesquisas em mudanças conceituais envereda por questionar: a partir de uma ideia de um conhecimento intuitivo fragmentado, como podemos elaborar um caminho válido de amadurecimento conceitual?

A pergunta apresentada anteriormente nos coloca como implicações para o processo educacional compreendermos que:

a) Ao propor a análise dos resultados de uma intervenção, temos que avaliar como essa ação reorganizou conhecimentos dispersos (fragmentados) em torno de um problema. Essa é uma condição que implica em discussões sobre avaliação e a presença de conhecimentos intuitivos nas afirmações dos estudantes para um processo mais robusto de alfabetização científica.

b) Ao propor a articulação desses conhecimentos dispersos, deve-se prever intervenções que discutam de forma explícita os conhecimentos intuitivos para uma melhoria contínua, gradual e a longo prazo desse processo de organização e mudanças dos conceitos. E isso envolve discutir conhecimentos intuitivos em currículos e na formação de professores.

c) Já que p-prims servem como base para a construção de novos conhecimentos, ao discutir conhecimentos intuitivos nas aulas de geografia, devemos perceber que podemos ajudar na construção mais sólida de concepções científicas. Isso implica a necessidade discutirmos p-prims de forma interdisciplinar, já que isso auxiliará o estudante em outras áreas de conhecimento, e não apenas em um único contexto de aprendizagem.

São esses elementos que gostaríamos de destacar, para entendermos como as ciências humanas podem contribuir para um processo de alfabetização científica. Nossa investigação apresenta implicações importantes para professores de geografia, como: a) conscientizá-los do impacto das concepções intuitivas para a aprendizagem conceitual e apresentar o quanto de comum existe na presença dessas concepções; b) propor aos professores que antecipem intervenções didáticas com estratégias mais explícitas para promover mudanças no uso de conhecimentos intuitivos.

Mudar p-prims é uma tarefa complexa e envolve pequenas peças, mas não podemos correr o risco de reforçarmos p-prims indesejados, como o p-prim “bloqueio”, que permanece sendo utilizado na explicação para a paisagem do semiárido brasileiro por inúmeros profissionais

da educação. Isso não resulta em uma explicação cientificamente aceita e ainda incorre em reforçar a ideia de que “coisas duras bloqueiam, coisas soltas deixam algo passar”, construída de forma intuitiva, cotidiana e que atrapalha processos de aprendizagem em outras ciências.

Na segunda seção deste artigo, destacamos importantes contribuições e dilemas do campo de pesquisas em mudanças conceituais. Isso reflete na atenção que investigadores do ensino de geografia devem ter ao se posicionarem em relação aos diferentes modelos interpretativos do processo de mudança conceitual, a fim de contribuir com possíveis soluções para os desafios enfrentados nesse campo. Consideramos, assim, que uma efetiva inserção do ensino de geografia nessa discussão pode enriquecer as investigações em mudanças conceituais, ao mesmo tempo em que exploramos como esse campo pode beneficiar essa área de conhecimento.

Consideramos que o ensino de geografia se beneficia enormemente dessa discussão ao entender melhor seu papel como um reforçador ou facilitador na superação de conhecimentos intuitivos. Ao articular conceitos de diferentes disciplinas, os professores de Geografia podem ajudar os alunos a elaborarem argumentos científicos mais coerentes, promovendo uma compreensão mais profunda dos fenômenos naturais e suas interações.

Referências

- AMIN, T. G.; SMITH, C. L.; WISER, M. Student conceptions and conceptual change. *In*: Lederman, N. G.; ABELL, S. K. Handbook of research on science education: volume II. New York: Routledge, 2015. p. 57-81.
- ARAÚJO, I. G. D. *et al.* Climatologia do sertão da Paraíba, Brasil. *In*: PERES FILHO, A.; AMORIM, R.R. (org.). **Os desafios da geografia física na fronteira do conhecimento**. Campinas: Instituto de Geociências - Unicamp, 2017. p. 2439-2448.
- BOURDIEU, P. **Os usos sociais da ciência**: por uma sociologia clínica do campo científico. São Paulo: Editora Unesp, 2004.
- CARLI, E. C. **O modelo educativo AC-GEO (argumentação científica a partir de um raciocínio geográfico) e a análise de seu efeito em promover mudanças conceituais**. 2023. Tese (Doutorado em Educação) – Escola de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade Federal de São Paulo, Guarulhos, 2023. Disponível em: <https://repositorio.unifesp.br/items/a0549058-a7b3-40e5-a61a-9c4a74b6061f>. Acesso em: 31 mar. 2025.
- CARLI, E. C.; MORAES, J. V. Prática argumentativa no ensino de geografia: um estudo a partir do conceito de território. **Scripta Nova**, Barcelona, v. 22, n. 108, p. 1-13, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1344/sn2018.22.20413>. Acesso em: 31 mar. 2025.
- CHINN, C. A.; BREWER, W. F. The role of anomalous data in knowledge acquisition: a theoretical framework and implications for science instruction. **Review of Educational Research**, Washington, v. 63, n. 1, p. 1-49, 1993. Disponível em: <https://doi.org/10.3102/00346543063001001>. Acesso em: 31 mar. 2025.
- CONTI, J. B.; FURLAN, S. A. Geoecologia: o clima, os solos e a biota. *In*: ROSS, J. L. (org.). **Geografia do Brasil**. São Paulo: Edusp, 2000. p. 67-207.

- DINIZ, M. T. M.; PEREIRA, V. H. C. Climatologia do estado do Rio Grande do Norte, Brasil: sistemas atmosféricos atuantes e mapeamento de tipos de clima. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 35, n. 3, p. 488-506, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.5216/bgg.v35i3.38839>. Acesso em: 31 mar. 2025.
- DISESSA, A. A. Knowledge in pieces. In: Amin, T. G.; Levrini, O. **Converging perspectives on conceptual change**. Abingdon: Routledge, 2017. p. 7-16.
- DISESSA, A. A. Toward an epistemology of physics. **Cognition and Instruction**, Philadelphia, v. 10, n. 2-3, p. 105-225, abr. 1993. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/07370008.1985.9649008>. Acesso em: 31 mar. 2025.
- DISESSA, A. A. A bird's-eye view of the "pieces" vs. "coherence" controversy (from the "pieces" side of the fence). In: Vosniadou, S. **International handbook of research on conceptual change**. Abingdon: Routledge, 2008. p. 43-60.
- DISESSA, A. A.; GILLESPIE, N. M.; ESTERLY, J. B. Coherence versus fragmentation in the development of the concept of force. **Cognitive Science**, Hoboken, v. 28, n. 6, p. 843-900, 2004. Disponível em: https://doi.org/10.1207/s15516709cog2806_1. Acesso em: 31 mar. 2025.
- FERREIRA, E. C.; MORAES, J. V. Alfabetização científica nas ciências humanas: o início de um diálogo. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, v. 52, p.1-17, 2022. Disponível em: <https://publicacoes.fcc.org.br/cp/article/view/9212>. Acesso em: 31 mar. 2025.
- GAN, M. A.; KOUSKY, V. E. Vórtices ciclônicos da alta troposfera no Oceano Atlântico Sul. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Rio de Janeiro, v. 1, p. 19-28, 1986. Disponível em: <http://marte3.sid.inpe.br/zip/6qtX3pFwXQZ3r59YCT/GTLyJ>. Acesso em: 31 mar. 2025.
- KOUSKY, V. E.; GAN, M. A. Upper tropospheric cyclonic vortices in the tropical South Atlantic. Upper tropospheric cyclonic vortices in the tropical South Atlantic. **Tellus**, Stockholm, n. 33, p. 538-551, 1981. Disponível em: <https://a.tellusjournals.se/articles/10.3402/tellusa.v33i6.10775>. Acesso em: 31 mar. 2025.
- LEITE, L. S. F. **Concepções alternativas em mecânica**: um contributo para a compreensão do seu conteúdo e persistência. 1993. Tese (Doutorado em Educação) – Instituto de Educação, Universidade do Minho Braga, 1993. Disponível em: <https://hdl.handle.net/1822/54>. Acesso em: 31 mar. 2025.
- MURPHY, G. **The big book of concepts**. Cambridge: The MIT Press, 2018.
- PIAGET, J. **Epistemologia genética**. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2012.
- POSNER, G. J. *et al.* Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. **Science Education**, Hoboken, v. 66, n. 2, p. 211-227, 1982. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1002/sce.3730660207>. Acesso em: 31 mar. 2025.
- POTVIN, P. *et al.* Models of conceptual change in science learning: establishing an exhaustive inventory based on support given by articles published in major journals. **Studies in Science Education**, Abingdon, v. 56, n. 2, p. 157-211, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/03057267.2020.1744796>. Acesso em: 31 mar. 2025.

- REBOITA, M. S. *et al.* Causas da semi-aridez do sertão nordestino. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, v. 19, n. jul-dez, p. 254-277, 2016. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/rbclima/article/view/13920>. Acesso em: 31 mar. 2025.
- REINFRIED, S.; KÜNZLE, R. Application of a knowledge-in-pieces perspective to students' explanations of water springs: a complex phenomenon pertaining to the field of physical geography. **Research in Subject-matter Teaching and Learning (RISTAL)**, Warsaw, v. 3, n. 1, p. 1-29, 2020. Disponível em: <https://sciendo.com/article/10.23770/rt1830>. Acesso em: 31 mar. 2025.
- ROSS, J. L. S. Os fundamentos da geografia da natureza. *In*: ROSS, J. *et al.* (org.). **Geografia do Brasil**. São Paulo: Edusp, 2000. p. 13-66.
- TABARELLI, M.; SANTOS, A. M. M. Uma breve descrição sobre a história natural dos brejos nordestinos. *In*: PORTO, K. C.; CABRAL, J. J. P.; TABARELLI, M. (org.). **Brejos de Altitude em Pernambuco e Paraíba**: história natural, ecologia e conservação. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004. p. 17-24.
- THAGARD, P. **Conceptual revolution**. New Jersey: Princeton University Press, 1992.
- THAGARD, P. **The cognitive science of science**. Cambridge: The MIT Press, 2012.
- VIGOTSKI, L. S. **A construção do pensamento e linguagem**. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2018.
- VOSNIADOU, S. Conceptual change in learning and instruction. *In*: Vosniadou, S. **International handbook of research on conceptual change**. Abingdon: Routledge, 2013. p. 11-30.
- VOSNIADOU, S. Initial and scientific understandings and the problem of conceptual change. *In*: Amin, T. G.; Levrini, O. **Converging perspectives on conceptual change**. Abingdon: Routledge, 2017. p. 17-25.
- VOSNIADOU, S.; BREWER, W. F. Mental models of the Earth: a study of conceptual change in childhood. **Cognitive Psychology**, Amsterdam, v. 24, n. 4, p. 535-585, 1992. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(92\)90018-W](https://doi.org/10.1016/0010-0285(92)90018-W). Acesso em: 31 mar. 2025.

Contribuição dos autores

Eden Correia Carli: investigação sobre o tema, execução dos procedimentos metodológicos, análise dos dados, discussão dos resultados, elaboração da versão preliminar e final do manuscrito.

Jerusa Vilhena de Moraes: investigação sobre o tema, estruturação da aplicação da pesquisa, análise dos dados, discussão dos resultados e elaboração da versão final do manuscrito.

Editora do artigo

Sonia Castellar

Recebido: 21 out. 2024

Aceito: 28 jan. 2025