

Mapas Conceituais como Instrumento de Avaliação da Aprendizagem Significativa no Ensino de Associação de Resistores

Concept Maps as Instrument for Assessing Meaningful Learning in the Teaching of Resistor Combinations

Los Mapas Conceptuales como Herramienta para Evaluar el Aprendizaje Significativo en la Enseñanza de la Conexión de Resistencias

Wandeyres Pereira Franco^{1*}, Erilaine Bareto Peixoto^{2**}, Felipe Alexandre Medeiros de Freitas^{3***}

Resumo

O ensino de Física no Ensino Médio apresenta desafios, especialmente na compreensão de conteúdos de eletrodinâmica, como associação de resistores, que exigem elevado nível de abstração. Nesse contexto, este estudo teve como objetivo analisar o potencial dos mapas conceituais como instrumento avaliativo para identificação de indícios de aprendizagem significativa no ensino de associação de resistores. A pesquisa possui abordagem qualitativa, caracterizando-se como pesquisa-ação, ao desenvolver uma intervenção pedagógica com estudantes do Ensino Médio. A coleta e análise de dados ocorreu por meio de mapas conceituais em uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), composta por atividades teóricas e práticas investigativas com uso de simulação computacional. A análise considerou aspectos qualitativos como proposições, níveis hierárquicos e relações conceituais. Os resultados indicam que os mapas conceituais iniciais permitiram a identificação de conhecimentos prévios, enquanto os mapas finais evidenciaram evolução conceitual, principalmente no processo de diferenciação progressiva. Em conclusão, observamos que os mapas conceituais possibilitaram avaliar tanto as lacunas como a ausência de reconciliação integradora e ligações cruzadas, durante os avanços na construção do conhecimento dos estudantes. Isto demonstra que os mapas conceituais contribuem como recurso didático e como instrumento avaliativo no ensino de Física.

Palavras-chave: Aprendizagem significativa; Mapas conceituais; Ensino de física; Associação de resistores; Eletrodinâmica.

Abstract

Teaching physics in high school presents challenges, especially when it comes to understanding electrodynamics concepts — such as resistor combinations — which require a high level of abstraction. The purpose of this study was to analyze the potential of concept maps as an assessment tool for identifying evidence of meaningful learning in

* Graduada em Licenciatura em Física pelo Instituto Federal de Alagoas (IFAL). Discente do curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal de Alagoas (IFAL) – Campus Piranhas, Piranhas, Alagoas, Brasil. Endereço: Rua Porto da folha, 18, bairro vila Sergipe, Piranhas, Alagoas, Brasil, CEP: 57460-506. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6544-7626>.

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/6983983620930345>.

E-mail: wandeyres@hotmail.com

** Doutora em Física- UFS. Docente EBTT – IFAL Campus Piranhas, Piranhas, Alagoas, Brasil Endereço: Avenida José Matias de Oliveira, 430 cep: 49504-902 Bairro Marianga, Itabaiana, Sergipe, Brasil . ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2571-9770>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9438977482661277>

e-mail: erilaine.peixoto@ifal.edu.br

*** Doutor em Educação em Ciências e Matemática, pela Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática - REAMEC. Professor EBTT de Física, do Instituto Federal de Alagoas – IFAL, Campus Piranhas, Alagoas, Brasil. Endereço: Rua Pilar n.11, conjunto vila alagoas, bairro Xingó, Piranhas/AL, Brasil, CEP: 57462034 ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7857-3402>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4576981969294029>

E-mail: felipe.freitas@ifal.edu.br

the teaching of resistor combinations. The research employs a qualitative approach, characterized as action research, by conducting a pedagogical intervention with high school students. Data collection and analysis were carried out via conceptual maps in a Potentially Significant Teaching Unit (PSTU), comprising theoretical and investigative practical activities incorporating computer simulation. The analysis considered qualitative aspects such as propositions, hierarchical levels, and conceptual relationships. Results indicate that initial concept maps enabled the identification of prior knowledge, while final maps demonstrated conceptual evolution, particularly within the process of progressive differentiation. In conclusion, we observed that concept maps made it possible to evaluate both the gaps and the absence of integrative reconciliation and cross-links during the students' progress in knowledge construction. This shows that concept maps contribute as a teaching resource and as an assessment instrument to physics teaching.

Keywords: Meaningful learning; Concept maps; Physics teaching; Resistor combinations; Electrodynamics.

Resumen

La enseñanza de la Física en la educación secundaria plantea retos, especialmente en la comprensión de contenidos de electrodinámica, como la conexión de resistencias, que exigen un alto nivel de abstracción. En este contexto, el objetivo de este estudio fue analizar el potencial de los mapas conceptuales como herramienta de evaluación para identificar indicios de aprendizaje significativo en la enseñanza de la conexión de resistencias. La investigación tiene un enfoque cualitativo y se caracteriza como investigación-acción, al analizar una intervención pedagógica desarrollada con estudiantes de secundaria. La recopilación y el análisis de datos se realizaron mediante mapas conceptuales previstos en una Unidad de Enseñanza Potencialmente Significativa (UEPS), compuesta por actividades teóricas y prácticas de investigación con el uso de simulación computacional. El análisis tuvo en cuenta aspectos cualitativos, como proposiciones, niveles jerárquicos y relaciones conceptuales. Los resultados indicaron que los mapas conceptuales iniciales permitieron identificar conocimientos previos, mientras que los mapas finales pusieron de manifiesto una evolución conceptual, principalmente en el proceso de diferenciación progresiva. En conclusión, se observó que los mapas conceptuales permitieron evaluar tanto las lagunas, como la ausencia de reconciliación integradora y de conexiones cruzadas, así como los avances en la construcción del conocimiento de los estudiantes. Demostrando así que los mapas conceptuales contribuyen no solo como recurso didáctico, sino también como instrumento de evaluación en la enseñanza de la física.

Palabras clave: Aprendizaje significativo; Mapas conceptuales; Enseñanza de la Física; Conexión de resistencias; Electrodinámica.

Introdução

O ensino de Física no Brasil enfrenta desafios relacionados à redução de carga horária, formação específica de professores e alunos desmotivados (Moreira, 2018). Assim, nos últimos anos, muito tem-se debatido sobre a importância de inserção de metodologias ativas na educação, de modo que os estudantes consigam participar ativamente do processo de aprendizagem (Morán, 2015). Estas abordagens favorecem o envolvimento dos alunos, contribuindo para que eles aprendam de maneira significativa os conteúdos e apliquem tais conhecimentos em situações do seu cotidiano.

Segundo Moreira (2021), a cultura educacional voltada à testagem, em que os estudantes são preparados para dar respostas certas, apresenta-se como um obstáculo no ensino de Física. Por sua vez, Pietrocola (2002) destaca que o ensino de Física é resumido ao uso do formalismo matemático, apontando para o fracasso da disciplina quanto às dificuldades

que os aprendizes apresentam no operacionalismo da Matemática básica.

Em complemento, Nascimento e Coêlho Junior (2024) Abordam que na visão de alguns alunos a Física se diferencia da matemática pela necessidade da memorização das equações. Estudos mais recentes, como o de Gomes *et al.* (2025), ressaltam que a ausência de articulação entre Física e Matemática contribuem para as dificuldades que os educandos demonstram com a disciplina.

Diante do exposto, surge a necessidade de se apresentar o ensino dos conteúdos de Física de maneira mais concreta, isto porque alguns conteúdos, como os relativos à eletricidade, exigem dos educandos um nível elevado de abstração, o que dificulta a aprendizagem. Nesta perspectiva, a Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018) destaca a presença de situações-problema e aplicações no Ensino Médio que exigem um nível maior de abstração, entre os quais a condutividade elétrica é citada como exemplo.

Ao longo do Ensino Médio, os conteúdos que envolvem eletrodinâmica, como circuitos elétricos e associação de resistores, são indispensáveis para o currículo formal e apresentam potencial de desenvolvimento científico e tecnológico, além de possuírem relação direta com o cotidiano dos estudantes. Isto é destacado na BNCC pela habilidade EM13CNT308, que enfatiza a investigação e a análise do funcionamento de equipamentos elétricos e eletrônicos, favorecendo uma compreensão mais aplicada e contextualizada desses temas. Dorneles, Araújo e Veit (2006) destacam que os alunos costumam ter entraves, nesses conteúdos, que envolvem a compreensão dos conceitos, além de raciocínio errôneo e uso indiscriminado da linguagem, relacionados à corrente elétrica, diferença de potencial e resistência elétrica.

Pela relevância desses tópicos, uma abordagem fundamentada em teorias de aprendizagem, como a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), de David Ausubel, pode superar as lacunas existentes na aprendizagem mecânica. Segundo Moreira (2018), o ensino baseado em aprendizagem mecânica é predominante nas escolas do país, fruto da falta de interação com o conhecimento prévio, da ausência de compreensão e de atribuições de significado. Neste contexto, podemos destacar o uso de mapas conceituais como ferramenta pedagógica capaz de favorecer a organização e as relações conceituais resultantes da interação entre os conhecimentos prévios e os novos conteúdos.

A TAS enfatiza que a aprendizagem significativa ocorre quando o estudante consegue interagir o conhecimento novo com o conhecimento prévio relevante (Moreira, 2018). Em complemento a isto, Masini e Moreira (2017, p. 19) definem a aprendizagem significativa como

“Aquisição de novos conhecimentos com significados, compreensão, criticidade e possibilidades de aplicação desses conhecimentos em explicações, argumentações e soluções de situações-problema, inclusive novas situações”.

Diante das dificuldades evidenciadas envolvendo o ensino de eletrodinâmica em especial, dos conceitos fundamentais para a compreensão de associação de resistores (corrente elétrica, diferença de potencial e resistência elétrica), e considerando-se as estratégias pedagógicas de inserir metodologias que apresentem foco no desenvolvimento cognitivo, na autonomia e no protagonismo estudantil, torna-se relevante investigar ferramentas que evidenciem indícios da aprendizagem significativa dos educandos. Assim, justifica-se compreender as contribuições dos mapas conceituais no processo de ensino e aprendizagem destes tópicos, pois este recurso possui alto potencial para identificar tais indícios.

A utilização de ferramentas capazes de serem facilitadoras do processo de aprendizagem, e de superarem as dificuldades conceituais dos estudantes em acordo com os pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa, podem ser estratégias valiosas para a prática pedagógica. Desta forma, o presente estudo apresenta a seguinte pergunta de pesquisa: Quais indícios de aprendizagem significativa podem ser identificados pela utilização de mapas conceituais no ensino de associação de resistores?

Este estudo possui o objetivo principal de analisar o potencial de mapas conceituais como instrumento avaliativo para a identificação de indícios de aprendizagem significativa no ensino de associação de resistores. Os objetivos específicos são: caracterizar os conhecimentos prévios necessários para o estudo de associações de resistores; identificar indícios de aprendizagem dos estudantes, expressos nos mapas conceituais, após aplicação da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS); e investigar o potencial metodológico da UEPS.

Aprendizagem Significativa e os Mapas Conceituais

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) foi proposta por David Ausubel em 1963, surgindo de sua insatisfação com as condições de desenvolvimento e aprendizagem oferecidas nas escolas (Masini; Moreira, 2017). Em sua teoria, Ausubel explica como a aprendizagem significativa ocorre através da interação do conhecimento que está sendo apresentado com o conhecimento prévio existente na estrutura cognitiva do estudante.

Tal interação entre a nova informação e o conhecimento prévio acontece de maneira “substantiva e não-arbitrária”. Moreira (2011) explica que o termo “substantiva” significa *não-literal*, ou seja, vai além do seu significado literal, e o termo “não-arbitrária” refere-se à interação do conhecimento novo com o conhecimento prévio especificamente relevante, já existente na estrutura cognitiva do aluno, chamado por Ausubel de subsunção. Este subsunção permite que o estudante dê significado ao novo conhecimento.

Neste contexto teórico surgiram os mapas conceituais na década de 1970, desenvolvidos por Novak dentro do programa de pesquisa da Universidade de Cornell (EUA), quando ele buscava compreender as mudanças na maneira como as crianças aprendiam ciências (Souza, 2021; Novak; Cañas, 2010). Os mapas conceituais são uma aplicação da TAS. Apesar de Ausubel nunca ter trabalhado diretamente sobre o tema (Moreira, 2010), alguns de seus princípios fundamentais foram incorporados. Segundo Novak e Cañas (2010),

[...] a aprendizagem se dá por meio da assimilação de novos conceitos e proposições dentro de conceitos preexistentes e sistemas proposicionais já possuídos pelo aprendiz. [...] Diante da necessidade de encontrar uma melhor forma de representar a compreensão conceitual de crianças, surgiu a ideia de que o conhecimento infantil fosse representado na forma de mapa conceitual (Novak; Cañas, 2010).

Mapas conceituais podem ser compreendidos como uma ferramenta gráfica utilizada para organizar e representar o conhecimento. Essas representações acontecem por meio de conceitos que apresentam relações explícitas, os quais são organizados de maneira hierárquica e relacionam-se por palavras de ligação ou frases que estabeleçam conexão (Souza, 2021). É importante destacar que todo mapa conceitual responde a uma pergunta focal que especifique claramente o problema ou conceito mais geral que o mapa conceitual deve abranger (Novak; Cañas, 2010). Neste caso, a pergunta focal funcionará como um guia durante todo o processo de estruturação do conhecimento presente no mapa conceitual.

O mapa conceitual como facilitador de aprendizagem pode ser um recurso bastante flexível no contexto escolar, sempre com foco no desenvolvimento de habilidades dos alunos. Assim, como instrumento de aprendizagem, Moreira (2010) destaca que os mapas conceituais podem integrar, reconciliar e diferenciar os conceitos, além de poderem ser empregados para análise de artigos, textos, capítulos de livros, experimentos de laboratórios, e ser também um artifício avaliativo da aprendizagem, de modo a identificar como os aprendizes interpretaram os novos conceitos a partir de seus conhecimentos prévios.

Neste sentido, Mendonça e Moreira (2012) enfatizam que os mapas conceituais podem ser considerados importantes do ponto de vista didático, não apenas com a finalidade de reconhecer significados existentes na estrutura cognitiva dos estudantes, mas como organizadores prévios, atuando como ponte entre significados. Desta forma, os mapas conceituais configuram-se como uma ferramenta de interesse para o processo avaliativo.

Em continuidade, estudos como o de Souza Junior *et al.* (2017) investigaram os mapas conceituais como estratégia de avaliação no ensino de conceitos físicos como ondas, sons e luz. Como resultado, os autores afirmam ser tal ferramenta eficiente na caracterização dos conhecimentos prévios dos estudantes, foco do mapa conceitual inicial, mas também na identificação do desenvolvimento no processo de aprendizagem dos mesmos, percebido nos mapas conceituais finais construídos por eles.

Na mesma perspectiva, Manhães, Carvalho e Batista (2018) investigaram a aplicação do mapa conceitual como instrumento avaliativo no ensino de corrente elétrica e circuitos elétricos, em uma combinação de aulas expositivas, atividades experimentais e elaboração de mapas conceituais desenvolvidos em um total de quatro aulas. Como resultado, os autores destacam a possibilidade de se utilizar os mapas conceituais para averiguar as dificuldades iniciais dos estudantes e o desenvolvimento da aprendizagem durante a aplicação. Assim, eles demonstraram que os mapas conceituais são recurso facilitador no processo de aprendizagem.

Há outras pesquisas voltadas para a eletrodinâmica que têm utilizado os pressupostos da TAS como fundamentação teórica, como no estudo de Melo Filho *et al.* (2009), em que foram utilizados vídeos e simulações como organizadores prévios a fim de se investigar a eficiência desses artifícios no ensino de associação de resistores. Como resultado, os autores apontaram a eficácia desses organizadores, especialmente para os educandos que não apresentavam, inicialmente, conhecimentos prévios.

Em complemento, o estudo de Gonzalez e Rosa (2014) mostra a elaboração de material instrucional fundamentado na TAS, com um ambiente virtual e simulações, vídeos e mapas conceituais de modo organizado para se considerar os conhecimentos prévios e promover a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora. Como resultado, os autores observaram que a maioria dos alunos não apresentava subsunçores e, após a aplicação, passaram a apresentar indícios de modificação da estrutura cognitiva.

Esses estudos revelam que os materiais didáticos elaborados com os princípios da

Teoria da Aprendizagem Significativa podem ser recursos potenciais para o ensino e a aprendizagem dos tópicos de Física, ao se levar em consideração os conhecimentos prévios dos estudantes e o uso de ferramentas que incentivem a aprendizagem com sua participação ativa.

Associação de Resistores no contexto do ensino de Física

A eletrodinâmica faz parte do campo da Física responsável por estudar fenômenos relacionados ao movimento de cargas elétricas em condutores, onde são abordados conceitos como corrente elétrica, diferença de potencial, resistência, dentre outros. De acordo com Siqueira (2025), o ensino de eletrodinâmica vai muito além da memorização de fórmulas, e envolve habilidades e competências que permitam sua aplicação em situações práticas.

Em complemento, Dornelles, Araujo e Veit (2006) destacam as dificuldades que os estudantes costumam apresentar no estudo de eletrodinâmica, principalmente com respeito a circuitos elétricos, onde muitos não conseguem compreender que a intensidade da corrente não depende apenas da fonte de energia utilizada, mas também da resistência equivalente do circuito. O estudo de circuitos elétricos também envolve a compreensão do comportamento dos resistores em suas diferentes formas de associação: em série, em paralelo e mista.

Uma associação de resistores ocorre quando dois ou mais resistores são conectados em um mesmo circuito, e podem estar configuradas em série, em paralelo e na forma mista. Na associação em série, os resistores estão ligados um após o outro, apresentando mesma corrente elétrica (i) em todos os resistores e distribuição da diferença de potencial (U) entre eles. Nesta configuração, a resistência equivalente corresponde à soma das resistências individuais, conforme apresentado por Halliday, Resnick e Walker (2016). Já na associação em paralelo, os resistores são ligados entre si nas duas extremidades, e são submetidos à mesma diferença de potencial (U), enquanto a corrente elétrica (i) divide-se entre os ramos do circuito, e o inverso da resistência equivalente é a soma do inverso de todos os resistores individualmente.

O ensino de associações de resistores está presente em diversas pesquisas voltadas para o ensino de circuitos elétricos. No estudo realizado por Bariani *et al.* (2024), foi elaborado um produto educacional para o ensino de circuitos elétricos. A proposta integrou atividades de simulação na plataforma *PhET*¹ e prática experimental. Os resultados indicaram que, mesmo

¹ *PhET* - plataforma da University of Colorado Boulder que oferece simulações interativas e gratuitas de várias áreas do conhecimento.

após terem estudado conceitos de corrente elétrica e associação de resistores, as dificuldades dos estudantes estavam relacionadas à análise e interpretação de circuitos elétricos.

Em complemento, Costa *et al.* (2013), durante sua pesquisa, integraram atividades de simulação computacional à prática experimental de bancada. Eles empregaram a simulação computacional como estratégia para facilitar a compreensão de circuitos elétricos simples, com foco na associação de resistores, fundamentada pela TAS. A abordagem metodológica consistia em aplicar uma unidade didática contendo três atividades de simulação computacional por meio dos simuladores *PhET* e *Crocodile*², visando à construção de conhecimento em eletricidade através da associação de resistores.

Como resultado, foi observada a superação de obstáculos conceituais, em que antes os alunos apresentavam dificuldades em estabelecer relação conceitual entre corrente elétrica, diferença de potencial e resistência equivalente para interpretar os diferentes efeitos causados pela alteração dessas grandezas físicas no circuito.

Desta maneira, os estudos indicam que os estudantes demonstram entraves na interpretação e análise de circuitos elétricos, especialmente quando precisam estabelecer relações entre essas grandezas físicas. Assim, diferentes estratégias didáticas para o ensino de associação de resistores têm sido empregadas com o objetivo de favorecer o aprendizado desses conceitos no ensino de Física.

Metodologia

A pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas (IFAL), por meio da Plataforma Brasil, sob o CAAE nº 97171926.5.0000.0195, com o título "Uma proposta de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa para o ensino de associação de resistores".

Esta pesquisa possui abordagem qualitativa, e quanto aos procedimentos metodológicos configura-se como uma pesquisa-ação, pois este tipo de estudo apresenta a necessidade de articular teoria e prática, com a participação ativa dos estudantes. Segundo Thiollent (2011), a pesquisa-ação pode ser entendida como um conjunto de procedimentos capaz de interligar conhecimento e ação de maneira flexível, e que permite mudanças durante seu

² *Crocodile Physics*, criado por *Crocodile Clips* no ano de 2000, é um simulador que permite criar uma ampla variedade de simulação em áreas da Física como eletricidade, cinemática, força, óptica e ondas.

desenvolvimento.

Além disto, a pesquisa analisa uma situação específica, ou seja, seu foco de investigação envolve um grupo específico. Portanto, este é um estudo de caso que foi desenvolvido com 24 discentes que cursam o terceiro ano do Curso Técnico em Agropecuária do Instituto Federal de Alagoas (IFAL), *campus* Piranhas, que é uma instituição de ensino federal que oferece Ensino Médio integrado aos cursos técnicos em Agroindústria, Agroecologia, Agropecuária e Alimentos na modalidade de Educação de Jovens e Adultos (EJA), além de Ensino Superior em Engenharia Agrônômica e nas licenciaturas de Física e Matemática.

Para o desenvolvimento, análise e coleta de dados desta pesquisa, visando atender ao objetivo proposto, foi elaborada uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), que se apresenta como uma sequência didática fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa (Moreira, 2011). A análise foi feita por meio de mapas conceituais (MC's) construídos em dois momentos distintos: um no início da aplicação, após a oficina sobre mapas conceituais, e o outro após todas as etapas apresentadas. A UEPS ocorreu em cinco etapas, em um total de sete encontros com duração de 100 minutos cada, como descrito no Quadro 1:

Quadro 1: Estrutura da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS).

Encontro	Atividades desenvolvidas	Objetivos
1ª etapa	Apresentação da proposta e oficina de mapas conceituais	Introduzir o tema / Orientações para construção dos MC's
2ª etapa	Construção e socialização do MC inicial	Elaboração de MC's / Identificação dos conhecimentos prévios
3ª etapa	Abordagem do conteúdo: revisão dos conceitos fundamentais da eletrodinâmica; associação de resistores em série, associação em paralelo, resistência equivalente para associação em série, resistência equivalente para associação em paralelo e associação mista de resistores	Compreender os conceitos envolvendo associação de resistores / Prática investigativa
4ª etapa	Uso do simulador Tinkercad ³	Prática investigativa / Relacionar teoria à prática / Promover reconciliação integradora
5ª etapa	Construção e apresentação do MC final	Avaliar a ocorrência da aprendizagem significativa e a evolução conceitual

Fonte: Autoria própria (2025).

³ Tinkercad é uma ferramenta gratuita e online da Autodesk, voltada para o aprendizado de *design* 3D, circuitos elétricos, eletrônica e programação. Oferece uma interface semelhante à de um laboratório real.

Os dados, obtidos na aplicação da UEPS por meio dos mapas conceituais iniciais e finais, foram analisados de maneira complementar e com avaliação de aspectos qualitativos descritos no Quadro 2, no intuito de identificarmos indícios dos processos de diferenciação progressiva e reconciliação integradora, fundamentais para a aprendizagem significativa.

Quadro 2: Aspectos qualitativos.

Aspectos qualitativos	Descrição
Construção das relações conceituais	Coerência em estabelecer relação entre os conceitos
Clarezas das proposições	Uso adequado das palavras de ligação, formando proposições coerentes
Profundidade conceitual	Nível de abrangência dos conceitos necessários para a compreensão do conteúdo
Identificar as lacunas conceituais que os participantes não conseguiram relacionar	Dificuldades em se estabelecer as relações entre domínios diferentes no mapa, assim como dos conceitos

Fonte: Autoria própria (2026).

Para tanto, adotamos alguns critérios de inclusão: a) assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE); b) os estudantes precisavam participar de todos os encontros que fizessem parte da UEPS; c) os mapas conceituais elaborados precisavam apresentar a estrutura seguindo as orientações de Novak, como hierarquização dos conceitos e presença de proposições (conceitos ligados por palavra de ligação). Como critérios de exclusão, foram considerados todos os alunos que não atenderam aos critérios de inclusão estabelecidos.

Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, foram selecionados cinco participantes para a análise dos mapas conceituais, totalizando dez MC's, sendo cinco iniciais e cinco finais. Como este artigo é o recorte de um Trabalho de Conclusão de Curso, serão utilizados quatro mapas conceituais — dois iniciais e dois finais —, selecionados entre os participantes incluídos para compor os resultados apresentados.

Análise e Resultados

Neste tópico serão expostos os resultados obtidos durante a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS). A análise dos dados está organizada em dois momentos: apresentação da análise dos mapas conceituais iniciais, seguida da análise dos mapas conceituais finais, buscando identificar indícios da aprendizagem significativa.

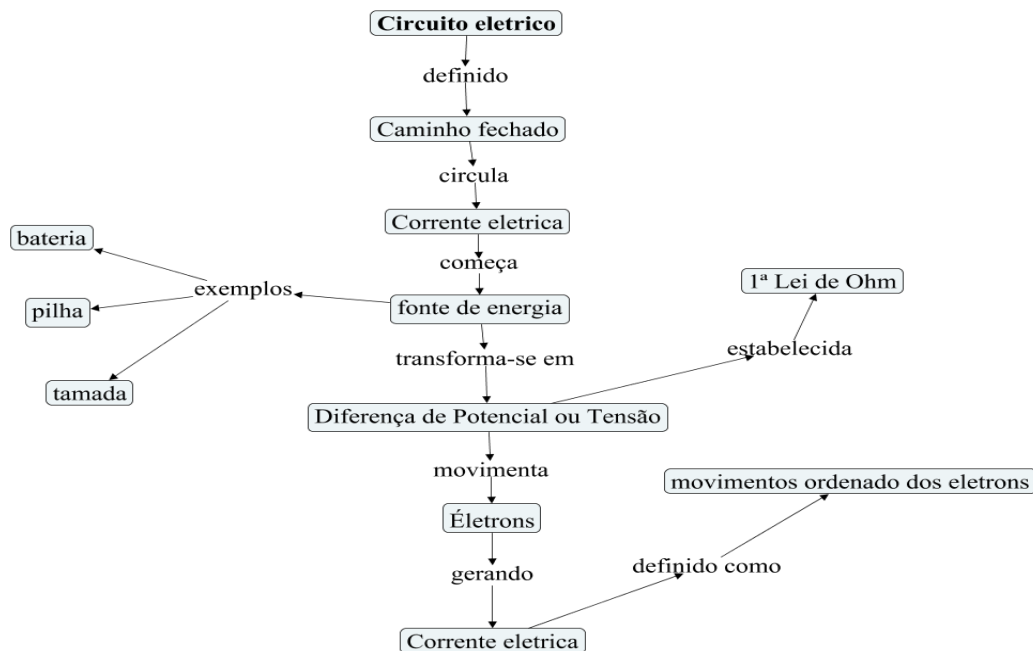
Mapas Conceituais Iniciais

Os mapas conceituais (MC's) apresentados foram construídos pelos estudantes antes das aulas expositivas do conteúdo de Associação de Resistores, e apresentam como objetivo a caracterização dos seus conhecimentos prévios sobre circuitos elétricos. Ou seja, com esses MC's, procuramos identificar subsunçores presentes na estrutura cognitiva dos alunos que sirvam de ancoragem para o novo conteúdo. Em consonância Rocha, Santos e Gusmão (2025) ressaltam que esta interação pode contribuir para o crescimento e modificação do próprio subsunçor podendo deixá-lo mais elaborado. Assim como buscamos identificar indícios da aprendizagem significativa por meio da identificação do processo de diferenciação progressiva e reconciliação integradora.

Nesta etapa, utilizamos um texto de apoio que mostrava uma definição para circuitos elétricos. Tal texto foi pensado para ser um instrumento de pesquisa para os aprendizes, de modo a auxiliá-los na elaboração do MC inicial. Tal material serviu como organizador prévio. Segundo Moreira (2008), os organizadores prévios relacionam o que o estudante já sabe e o que ele deveria saber. A decisão de utilizar esta ferramenta se deu porque os discentes demonstraram insegurança em desenvolver a atividade sem qualquer tipo de consulta.

O Mapa Conceitual 1 tem como pergunta focal o conceito de “Circuito Elétrico”. Observamos que o estudante conseguiu organizar os conceitos de maneira hierárquica, partindo do conceito mais geral, circuito elétrico, para conceitos mais específicos como corrente e diferença de potencial, e estabeleceu relações conceituais relevantes, como aquelas envolvendo corrente elétrica, diferença de potencial e a Primeira Lei de Ohm.

Mapa Conceitual 1: Mapa Conceitual inicial do aluno I.K.B.



Fonte: Dados da pesquisa.

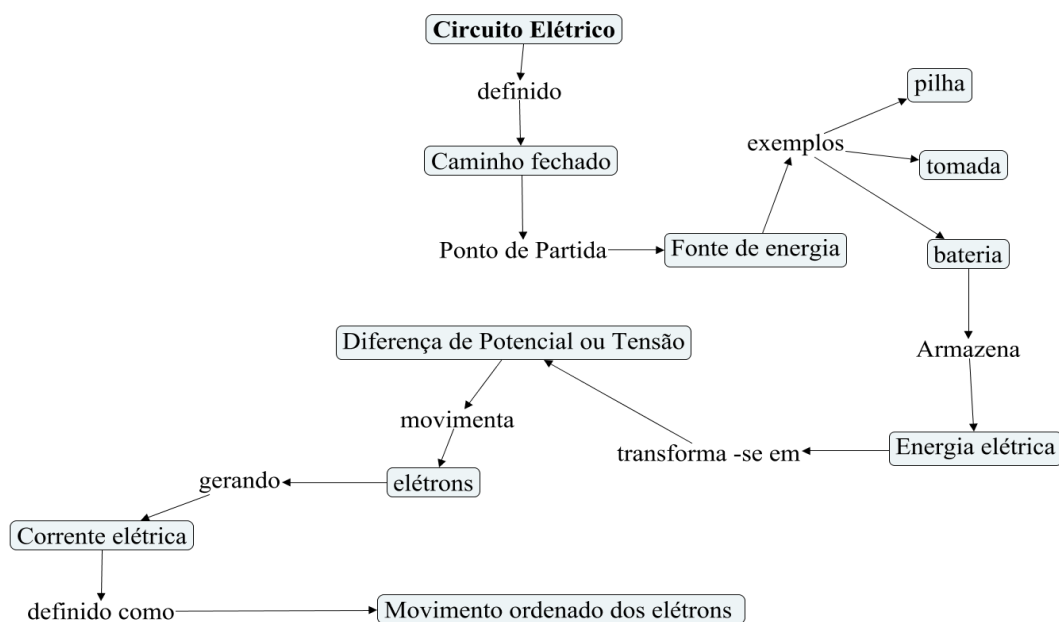
O mapa também evidencia a contextualização do conteúdo por meio da apresentação de exemplos comuns ao cotidiano do aluno, como bateria, pilha e tomada, utilizados como fontes de energia. Este aspecto mostra a interação de subsunçores relevantes para o funcionamento de circuitos elétricos, e demonstra a presença da diferenciação progressiva, definida por Moreira (2011, p. 20) como o processo de atribuição de significado a um dado subsunçor ao novo conhecimento. Este processo está presente no MC analisado, pois o estudante indicou o conceito de circuito elétrico como um caminho fechado por onde circula a corrente elétrica, assim como, ao citar a fonte de energia, como, por exemplo, a pilha, ela cria uma diferença de potencial responsável por movimentar os elétrons. Percebe-se que este conceito foi enriquecido de modo progressivo, tornando-se mais específico e diferenciado.

O processo de diferenciação progressiva é importante para a aprendizagem significativa, pois favorece a atribuição de sentido aos conceitos físicos trabalhados e evidencia o aspecto importante da TAS de que a aprendizagem significativa ocorre pela interação não arbitrária do conhecimento prévio com o novo conhecimento (Moreira, 2011). O estudante, ao relacionar fonte de energia à movimentação dos elétrons, demonstrou uma concepção que exige organização conceitual e hierárquica do conhecimento.

Embora o aluno tenha repetido o conceito de corrente elétrica em diferentes pontos do mapa, tal repetição não comprometeu a compreensão geral do conteúdo. A repetição pode ser

explicada pela ausência de familiaridade com a construção de mapas conceituais, o que é considerado comum em mapas iniciais. Por mais que o estudante não tenha englobado todos os conceitos, como foi o caso da resistência elétrica, o mapa demonstra que ele possui subsunções significativas para a compreensão do conteúdo de Associação de Resistores, apesar da ausência de processos importantes, como no caso da reconciliação integradora.

Mapa Conceitual 02: Mapa Conceitual inicial do aluno D.G.P.



Fonte: Dados da pesquisa.

O MC do aluno D.G.P. (Mapa Conceitual 2) indica a hierarquização dos conceitos, onde o estudante mostrou as relações existentes por meio de proposições, iniciando do conceito mais geral, circuito elétrico, para conceitos mais específicos como corrente elétrica, fonte de energia e diferença de potencial. O mapa demonstra a identificação de conhecimentos prévios relevantes ao apresentar, como exemplos de fonte de energia, pilhas, baterias e tomadas.

Podemos notar também a organização de subsunções adequados para o conteúdo, como quando o estudante definiu circuitos elétricos como caminho fechado. Na Física, este fator é determinante para que exista corrente elétrica. Conforme Halliday, Resnick e Walker (2016), a corrente elétrica move-se quando um circuito fechado é submetido a uma diferença de potencial entre os terminais. Ao informar a fonte de energia como ponto de partida do circuito e associá-la à diferença de potencial, o estudante demonstrou organização desse conceito.

No mapa, é revelado que o aprendiz conseguiu trabalhar conceitos importantes: definiu

circuito elétrico, relacionou diferença de potencial ao movimento dos elétrons e definiu corrente elétrica como movimento ordenado dos elétrons. No MC elaborado por ele, por meio de três proposições, é estabelecida a relação existente entre a diferença de potencial e a movimentação dos elétrons, o que gera corrente elétrica, definida como o movimento ordenado dos elétrons.

Esse conjunto de fatores revela a presença da diferenciação progressiva, uma vez que o aluno conseguiu especificar os conceitos progressivamente, por mais que alguns subsunçores fossem instáveis, como quando ele relacionou “bateria – armazena – energia elétrica”. Moreira (2011, p. 14) reflete que, por meio da interação, subsunçores instáveis presentes na estrutura cognitiva podem sofrer modificação e adquirir novos significados. Foi percebido que o educando reconheceu que a bateria armazena energia, mas cometeu um equívoco ao relacioná-la com a energia elétrica, e não com a energia química.

Neste mapa não é possível observar o processo de reconciliação integradora ou ligações cruzadas, e o aluno não logrou integrar à pergunta focal os conceitos de resistência elétrica e Lei de Ohm. Isto aponta que o conhecimento está pouco integrado ou organizado, mesmo com a presença do texto de apoio.

Mapas Conceituais Finais

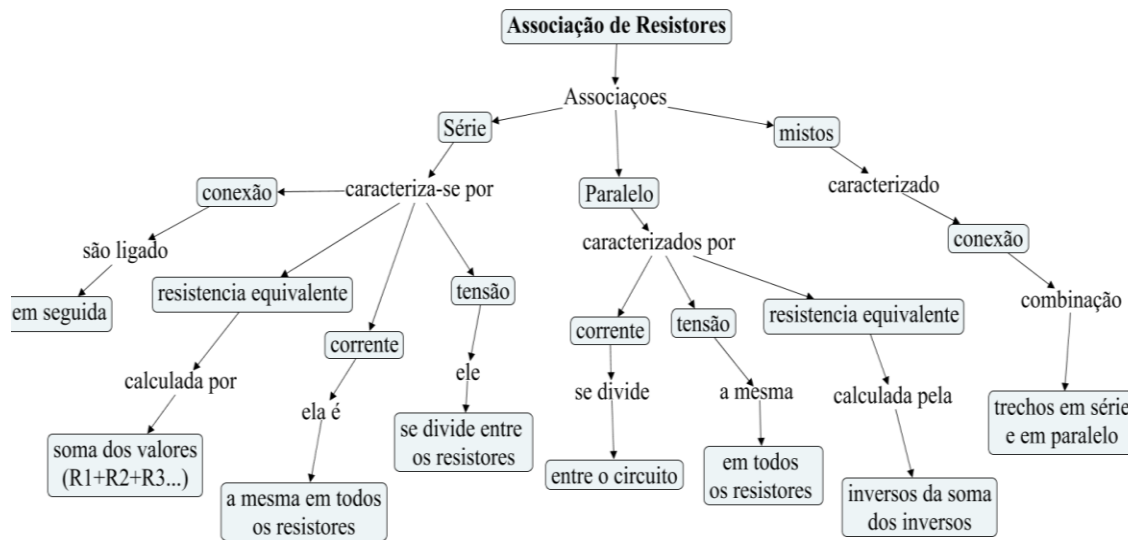
Os mapas conceituais finais foram elaborados pelos estudantes no desfecho da aplicação da UEPS — após a aula de revisão dos conceitos fundamentais da eletrodinâmica, que abordou corrente elétrica, diferença de potencial, resistência elétrica, efeito Joule e Primeira lei de Ohm, e após a aula de associação de resistores em série e em paralelo e a prática investigativa com o simulador Tinkercad.

Nesta etapa, foi feita uma breve revisão no início do encontro em busca de sanar quaisquer dúvidas sobre o tópico trabalhado. O objetivo do MC final é avaliar indícios de aprendizagem significativa em relação ao início da aplicação da UEPS.

O Mapa Conceitual 3 apresenta como pergunta focal “Associação de Resistores”. Nele, o estudante conseguiu diferenciar os três tipos de associação de resistores, respeitando a hierarquia dos conceitos e iniciando do conceito mais geral para o mais específico. O mapa mostra as particularidades da tensão, corrente e resistência equivalente para cada tipo de associação. Ao analisar este MC, percebemos a presença da diferenciação progressiva, pois o aluno utilizou subsunçores relevantes, como corrente elétrica e tensão, inseridos nesse novo

contexto físico, atribuindo novos significados.

Mapa Conceitual 3: Mapa Conceitual final do aluno I.K.B.



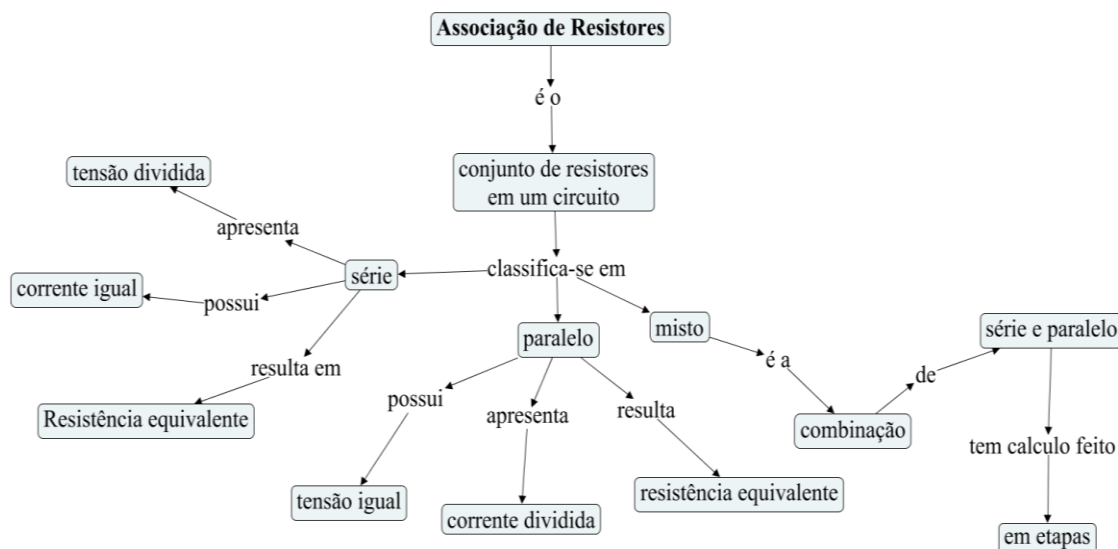
Fonte: Dados da pesquisa.

No mapa inicial, o aprendiz definiu corretamente os conceitos de corrente elétrica e diferença de potencial. Portanto, o MC inicial indica a base conceitual necessária para a elaboração do MC final. Neste último, o estudante apresentou como o comportamento dessas duas grandezas pode variar a depender do tipo de circuito resistivo trabalhado. Isto mostra que, em sua estrutura cognitiva, tais conceitos sofreram modificação e atribuição de significado.

Outro ponto importante do MC final do estudante está no fato de ele não ter apenas citado a resistência equivalente, mas também apresentado a fórmula matemática. Aqui é importante destacar que ele se valeu da linguagem verbal (inversos da soma dos inversos) como tradução da linguagem matemática, em uma tentativa de escrever a equação aplicada nos cálculos de resistência equivalente.

Como lacunas, notamos a ausência de reconciliação integradora e de ligações cruzadas. Para Moreira (2011), os processos de diferenciação progressiva e reconciliação integradora são essenciais para a construção cognitiva, porém costumam aparecer em frequências diferentes. Por sua vez, Novak e Cañas (2010, p. 10) ressaltam que as ligações cruzadas “representam saltos criativos por parte do produtor de conhecimento”. Logo, a ausência delas revela que o conhecimento ainda está em construção.

Mapa Conceitual 4: Mapa Conceitual final do aluno D.G.P.



Fonte: Dados da pesquisa.

Este mapa expõe uma estrutura hierárquica que reflete a organização das proposições. Inicialmente, o estudante definiu a pergunta focal “Associação de Resistores” e apresentou as formas de classificá-la em série, paralelo e misto, diferenciando o comportamento das grandezas corrente elétrica e tensão. Em seguida, ele mencionou o conceito de resistência equivalente. Logo, é possível afirmar a presença de diferenciação progressiva, que, conforme Moreira (2011), ocorre pela interação sucessiva e o subsunçor vai sendo progressivamente diferenciado com novas informações.

Assim como observado no mapa anterior, o aluno D.G.P. conseguiu atribuir novos significados aos conceitos de corrente e tensão. Diferentemente do que foi apresentado no mapa conceitual inicial apenas como definição, no mapa final o estudante mostrou como se comportam corrente e tensão em contextos diferentes. É através desta interação e aquisição de novos significados a um determinado subsunçor que Moreira (2011) ressalta que a aprendizagem é progressiva, assim, quanto mais utilizamos um subsunçor, mais rico de significado e mais estável ele se torna contribuído para o novo aprendizado.

Como nos demais mapas analisados, notamos a ausência de reconciliação integradora e ligações cruzadas. Para Novak e Cañas (2010), “ligações cruzadas são importantes para mostrar que o aluno entende as relações entre os subdomínios no mapa”. Como mencionado antes, a reconciliação integradora e ligações cruzadas estão relacionadas nos MC’s,

evidenciando um conhecimento mais estruturado e integração.

De maneira geral, os resultados mostram que os estudantes já apresentavam conhecimentos prévios sobre circuitos elétricos. Em análise aos MC's finais, estes demonstram que os alunos evoluíram de uma visão centrada nos conceitos para as particularidades, principalmente quanto à corrente e à diferença de potencial. No que se refere aos princípios de diferenciação progressiva e reconciliação integradora, observamos que elementos presentes nos MC's indicam hierarquização dos conceitos e a diferenciação de suas especificidades. Por outro lado, os MC's não deixam indícios claros de reconciliação integradora.

Considerações Finais

A pesquisa teve como objetivo analisar o potencial dos mapas conceituais como instrumento avaliativo na identificação de indícios de aprendizagem significativa no ensino de associação de resistores. Os resultados evidenciaram que os mapas conceituais se mostraram uma ferramenta eficaz. Isto foi revelado pela presença, nos mapas conceituais examinados, de processos de diferenciação progressiva, sugerindo que os estudantes conseguiram atribuir novos significados aos conceitos previamente existentes em sua estrutura cognitiva. Como exemplo deste processo, observamos que no mapa conceitual inicial do aluno I.K.B foi apresentado o conceito de corrente elétrica somente em sua definição, e em seu MC final foram apresentadas suas especificidades nas diferentes associações.

A análise dos mapas conceituais iniciais também permitiu identificar os conhecimentos prévios dos aprendizes. Ou seja, por meio desses mapas foi possível averiguar quais conceitos fundamentais para o ensino de associação de resistores já faziam parte da estrutura cognitiva dos alunos, como os de corrente elétrica, diferença de potencial e resistência. A análise dos mapas conceituais finais revelou evolução no aprendizado dos discentes, que estabeleceram, entre esses conceitos e o novo conteúdo, uma relação presente em todos os MC's analisados.

Nesta perspectiva, a pesquisa contribui para o ensino de Física ao demonstrar que os mapas conceituais podem ser empregados como recurso didático e avaliativo no processo de ensino e aprendizagem. Assim, a pergunta de pesquisa, "Quais indícios de aprendizagem significativa podem ser identificados da utilização de mapas conceituais no ensino de associação de resistores?", foi respondida, pois os resultados apontaram que os mapas conceituais permitiram distinguir indícios relacionados aos pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa, como o uso sucessivo de subsunçores e a diferenciação

progressiva, bem como lacunas conceituais ainda presentes no aprendizado dos estudantes, a exemplo da ausência de reconciliação integradora nos MC's.

A pesquisa também colaborou para o ensino de Física ao apresentar o potencial dos mapas conceituais como recurso avaliativo que evidencia indícios do avanço na construção do conhecimento, bem como mostrar as lacunas e dificuldades dos alunos no conteúdo de associação de resistores. Além disso, ao ter aplicada uma sequência didática com metodologias que favorecem a construção e organização do conhecimento, a pesquisa reforçou a importância de se utilizar estratégias didáticas para promover a participação ativa dos discentes.

Entre as limitações da pesquisa, destacam-se o número reduzido de mapas conceituais considerados aptos para análise após a aplicação dos critérios de exclusão, bem como o tempo limitado de contato dos estudantes com a utilização dos mapas conceituais, uma vez que eles estavam mais familiarizados com a representação gráfica dos mapas mentais.

Para pesquisas futuras, é possível explorar o uso de MC's de forma contínua ao longo do ano letivo, possibilitando uma implementação efetiva e duradoura desta ferramenta. Além disto, é recomendado investigar a aplicação dos MC's no ensino de distintos conteúdos de Física, no intuito de ampliar suas possibilidades de aplicação em outros contextos educacionais, como nos anos finais do Ensino Fundamental II, onde os alunos começam a ter contato com conceitos de Física, assim como no Ensino Superior.

Referências

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.

BARIANI, L. R.; HEIDEMANN, L. A.; DEMARCO, D.; SANTANA, R. R. C. Circuitos elétricos simples utilizando simulações e experimentos em uma escola de Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 17, ed. esp., p. 1–18, 2024. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/16998>. Acesso em: 04 mar. 2026.

CASTRO, K. de A.; CERQUEIRA, L. L. de M. O uso de mapas conceituais no processo de ensino-aprendizagem de células no ensino fundamental. **REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, Cuiabá, v. 12, e2qua4005, jan./dez. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.26571/reamec.v12.16280>.

COSTA, M. J. N.; RIBEIRO, J. W.; GÓES, U. T. T.; LIMA, L. de; SILVA, R. D. S e. Desenvolvimento da aprendizagem significativa de eletricidade com o auxílio pedagógico de simulação computacional de circuitos de resistores elétricos. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 19., 2013, Fortaleza. **Anais do XIX Workshop de Informática na**

Escola. Fortaleza: [s.n.], 2013.

DORNELES, P. F. T.; ARAÚJO, I. S.; VEIT, E. A. Simulação e modelagem computacionais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade: parte I – circuitos elétricos simples. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 28, n. 4, p. 487-496, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-11172006000400011>.

GOMES, D. M. *et al.* Dificuldade na aprendizagem de Física e conhecimentos matemáticos: a importância de uma relação interdisciplinar no Ensino Médio. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, São Paulo, v. 11, n. 12, p. 4838-4856, dez. 2025. DOI: <https://doi.org/10.51891/rease.v11i12.23454>.

NASCIMENTO, Lucas Roberto do; COELHO JUNIOR, Amarílio Gonçalves. O uso de ferramentas computacionais aplicadas ao ensino do Movimento Retilíneo e Uniforme, baseadas na Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud. **Revista Ensino em Debate**, Fortaleza, v. 2, p. e2024036, 2024. Disponível em: <https://revistarede.ifce.edu.br/ojs/index.php/rede/article/view/57>. Acesso em: 15 set. 2026.

MANHÃES, M. O.; CARVALHO, A. S.; BATISTA, S. C. F. Uso de mapas conceituais como ferramenta de avaliação no ensino de Física. **Cadernos de Educação Básica**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 2, 2018. Disponível em: <https://portalespiral.cp2.g12.br/index.php/cadernos/article/view/2085>. Acesso em: 11 abr. 2025.

MASINI, E. F. S.; MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa na escola**. Curitiba: CRV, 2017.

MENDONÇA, C. A. S.; MOREIRA, M. A. Uma revisão da literatura sobre trabalhos com mapas conceituais no ensino de ciências do pré-escolar às séries iniciais do ensino fundamental. **Revista Práxis**, Volta Redonda, v. 4, n. 7, p. 11-35, jan. 2012. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmninnibpcajpcgclclefindmkaj/https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/141154/000990838.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 12 mar. 2025.

MORAN, J. Mudando a educação com metodologias ativas. *In*: SOUZA, C. A. de; MORALES, O. E. T. (Orgs.). **Convergências midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens**. Ponta Grossa: Foca Foto-PROEX/UEPG, 2015, p. 15-33. Disponível em: http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2013/12/mudando_moran.pdf. Acesso em: 17 fev. 2026.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, M. A. Desafios no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 43, supl. 1, e20200451, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0451>.

MOREIRA, M. A. Grandes desafios para o ensino da física na educação contemporânea. **Revista do Professor de Física**, Brasília, v. 1, n. 1, p. 1-13, 2017.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. São Paulo: Centauro, 2010.

MOREIRA, M. A. Uma análise crítica do ensino de física. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 32, n. 94, p. 165–179, set./dez. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0006>.

MOREIRA, M. A. Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS. **Aprendizagem Significativa em Revista**, [S. l.], v. 1, n. 2, p. 43–63, 2011. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/UEPSport.pdf>. Acesso em: 5 abr. 2025.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. **Práxis Educativa**, Ponta Grossa, v. 5, n. 1, p. 9–29, jan./jun. 2010. Disponível em: <http://www.periodicos.uepg.br>. Acesso em: 05 mar. 2025.

PIETROCOLA, M. A. A matemática como estruturante do conhecimento físico. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 19, n. 1, p. 89–109, ago. 2002.

ROCHA, Igor Alves; SANTOS, Josimario Marques; GUSMÃO, Adriana David Ferreira. Discutindo a Teoria da Aprendizagem Significativa no contexto da Educação do Campo: uma análise documental. *Revista Ensino em Debate (REDE)*, Fortaleza, CE, v. 5, e2025014, jan./dez. 2025. Disponível em: <https://revistarede.ifce.edu.br/ojs/index.php/rede/article/view/135/112>. Acesso em: 15 set. 2026

SOUZA, G. F. **Mapas conceituais**: estratégias para ensinar e aprender significativamente. Curitiba: CRV, 2021.

SOUZA JUNIOR, M. V. *et al.* Mapas conceituais no ensino de física como estratégia de avaliação. **Scientia Plena**, Aracaju, v. 13, n. 1, 2017. Disponível em: <https://www.scienciaplena.org.br/sp/article/view/3512/1639>. Acesso em: 21 maio 2025.

SIQUEIRA, K. S. de. Desafios no ensino da eletrodinâmica no ensino médio. **Revista Sítio Novo**, Palmas, v. 9, e1747, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.47236/2594-7036.2025.v9.1747>.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 19. ed. São Paulo: Cortez Editora, 2023. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfindmkaj/https://api.metabooks.com/api/v1/asset/mmo/file/12530363b608469ea9afaefed6a913b?access_token=13a46dfd-5120-4c7b-ab97-24d073db9777. Acesso em: 06 de maio de 2026.

Submetido em 04 de junho de 2026.

Aceito em 23 de setembro de 2026.

Publicado em 25 de setembro de 2026.