

Sequência Fedathi no Ensino de Eletrização por Atrito

Fedathi Sequence in the Teaching of Electric Charging by Friction

Francisco Leandro de Oliveira Rodrigues^{1*} , José Robson Mesquita Ximenes¹ , Adrielly Sousa Vieira² , Déles Andrade Brito² 

¹ Curso de Física, *Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA. AV. da Universidade, 850 Campus Betânia Sobral - CE*

² Curso de Pedagogia, *Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA. AV. da Universidade, 850 Campus Betânia Sobral - CE*

*E-mail: rodrigues_oliveira@uvanet.br

Recibido el 8 de septiembre de 2025 | Aceptado el 25 de marzo de 2026

Resumo

O ensino dos processos de eletrização apresenta desafios associados tanto à abstração dos conceitos da eletrostática quanto ao ensino tradicional, centradas na exposição verbal e na memorização de fórmulas. Nesse contexto, este trabalho investiga a aplicação da metodologia Sequência Fedathi (SF) no ensino de eletrização, destacando o papel da mediação docente e do protagonismo discente na construção do conhecimento. A pesquisa, de natureza qualitativa, foi desenvolvida com estudantes do ensino médio, organizados segundo as etapas, princípios e conceitos da SF. A análise das interações, produções escritas e discussões em grupo evidenciou avanços no engajamento e na compreensão conceitual dos estudantes, embora persistam fragilidades relacionadas à apropriação do conhecimento científico formal e à adaptação inicial de alunos e professor à postura investigativa exigida pela metodologia. Além disso, limitações estruturais influenciaram o desenvolvimento das atividades. Ainda assim, o uso de experimentos de baixo custo e de tecnologias digitais de informação e comunicação mostrou-se relevante para tornar as aulas mais dinâmicas e significativas. Por fim, o estudo aponta possibilidades de aprimoramento da proposta, incluindo maior tempo de familiarização com a SF e o aprofundamento conceitual em aplicações futuras.

Palabras clave: Ensino de Física; Eletrização; Sequência Fedathi

Abstract

The teaching of electrization presents recurring challenges due to the abstract nature of electrostatics concepts and the predominance of traditional teaching approaches based on verbal exposition and formula memorization. In this context, this study investigates the application of the Sequencia Fedathi (SF) methodology in teaching of electrization, highlighting the role of teacher mediation and student protagonism in knowledge construction. This qualitative research was conducted with high school students and organized according to the stages, principles, and concepts of the Sequencia Fedathi. The analysis of interactions, written productions, and group discussions showed improvements in student engagement and conceptual understanding. However, some difficulties remained, especially related to the appropriation of formal scientific knowledge and the initial adaptation of students and the teacher to the investigative posture required by the methodology. In addition, structural limitations affected the development of the activities. Even so, the use of low-cost experiments and digital information and communication technologies proved to be important for making the classes more dynamic and meaningful. Finally, the study indicates possibilities for improving the proposal, including longer familiarization with the Sequencia Fedathi and deeper conceptual development in future applications.

Keywords: Physics Teaching; Electrization; Sequencia Fedathi

I. INTRODUÇÃO

Apesar de a eletrização ser um dos primeiros conteúdos abordados na eletrostática, muitos estudantes apresentam dificuldades significativas em compreendê-la. Parte desse problema decorre da natureza abstrata do fenômeno. Furió e Guisasola (1999), por exemplo, argumentam que esses obstáculos não são apenas pedagógicos, mas também epistemológicos, ou seja, estão enraizados na própria estrutura conceitual da física e exigem um tipo de raciocínio científico que muitos alunos ainda não desenvolveram.

Outro ponto levantado pelos autores é a ineficácia do ensino tradicional para lidar com essas dificuldades. A abordagem puramente expositiva e centrada na resolução mecânica de exercícios geralmente ignora a construção conceitual progressiva exigida por temas como a eletrização. Como resultado, os alunos não desenvolvem uma compreensão significativa do conteúdo, o que pode comprometer a aprendizagem de tópicos mais complexos da eletrodinâmica e do eletromagnetismo. Furió e Guisasola (1999) defendem a necessidade de estratégias didáticas que favoreçam a reconstrução dos conceitos pelos próprios alunos, valorizando o conflito cognitivo e o questionamento das ideias prévias.

Diversos autores têm proposto alternativas que favorecem uma aprendizagem mais significativa e contextualizada. Melo Júnior e Silva (2017), por exemplo, defendem a adoção de atividades experimentais baseadas nas teorias de Vygotsky e Ausubel, destacando que o uso de recursos práticos e a mediação pedagógica são essenciais para promover a construção ativa do conhecimento. Já Imbriani (2023) propõe uma abordagem fundamentada nas metodologias ativas e na aprendizagem experiencial, sugerindo o uso de sequências didáticas que combinem experimentação, trabalho em grupo e análise crítica, como forma de engajar os alunos a desenvolver o raciocínio científico.

No mesmo sentido, Soares (2023) destaca a importância de integrar tecnologias digitais ao ensino da eletrostática, especialmente simuladores interativos e recursos visuais, que tornam mais concretos os conceitos abstratos. Essas abordagens evidenciam que, para superar as dificuldades apontadas por Furió e Guisasola (1999), é necessário ir além da exposição teórica tradicional e investir em metodologias centradas no aluno, no contexto e na interação com o fenômeno.

Este trabalho propõe investigar as questões supracitadas através da metodologia de ensino Sequência Fedathi (SF) enquanto estratégia pedagógica fundamentada em uma concepção que se contrapõe ao modelo tradicional, que predominantemente é centrado na transmissão de conteúdos e na reprodução acrítica de procedimentos e fórmulas. Enquanto isso, a SF organiza a mediação docente de forma intencional e sistematizada, orientando a prática pedagógica por meio de etapas, princípios e conceitos que visam provocar conflitos cognitivos e fomentar processos reflexivos nos estudantes. Nessa perspectiva, o professor assume o papel de mediador do conhecimento, conduzindo o aluno à construção ativa dos conceitos, ao mesmo tempo em que favorece a participação efetiva no processo de ensino e aprendizagem e o desenvolvimento progressivo da autonomia intelectual (Souza, 2013; Santos, Borges Neto e Pinheiro, 2019)

A estrutura dessa metodologia aproxima o aluno de como a ciência é construída, o que a torna especialmente eficaz para conteúdos abstratos como a eletrização. Aplicações recentes da SF em áreas como Astronomia e Mecânica (Brito, 2024; Tomé, 2024) reforçam sua adaptabilidade e potencial interdisciplinar, justificando, portanto, sua utilização neste estudo como instrumento metodológico capaz de favorecer uma aprendizagem mais profunda, crítica e significativa dos conceitos de eletrostática.

Diante desse contexto, este estudo é orientado pela seguinte questão de pesquisa: de que maneira a aplicação da metodologia Sequência Fedathi, incluindo a postura mediadora do professor fedathiano, contribui para a compreensão dos conceitos de eletrização por estudantes?

A partir dessa questão, o objetivo geral do estudo consiste em relatar e avaliar a aplicação da metodologia de ensino Sequência Fedathi no ensino dos processos de eletrização, considerando tanto a aprendizagem dos estudantes quanto a atuação docente. De forma específica, busca-se: (i) identificar dificuldades conceituais manifestadas pelos alunos durante o processo de ensino-aprendizagem; (ii) analisar a eficácia da metodologia na promoção da compreensão conceitual dos estudantes; (iii) examinar a postura do professor fedathiano à luz das etapas, princípios e conceitos que estruturam a Sequência Fedathi; e (iv) apontar possibilidades de aprimoramento para futuras aplicações da metodologia em contextos semelhantes.

Este trabalho está estruturado em cinco seções, sendo a primeira a introdução, na segunda debate-se o tema eletrostática, carga elétrica e eletrização por atrito e a Sequência Fedathi, destacando suas etapas, conceitos e princípios. Na terceira seção é apresentada a metodologia usada na pesquisa. Na seção quatro são apresentados a descrição dos encontros. Na última seção é descrita as considerações finais, enfatizando análise dos dados aferidos

durante a realização dos encontros e levantando uma reflexão sobre os resultados obtidos, findando na validação da aplicação da Sequência Fedathi nos conteúdos de Física.

II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta seção apresenta uma revisão bibliográfica dos principais referenciais teóricos que sustentam este estudo, abordando as dificuldades de aprendizagem associadas aos conceitos de eletrostática, em especial aos processos de eletrizo, bem como a Sequência Fedathi enquanto metodologia de ensino voltada à mediação docente e ao desenvolvimento da autonomia intelectual dos estudantes.

A. Dificuldades conceituais no ensino de eletrizo

Os conceitos associados à eletrostática figuram entre os mais abstratos do ensino de Física, exigindo dos estudantes a mobilização de entidades não observáveis diretamente, como carga elétrica, campo elétrico e transferência de elétrons. Sampaio et al. (2017) indicam que essa abstração constitui um fator central para as dificuldades de aprendizagem, sobretudo nos processos iniciais de contato com o conteúdo, quando os alunos tendem a recorrer a explicações baseadas no senso comum ou em analogias inadequadas.

No caso específico da aprendizagem dos processos de eletrizo, Furió e Guisasola (1999) evidenciam que os estudantes apresentam dificuldades persistentes na compreensão da natureza da carga elétrica, manifestadas, sobretudo, por concepções alternativas associadas à ideia de criação ou destruição de carga durante os fenômenos eletrostáticos. Essas dificuldades tornam-se ainda mais evidentes em situações que envolvem a eletrizo por atrito, contato ou indução, nas quais os estudantes tendem a atribuir explicações baseadas em movimentos de prótons, forças magnéticas ou aes espontâneas da matéria. Tais concepções, frequentemente sustentadas por experiências cotidianas e por práticas pedagógicas pouco problematizadoras, configuram obstáculos conceituais relevantes, capazes de comprometer a construção de modelos explicativos coerentes e cientificamente consistentes sobre os fenômenos eletrostáticos.

Também é comum a confusão entre diferentes grandezas elétricas, como carga, corrente e energia, sobretudo quando os conceitos são apresentados de forma fragmentada ou excessivamente formal. Silva (2021) evidencia que abordagens tradicionais têm se mostrado insuficientes para promover uma compreensão conceitual consistente, refletindo-se no baixo desempenho dos estudantes. A ausência de uma metodologia de ensino que favoreça a reflexão e o confronto de ideias tende a reforçar aprendizagens mecânicas, nas quais os estudantes reproduzem definições e procedimentos sem compreender os fenômenos subjacentes (Santana e Borges Neto, 2019).

Diante desse cenário, Menezes (2018) destaca a importância de abordagens pedagógicas que valorizem a participação ativa dos estudantes, a problematização e a mediação docente intencional como estratégias para favorecer a aprendizagem. Nessa perspectiva, o erro deixa de ser compreendido apenas como falha e passa a assumir um papel formativo, ao possibilitar a explicitação das ideias dos alunos e a reconstrução progressiva dos conceitos (Torres, 2014).

Assim, o ensino de eletrostática demanda propostas didáticas que criem condições para que os estudantes expressem suas hipóteses, testem explicações e reflitam sobre os limites de seus modelos interpretativos. Essas considerações reforçam a necessidade de metodologias de ensino que articulem situações-problema desafiadoras, mediação pedagógica e espaços de discussão coletiva, elementos que se alinham aos pressupostos da Sequência Fedathi, adotada neste estudo e discutida na subseção seguinte.

B. Sequência Fedathi

Elaborada inicialmente para o ensino de Matemática pelo professor Dr. Hermínio Borges Neto, como resultado de estudos desenvolvidos em seu pós-doutorado na França, em 1996, a Sequência Fedathi (SF) constitui uma metodologia teórico-prática que privilegia a autonomia do estudante, atribuindo-lhe o papel central na construção do conhecimento em sala de aula de qualquer disciplina. Segundo Souza

A Sequência Fedathi propõe que ao deparar um problema novo, o aluno deve reproduzir os passos que um matemático realiza quando se debruça sobre seus ensaios: aborda os dados da questão, experimenta vários caminhos que possam levar a solução, analisa possíveis erros, busca conhecimentos para constituir a solução, analisa possíveis erros, busca conhecimentos para constituir a solução, testa os resultados para saber se errou e onde errou, corrige-se e monta um modelo. (Souza, 2013, p 18)

Embora Souza aborde a SF em um contexto de matemática, essa metodologia pode ser utilizada em outras áreas de ensino, inclusive na física, como o trabalho de Brito (2024) e Tomé (2024), que trabalham a SF aplicada ao ensino de Astronomia e de mecânica, respectivamente.

A Sequência Fedathi (SF) configura-se como uma metodologia de ensino estruturada em quatro etapas interdependentes (**Tomada de Posição, Maturação, Solução e Prova**) e sustentada por princípios pedagógicos que orientam a prática docente, enfatizando o protagonismo do estudante e o papel do professor como mediador intencional do processo de aprendizagem. Essa estruturação metodológica visa aproximar a sala de aula da prática investigativa, conduzindo o aluno a atuar como pesquisador diante dos problemas propostos. A seguir, efetua-se uma definição detalhada de cada etapa, seguindo para definição dos seus princípios básicos.

A primeira etapa, denominada **Tomada de Posição**, corresponde ao momento em que o professor apresenta o plano de aula e a situação-problema generalizável e desafiadora, orientada para o conhecimento que se deseja ensinar. Tal situação pode ser introduzida por meio de perguntas, experimentos, softwares ou jogos, desde que mantenha o foco na aprendizagem esperada (Souza, 2013).

Na segunda etapa, chamada **Maturação**, os alunos discutem a situação-problema em interação, enquanto o professor assume o papel de mediador, orientando o debate com perguntas e contraexemplos. É o momento em que o estudante reflete, experimenta e constrói hipóteses, exercitando o pensamento crítico e desenvolvendo autonomia intelectual (Torres, 2014; Menezes, 2018).

A terceira etapa, a **Solução**, corresponde à exposição, pelos alunos, das resoluções, hipóteses ou modelos construídos durante a fase anterior. Tanto os acertos quanto os erros são valorizados como elementos do processo de aprendizagem, uma vez que permitem aprofundar a análise e ampliar as possibilidades de compreensão. As soluções podem ser expressas em diferentes linguagens, escrita matemática, linguagem natural, esquemas, gráficos, desenhos ou comunicação oral. Ao professor cabe acompanhar criticamente as estratégias adotadas, incentivando o raciocínio lógico e não apenas a obtenção da resposta final (Souza, 2013).

Por fim, na quarta etapa, denominada **Prova**, ocorre a formalização e generalização do conteúdo. Nessa fase, o professor revisita as soluções apresentadas pelos alunos, discute seus limites e potencialidades e promove a sistematização do conhecimento em uma abordagem próxima à aula expositiva. Dessa forma, consolida-se o aprendizado e amplia-se a possibilidade de aplicação em novos contextos (Borges Neto, 2016).

Portanto, a Sequência Fedathi pode ser caracterizada como uma abordagem que envolve o professor em um papel de facilitador e orientador, fornecendo orientações e recursos para que o aluno possa desenvolver suas próprias habilidades de investigação e solução de problemas. Dessa forma, o aluno pode adquirir uma maior compreensão do problema e desenvolver soluções criativas e eficazes, adquirindo competências importantes para sua formação acadêmica e profissional (Souza, 2013).

Dentre os princípios que orientam a prática docente e asseguram a interdependência das etapas da SF, destaca-se o **Acordo Didático**, que traduz-se na cumplicidade entre os sujeitos envolvidos no processo de ensino-aprendizagem, definindo responsabilidades de forma dialógica e compartilhada. Desde a etapa inicial da **Tomada de Posição**, o **Acordo Didático** orienta as ações, constituindo a base da parceria pedagógica professor-aluno e aluno-aluno (Santos, Borges Neto e Pinheiro, 2019).

Outro princípio fundamental é a **Mão no Bolso**, que propõe uma postura docente de mediação planejada. Nela, o professor observa atentamente, intervindo apenas quando necessário, a fim de estimular o protagonismo dos estudantes na busca de soluções, na reflexão e na sistematização do conhecimento. Complementar a esse princípio, a **Pergunta** permeia todas as etapas da SF, constituindo-se como instrumento central de problematização. Ao interpelar o estudante, o professor provoca a investigação, instiga o raciocínio e fomenta a construção de modelos explicativos (Santana e Borges Neto, 2019).

A metodologia também incorpora o **Contraexemplo**, recurso utilizado para desestabilizar raciocínios equivocados e instigar a reconstrução conceitual. Nesse processo, o princípio do **Erro** ganha relevância pedagógica, pois deixa de ser visto apenas como falha e passa a constituir oportunidade de reflexão e aprendizagem. Já o **Plateau** se refere aos conhecimentos prévios que os alunos devem saber. A ideia central do princípio deve ser compreendida como um ponto de equilíbrio, onde o professor pode garantir que se pode dar início a um novo conteúdo, pois é a partir dele que o docente tem a segurança de que a aula se desenvolverá bem. Partindo desse ponto, o professor organiza o ambiente de aprendizagem e cria condições favoráveis para a construção de novos saberes (Santos, Borges Neto e Pinheiro, 2019).

Além desses, pesquisas mais recentes ampliaram a compreensão da SF com princípios complementares, como a **Situação Adidática**, que destaca a autonomia do aluno em determinados momentos do processo, e a **Gambiarra Situacional**, entendida como tentativa inicial de solução que, mesmo incompleta, pode servir de ponto de partida para inovações mais sofisticadas (Santana (2019). Esses elementos enriquecem a metodologia e evidenciam seu caráter dinâmico, consolidando a Sequência Fedathi como uma proposta de ensino que privilegia a mediação, o protagonismo discente e a construção coletiva do conhecimento.

Ao abordar os conceitos de eletrostática, os processos de eletrização e a Sequência Fedathi, este referencial teórico buscou fundamentar os eixos centrais que orientam este estudo, evidenciando tanto o conteúdo científico quanto a proposta metodológica que o sustenta. A partir dessas bases, a próxima seção descreve o percurso metodológico adotado, detalhando os procedimentos de aplicação e análise, de modo a articular teoria e prática no desenvolvimento da pesquisa.

À luz dos referenciais discutidos, evidencia-se que as dificuldades conceituais associadas à eletrostática, especialmente nos processos de eletrização, demandam propostas didáticas que ultrapassem abordagens expositivas e promovam a participação ativa dos estudantes na construção do conhecimento. Nesse sentido, a Sequência Fedathi apresenta-se como um arcabouço metodológico coerente com essas demandas. Assim, os pressupostos teóricos aqui apresentados fundamentam a escolha da metodologia adotada neste estudo, cuja aplicação e procedimentos serão detalhados na seção seguinte, buscando articular teoria e prática no ensino dos fenômenos de eletrostática.

III. METODOLOGIA

Os procedimentos metodológicos que conduzem este trabalho baseiam-se em uma pesquisa qualitativa de caráter descritivo. A pesquisa qualitativa, segundo Bogdan e Biklen (1994), caracteriza-se pela ênfase na descrição, na indução e no estudo das percepções pessoais. Complementarmente, Minayo (2001) destaca que esse tipo de investigação contempla múltiplos sentidos, como atitudes, crenças e valores, não se restringindo a fatores mensuráveis.

A partir dessa perspectiva, os dados foram coletados por meio da aplicação de questionários, resolução de atividades, registros de experimentos e observações em sala, considerando tanto os resultados objetivos quanto as interações e atitudes dos estudantes.

A pesquisa é desenvolvida na Escola de Ensino Fundamental em Tempo Integral Professor Luiz de Sena Dias, pertencente ao Sistema Municipal de Educação de Cariré, Ceará. A instituição atende turmas do 8º e 9º ano do Ensino Fundamental, totalizando 299 alunos, dos quais cerca de 40% são oriundos de distritos da cidade. O estudo é aplicado em uma turma do 9º ano de Ciências, composta por 19 estudantes, com idades entre 13 e 14 anos, que participam voluntariamente das atividades propostas. Esse perfil discente, marcado por estudantes em fase inicial de sistematização de conceitos abstratos da Física, justifica a adoção de uma metodologia investigativa e mediada, como a Sequência Fedathi, que favorece a explicitação de ideias prévias, o confronto de concepções e a construção progressiva dos conceitos científicos.

Para a coleta de dados, são aplicados questionários contendo questões abertas e fechadas, além de um formulário avaliativo ao final do processo. As produções escritas e orais dos alunos, assim como os registros dos experimentos e a documentação fotográfica, também servem como fontes de análise. A abordagem qualitativa guia o tratamento dos dados, permitindo explorar não apenas os resultados objetivos, mas também as percepções, interações e processos de construção do conhecimento. Conforme Minayo (2011), a análise qualitativa exige atenção à organização, descrição e interpretação dos dados, priorizando a indução e a compreensão dos sentidos emergentes na prática investigada.

Dessa forma, a metodologia adotada possibilita não apenas a intervenção didática no contexto escolar, mas também a análise de sua efetividade no processo de ensino-aprendizagem. A partir desses procedimentos, os resultados obtidos e suas interpretações serão apresentados na próxima seção, destacando as potencialidades e os desafios observados durante a implementação da experiência.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção, apresentam-se e discutem-se os principais achados da pesquisa, com foco nos conceitos de eletrostática, carga elétrica e processos de eletrização, especialmente por atrito, e em sua relação com situações do cotidiano, à luz da Sequência Fedathi). Embora a SF seja geralmente aplicada em uma única sessão, nesse trabalho optou-se em organizá-la em dois encontros didáticos (A. Primeiro Encontro e B. Segundo Encontro), nos quais suas etapas foram distribuídas de forma articulada, respeitando o tempo pedagógico necessário para a investigação, maturação das hipóteses e sistematização conceitual. Além disso, apresenta-se a subseção “C. Avanços, limitações e possibilidades de aprimoramento da proposta”, na qual são discutidos os progressos observados, as fragilidades identificadas no processo de ensino-aprendizagem e perspectivas para o aprimoramento de futuras aplicações da metodologia.

A. Primeiro Encontro

O primeiro encontro teve como finalidade apresentar a pesquisa aos estudantes e introduzir conceitos gerais de eletrostática, bem como explicitar a metodologia que orientaria as aulas subsequentes. Diferentemente de uma abordagem tradicional, centrada na exposição inicial dos conteúdos, esse momento foi organizado de modo a favorecer a participação ativa dos alunos, por meio de debates, experimentos e simulações relacionadas à eletrizção por atrito, criando um ambiente investigativo desde o início da proposta.

Iniciando a **Tomada de Posição**, primeira etapa da SF, o professor-pesquisador estabeleceu com a turma o **Acordo Didático**, definindo de forma compartilhada as responsabilidades de docentes e discentes no desenvolvimento das atividades. Essa postura contrasta com o modelo tradicional de ensino, no qual as regras e procedimentos costumam ser impostos unilateralmente pelo professor, reforçando uma relação hierárquica e passiva. Na perspectiva fedathiana, o **Acordo Didático** assume papel estruturante, pois inaugura um espaço pedagógico pautado na corresponsabilidade, na escuta e na investigação, conforme destacado por Sousa (2015, p. 61–62), ao defini-lo como a “combinação e os ajustes feitos entre professor e estudantes, de modo a garantir que cada uma das partes desenvolva na sala de aula o que for necessário [...] em um espaço aberto à investigação e à pesquisa”.

Dando prosseguimento à aula, o professor fedathiano aplicou um questionário, composto por questões abertas e de múltipla escolha, com o objetivo de mapear os conhecimentos prévios dos estudantes. O instrumento foi composto por nove questões relacionadas aos fundamentos da eletrostática, abrangendo conceitos como cargas elétricas positivas e negativas, estrutura atômica, prótons e elétrons, possibilidade de transferência de elétrons e o princípio da conservação da carga.

Essa ação fundamenta-se no princípio do **Plateau**, que orienta o docente a identificar os saberes mínimos necessários para o desenvolvimento da situação-problema proposta. Para o ensino dos processos de eletrizção, considera-se como **Plateau** noções relacionadas à estrutura atômica da matéria, à existência de cargas elétricas positivas e negativas, à possibilidade de transferência de elétrons entre corpos e à compreensão intuitiva do princípio da conservação da carga. Esses conhecimentos constituem o patamar mínimo necessário para que os alunos possam analisar situações-problema envolvendo fenômenos eletrostáticos de forma significativa. Quando esse patamar de conhecimentos não está estabelecido, cabe ao professor criar condições para que ele seja construído coletivamente, possibilitando a aprendizagem de novos conceitos (Bezerra, 2017).

Diferentemente de uma avaliação diagnóstica tradicional, utilizada apenas para mensuração de desempenho, o questionário assume, nesse contexto, uma função formativa, servindo como instrumento de análise qualitativa das ideias iniciais dos alunos. Esta análise permite ao professor identificar lacunas conceituais relevantes, orientando intervenções didáticas posteriores. Nesse sentido, ao usar o **Plateau**, o professor fedathiano não se restringe à exposição imediata dos conteúdos, mas à escuta atenta das concepções dos alunos, utilizando-as como ponto de partida para a organização das ações pedagógicas subsequentes.

A análise das respostas ao questionário diagnóstico revelou uma acentuada disparidade nos conhecimentos prévios dos estudantes, indicando que a maioria não apresentava domínio conceitual satisfatório acerca dos fundamentos da eletrostática. Tal constatação evidencia a inexistência do **Plateau** necessário para o desenvolvimento da situação-problema proposta. A pergunta “Você já ouviu falar em átomos? Descreva o que você sabe” ilustra esse cenário, como se observa nas respostas a seguir:

A1: Sim, eu já ouvi falar, mas não sei o que é.

A2: Sim, mas não lembro.

A3: Gosto muito da matéria, mas eu acho que o meu aprendizado vai muito do professor. Minha professora é ótima, mas não aprendo muito na forma de ensino dela.

Essas respostas indicam não apenas lacunas conceituais relacionadas à estrutura da matéria, mas também uma aprendizagem marcada pela memorização fragmentada e pela dependência de explicações expositivas, características frequentemente associadas a abordagens tradicionais de ensino. Situações semelhantes foram recorrentes nas demais questões do instrumento diagnóstico, especialmente no que se refere à natureza da carga elétrica e à possibilidade de transferência de elétrons. Diante desse quadro, tornou-se necessário o estabelecimento do **Plateau** relativo aos conceitos de modelos atômicos, cargas elétricas e eletrizção por atrito, condição indispensável para assegurar a participação ativa dos estudantes nas etapas subsequentes da Sequência Fedathi e viabilizar o avanço da investigação didático-pedagógica.

O professor-pesquisador inicia a aula promovendo a retomada e a organização conceitual dos conhecimentos necessários ao estabelecimento do **Plateau**, discutindo com os estudantes os diferentes modelos atômicos até chegar ao modelo atualmente aceito. Essa abordagem não se configura como mera exposição transmissiva, mas como uma ação mediadora orientada pelas lacunas evidenciadas no diagnóstico inicial. Nesse processo, são problematizadas as ideias dos alunos acerca da constituição da matéria, explicitando-se que os átomos são formados por prótons, elétrons e nêutrons, com destaque para as cargas associadas a cada partícula. Em seguida, discute-se o princípio da atração e

repulsão entre corpos eletrizados, segundo o qual cargas de sinais opostos se atraem e cargas de mesmo sinal se repelem (Young, 2009), sempre articulando tais conceitos às situações investigativas que seriam exploradas posteriormente.

Na sequência, o professor fedathiano aborda os conceitos de corpos eletrizados e processos de eletrização, lançando mão de experimentos simples e de baixo custo como estratégia para provocar questionamentos, antecipar hipóteses e favorecer a construção de significados pelos estudantes. Essa escolha metodológica está em consonância com a perspectiva investigativa da Sequência Fedathi, na medida em que os experimentos não são utilizados apenas para demonstrar fenômenos, mas para criar condições para a reflexão conceitual. Conforme aponta Duarte (2012, p. 17),

O uso de experimentos de baixo custo para a apresentação do fenômeno estudado é encarado por nós como uma maneira de se contornar o problema da falta de laboratórios nas escolas de Ensino Médio, mas também como uma forma de aproximar o aluno da ciência através de materiais encontrados no seu cotidiano e de experimentos que podem ser facilmente reproduzidos. (Duarte, 2012, p. 17)

Entre os experimentos realizados, destacou-se a eletrização por atrito, em que um cano de PVC foi esfregado em papel, promovendo a transferência de elétrons. Ao aproximá-lo dos fios de cabelo dos alunos ou de pequenos pedaços de papel, observou-se o fenômeno da atração, o que suscitou discussões sobre a natureza das interações elétricas. No caso da eletrização por contato, o canudo previamente eletrizado foi encostado em uma moeda inicialmente neutra; após a troca de elétrons entre os corpos, a moeda carregada foi aproximada de um canudo neutro, constatando-se novamente a atração. Complementarmente, os estudantes utilizaram simuladores virtuais, como o PhET Colorado e o Javalab, que funcionaram como laboratórios virtuais, ampliando as possibilidades de visualização e compreensão dos fenômenos eletrostáticos.

Observou-se que os alunos demonstraram elevado engajamento durante a realização dos experimentos e das simulações virtuais, participando ativamente das discussões e manifestando curiosidade diante dos fenômenos observados. Esse envolvimento indica que as estratégias adotadas pelo professor-pesquisador favoreceram um ambiente investigativo coerente com os princípios da Sequência Fedathi, constituindo um ponto de partida sólido para o aprofundamento conceitual a ser desenvolvido no encontro subsequente.

B. Segundo Encontro

O segundo encontro foi iniciado aprofundando o conhecimento sobre os processos de eletrização por atrito, contato e o princípio da atração e repulsão, relacionando-os a situações cotidianas. O professor revisou os conteúdos abordados na aula anterior e apresentou quatro vídeos do YouTube que ilustravam fenômenos de eletrostática no dia a dia, contextualizando os conceitos. A finalidade, a realizar essa ação é contextualizar os conceitos e preparar os estudantes para a etapa seguinte.

Na sequência, o professor propõe situações-problema relacionadas ao conhecimento a ser construído, partindo de contextos significativos e passíveis de generalização. Conforme destacam Rodrigues e Souza (2022), nessa etapa o professor apresenta um problema que pode assumir diferentes formas, como perguntas, situações investigativas, jogos ou experimentos, e estabelece regras que orientam a interação aluno-professor e aluno-aluno, considerando o nível de desenvolvimento dos educandos.

Com base nesses pressupostos, os estudantes foram organizados em quatro grupos, cada um responsável por analisar uma situação-problema relacionada à eletrização em contextos cotidianos:

- *Por que os pelos dos braços ficam arrepiados quando próximos de uma TV de tubo?*
- *Por que, em certas situações, sentimos um choque ao encostar em outra pessoa ou em uma maçaneta de carro/porta?*
- *O que faz com que os cabelos das crianças fiquem arrepiados ao descerem de um escorregador de plástico?*
- *Por que a água desvia sua trajetória quando próxima de um corpo eletrizado?*

Essas situações permitiram explicitar concepções iniciais dos alunos, funcionando como ponto de partida para a investigação conceitual nas etapas subsequentes da metodologia.

*Na fase da **Maturação**, os estudantes passaram a elaborar hipóteses e modelos explicativos para as situações-problema propostas, recorrendo tanto a experiências cotidianas quanto aos conceitos discutidos anteriormente. Conforme a Sequência Fedathi, esse momento caracteriza-se pela construção progressiva do raciocínio dos alunos, enquanto o professor intervém apenas quando necessário, utilizando questionamentos que orientam a reflexão e evitam a antecipação de respostas (BARBOSA, 2020).*

Nesse contexto, alguns estudantes mobilizaram vivências pessoais para justificar suas ideias, como expresso no relato:

A4: *Professor, vivia fazendo isso quando era criança, os pêlos do braço ficam todos arrepiados e dava uns estalos quando colocava a mão.*

Essa fala evidencia a tentativa de ancorar o fenômeno eletrostático em experiências empíricas, ainda que sem um modelo conceitual formalizado. Em vez de corrigir ou complementar diretamente a explicação, o professor adotou deliberadamente o princípio da **Mão no Bolso** (Santana, 2018), restringindo intervenções expositivas e permitindo que os estudantes avançassem na formulação de hipóteses, no registro de ideias e na argumentação coletiva.

Durante as discussões, também emergiram questionamentos conceituais relevantes, como:

A6: *O corpo da pessoa está carregado com cargas positivas e a maçaneta com cargas negativas ou cargas neutras?*

A7: *A água está neutra?*

Essas indagações revelam não apenas dúvidas pontuais, mas um esforço dos estudantes em compreender a natureza das cargas elétricas e suas interações, indicando um momento fértil para a mediação pedagógica. Em consonância com a SF, o professor optou por não responder diretamente às perguntas, mobilizando o princípio da **Pergunta** como estratégia de condução do raciocínio, devolvendo à turma questionamentos como:

- *O corpo está em movimento?*

- *Lembra como um corpo fica carregado positivamente ou negativamente?*

- *Por que um corpo atrai o outro, tem relação com as cargas deles?*

Essas perguntas funcionaram como dispositivos cognitivos que estimularam os alunos a revisitar conceitos previamente discutidos, estabelecer relações entre diferentes ideias e analisar as situações-problema sob novas perspectivas. Tal postura está alinhada à concepção de **Maturação**, na qual o professor atua como mediador que provoca o pensamento lógico e investigativo, aparecendo apenas quando percebe desvios significativos ou estagnação no processo de resolução (BARBOSA, 2020).

Além disso, as hipóteses inicialmente incompletas ou imprecisas não foram tratadas como falhas, mas como parte constitutiva do processo, evidenciando o princípio do **Erro** como elemento formativo. Ao permitir que concepções alternativas fossem explicitadas e debatidas coletivamente, o professor criou condições para que os próprios estudantes confrontassem suas ideias, abrindo espaço para possíveis **contraexemplos** nas etapas posteriores da metodologia.

Após as intervenções mediadas por perguntas, os grupos retomaram as discussões de forma autônoma, aprofundando o confronto de hipóteses e a argumentação entre pares. Desse modo, a sala de aula configurou-se como um espaço de investigação compartilhada, no qual o conhecimento não foi transmitido de forma pronta, mas construído progressivamente a partir da interação entre alunos, problemas e mediação docente, característica central da fase de **Maturação** na Sequência Fedathi.

Concluída a etapa de discussão em grupo, iniciou-se a fase da **Solução**, na qual os estudantes foram convidados a apresentar, por escrito, as explicações construídas coletivamente para as situações-problema propostas. Conforme a Sequência Fedathi, essa etapa corresponde ao momento em que os alunos explicitam seus modelos explicativos, hipóteses e raciocínios, sendo valorizados tanto os acertos quanto os equívocos, uma vez que ambos fornecem subsídios para a análise conceitual e a mediação docente (Souza, 2013). Nesse sentido, Rodrigues (2022) define que, na fase da **Solução**, “os alunos mostram o que encontraram na maturação, apresentando e discutindo as hipóteses elaboradas com o restante da turma e o professor, que, por sua vez, faz questionamentos a fim de esclarecer ou acrescentar mais possibilidades à solução apresentada”, caracterizando esse momento como essencial para a explicitação dos modelos construídos pelos estudantes.

A análise das respostas evidencia que os estudantes mobilizaram conceitos centrais da eletrostática, como neutralidade elétrica, atração entre corpos e eletrização por atrito. No entanto, também se observam fragilidades conceituais recorrentes, especialmente relacionadas à natureza das cargas elétricas e aos mecanismos envolvidos nos processos de eletrização.

A Equipe 1, ao explicar o fenômeno observado próximo à TV, afirmou que o corpo humano estaria neutro por não realizar movimentos que “mexem com a energia”, enquanto a TV estaria “com energia positiva por estar ligada”. Essa resposta revela uma confusão conceitual entre energia elétrica e carga elétrica, além da atribuição indevida de sinal positivo à carga em função do funcionamento do aparelho. Apesar disso, observa-se um avanço ao reconhecer a ideia

de neutralidade do corpo e a noção de atração entre entidades de naturezas distintas, ainda que interpretadas de forma inadequada.

Na resposta da Equipe 2, aparece a ideia de que o movimento do corpo “gera cargas positivas”, posteriormente transferidas para a maçaneta inicialmente neutra. Essa explicação indica uma tentativa de associar movimento e eletrização, mas evidencia uma concepção alternativa frequente: a criação de cargas elétricas, em desacordo com o princípio da conservação da carga. Tal resultado reforça achados da literatura que apontam dificuldades persistentes dos estudantes em compreender que a eletrização envolve redistribuição de cargas, e não sua criação.

A Equipe 3 apresentou uma explicação mais próxima do modelo científico, ao reconhecer o papel do atrito como mecanismo de eletrização e ao associar o fenômeno à interação entre cargas elétricas. Entretanto, a justificativa ainda se apoia fortemente na ideia simplificada de que “os opostos se atraem”, sem explicitar o processo de transferência de elétrons nem o comportamento coletivo dos fios de cabelo eletrizados, o que revela um entendimento parcial do fenômeno.

Por fim, a Equipe 4 afirmou que o canudo estaria carregado com prótons, atraindo a água neutra. Essa resposta evidencia uma concepção equivocada recorrente, na qual os prótons são tratados como agentes móveis no processo de eletrização, desconsiderando que, nos sólidos, a eletrização ocorre predominantemente pela transferência de elétrons. Ainda assim, observa-se um avanço ao reconhecer a polarização da água neutra como elemento explicativo para o desvio do jato, mesmo que o mecanismo físico não tenha sido corretamente descrito.

Do ponto de vista metodológico, o professor fedathiano manteve uma postura coerente com a SF ao não hierarquizar imediatamente as respostas como certas ou erradas, permitindo que os diferentes modelos emergissem explicitamente. Essa postura reforça o princípio do **Erro** como elemento formativo, pois transforma as concepções alternativas em material de análise para a etapa seguinte. Além disso, as soluções apresentadas criam condições propícias para o uso de contraexemplos, seja por meio de experimentos adicionais, simulações ou questionamentos dirigidos, favorecendo a reconstrução conceitual.

Assim, a fase da **Solução** evidenciou tanto avanços na compreensão dos fenômenos eletrostáticos, especialmente no reconhecimento do papel do atrito e da atração elétrica, quanto fragilidades conceituais persistentes, relacionadas à natureza das cargas, à conservação da carga elétrica e à distinção entre energia e carga. Esses resultados confirmam a necessidade da etapa subsequente de **Prova**, na qual a mediação docente se torna mais sistematizadora, permitindo a formalização científica dos conceitos e o refinamento dos modelos explicativos construídos pelos estudantes.

Observou-se que as equipes 1 e 2 apresentaram maiores dificuldades na assimilação dos conteúdos trabalhados, enquanto as equipes 3 e 4 demonstraram melhor desempenho conceitual, necessitando apenas de orientações pontuais para o completo entendimento dos fenômenos analisados. A partir desse diagnóstico, o professor deu início à última etapa da Sequência Fedathi, denominada **Prova**.

Nessa fase, o professor fez uso do princípio do **Erro**, compreendendo-o como elemento formativo do processo de aprendizagem. Segundo Melo (2018), o verdadeiro valor da avaliação reside no conhecimento construído e na qualidade desse processo, independentemente da classificação das respostas como certas ou erradas. Assim, os equívocos apresentados pelos estudantes não foram tratados como falhas, mas como oportunidades para a reconstrução conceitual.

Conforme caracteriza Rodrigues (2022), a etapa da **Prova** corresponde ao momento em que “o professor expõe a solução do problema proposto de forma sistemática e organizada, partindo das soluções propostas pelos estudantes, inclusive corrigindo seus erros”, sendo esta a fase mais próxima da aula expositiva tradicional. No entanto, diferentemente de uma exposição descontextualizada, essa sistematização ocorre a partir das produções dos próprios alunos, estabelecendo relações entre o saber científico e seu processo de validação.

Nesse sentido, o professor apresentou, de maneira formalizada e sintetizada, os conceitos relacionados aos processos de eletrização, enfatizando que os fenômenos elétricos presentes no cotidiano não ocorrem apenas por atrito, mas também por contato e indução, desempenhando papel fundamental na compreensão da eletrostática. A sistematização foi realizada por meio de slides e do uso de simuladores virtuais, como o PhET Colorado e o Javalab, estabelecendo conexões diretas entre as soluções elaboradas pelos estudantes e a explicação científica formal.

C. Avanços, limitações e possibilidades de aprimoramento da proposta

A análise dos encontros realizados evidencia que a aplicação da Sequência Fedathi contribuiu para avanços na compreensão conceitual dos estudantes acerca dos processos de eletrização, especialmente no que se refere ao reconhecimento do papel do atrito, do contato e da interação entre corpos eletrizados em fenômenos do cotidiano. O engajamento observado durante as etapas da SF indicam que a metodologia favoreceu um ambiente de investigação e diálogo, em contraste com práticas expositivas tradicionais.

Entretanto, também emergiram fragilidades importantes no processo, que precisam ser consideradas de forma crítica. Um primeiro aspecto refere-se ao fato de que alunos e professor ainda não se encontram plenamente

condicionados à dinâmica da Sequência Fedathi. A cultura escolar fortemente marcada pelo ensino tradicional faz com que muitos estudantes demonstrem expectativa por respostas imediatas e explicações diretas do professor, o que se refletiu na dificuldade inicial em sustentar hipóteses, argumentar e aceitar o erro como parte do processo de aprendizagem. Esse comportamento indica que a apropriação da metodologia demanda tempo, continuidade e experiências recorrentes que permitam aos alunos ressignificar seu papel no processo educativo.

Outro ponto relevante diz respeito à persistência de compreensões científicas ainda vagas ou incompletas, mesmo após a aplicação da proposta. Embora tenham sido observadas melhorias em relação às concepções iniciais, especialmente no reconhecimento da eletrização como resultado da transferência de elétrons, algumas explicações apresentadas pelos estudantes continuaram ancoradas em ideias imprecisas, como a atribuição do fenômeno à movimentação de prótons ou à noção genérica de “energia positiva e negativa”. Esse resultado indica que, apesar dos avanços conceituais, a consolidação de modelos explicativos cientificamente consistentes exige maior tempo de exploração, retomadas conceituais e aprofundamento das discussões.

Além disso, o contexto escolar impôs limitações estruturais à aplicação da metodologia. A precariedade do acesso à internet e a inexistência de laboratório de Ciências restringiram o uso contínuo de recursos digitais e experimentais, exigindo do professor adaptações constantes. Ainda assim, observou-se que o uso de TDICs, como simuladores virtuais, aliado à realização de experimentos de baixo custo, contribuiu significativamente para tornar as aulas mais atrativas e favorecer a visualização dos fenômenos eletrostáticos. Esses recursos funcionaram como mediadores importantes entre o fenômeno físico e sua representação conceitual, especialmente em um conteúdo de alto grau de abstração como a eletrostática.

Diante desses elementos, os resultados indicam que a Sequência Fedathi apresenta potencial significativo para o ensino de eletrostática, desde que sua aplicação seja compreendida como um processo contínuo de formação, tanto para estudantes quanto para professores. Como perspectivas para trabalhos futuros, sugere-se: (i) a ampliação do tempo de aplicação da metodologia, permitindo maior familiarização dos alunos com seus princípios; (ii) a investigação longitudinal dos impactos da Sequência Fedathi na aprendizagem conceitual em diferentes conteúdos da Física; (iii) a análise da formação docente voltada especificamente à postura fedathiana; e (iv) o desenvolvimento de propostas que integrem a SF com TDICs mesmo em contextos de infraestrutura limitada, explorando estratégias híbridas e experimentação de baixo custo.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como propósito investigar de que maneira a aplicação da metodologia Sequência Fedathi, aliada à postura mediadora do professor fedathiano, contribui para a compreensão dos conceitos de eletrização por estudantes. A partir da análise da aplicação da metodologia em dois encontros, foi possível constatar que o ensino de eletrostática, quando estruturado em uma abordagem investigativa e mediada, favorece maior envolvimento discente e uma participação mais ativa na construção do conhecimento científico.

Os resultados indicaram que a organização das aulas segundo as etapas da SF contribuiu para estimular a elaboração de hipóteses, o confronto de ideias e a articulação entre situações do cotidiano e os conceitos de eletrização. Observou-se avanço na compreensão conceitual dos estudantes, especialmente no reconhecimento da transferência de cargas elétricas e dos efeitos da eletrização por atrito e contato. No entanto, persistiram concepções científicas incompletas ou imprecisas em parte dos grupos, evidenciando que a apropriação conceitual demanda tempo, recorrência e continuidade da abordagem metodológica.

No que se refere à atuação docente, a postura do professor fedathiano mostrou-se elemento central no desenvolvimento da proposta. A aplicação consciente de princípios como a **Mão no Bolso**, a **Pergunta** e a valorização do **Erro** possibilitou deslocar o foco da transmissão direta de conteúdos para a mediação do raciocínio dos estudantes, promovendo maior autonomia intelectual. Ainda assim, identificou-se que tanto alunos quanto professor estão em processo de adaptação à metodologia, uma vez que a cultura escolar tradicional tende a dificultar, inicialmente, a assunção de uma postura investigativa por parte dos discentes.

A pesquisa também evidenciou limitações de ordem estrutural, como o acesso restrito à internet e a inexistência de laboratório de Ciências, fatores que impactam a implementação de propostas investigativas. Apesar disso, o uso de TDICs e de experimentos de baixo custo mostrou-se uma alternativa eficaz para minimizar essas restrições, tornando as aulas mais atrativas e favorecendo a visualização dos fenômenos eletrostáticos, o que contribuiu para o engajamento dos estudantes.

Diante do exposto, conclui-se que a Sequência Fedathi constitui uma estratégia pedagógica promissora para o ensino de conteúdos abstratos da Física, como a eletrostática, desde que compreendida como uma prática formativa contínua, que exige planejamento cuidadoso, adaptação ao contexto escolar e familiarização progressiva de professores e alunos com seus princípios. Como desdobramento, sugere-se que trabalhos futuros ampliem o tempo

de aplicação da metodologia, investiguem sua articulação com outros conteúdos da Física e explorem formas de aprofundar a avaliação da aprendizagem conceitual, contribuindo para o aprimoramento e a consolidação dessa abordagem no ensino de Ciências.

REFERÊNCIAS

- Barbosa, J. D. C. (2020). *Raízes: Concepções Teóricas, pedagógicas e tecno-práticas de um objeto educacional digital (OED) baseado na Sequência Fedathi*. Dissertação (Mestrado em Educação). Faculdade de Educação. Universidade Federal do Ceará. Ceará, p. 93.
- Bezerra, M. G. (2017). *Plateau: uma ferramenta didática para sondagem de conhecimentos prévios*. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará.
- Bogdan, R. C., Biklen, S. K. (1994). *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora.
- Borges Neto, H. (2016) *Sequência Fedathi: fundamentos e prática*. Fortaleza: Edições UFC.
- Brito, R. A. (2024). *Aplicação da Sequência Fedathi no Ensino da Astronomia: Gamificação e Realidade Aumentada como Ferramentas de Mediação Pedagógica*. Dissertação de Mestrado do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), Polo 56, das instituições responsáveis IFCE Sobral/UVA.
- Duarte, A. M. (2012) Experimentos de baixo custo no ensino de física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 29 (1), 15-27.
- Furió-Mas, C., Guisasola Aranzabal, J. (1999) Concepciones alternativas y dificultades de aprendizaje en electrostática. Selección de cuestiones elaboradas para su detección y tratamiento. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, 17(3), 441-452. <https://ensciencias.uab.cat/article/view/v17-n3-furio-guisasola>
- Imbriani, M. G. P. (2023). *Metodologias ativas e o processo de ensino e aprendizagem: considerações teóricas*. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Pedagogia) - Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Bauru, 2023.
- Melo, A. (2018) Avaliação na Sequência Fedathi: valorizando o erro. *Revista de Educação Matemática*, 3(2), 55-70.
- Melo Junior, E. B., Silva, M. C. (2017). Ensino dos processos de eletrização no 3º ano do ensino médio usando as teorias cognitivistas de Vygotsky e de Ausubel aliadas a atividades experimentais. *South American Journal of Basic Education, Technical and Technological*, 4(2). <https://periodicos.ufac.br/index.php/SAJEBTT/article/view/1327>
- Menezes, R. (2018). Mediação e construção do conhecimento na Sequência Fedathi. *Revista Educação e Linguagem*, 5(2), 102-118.
- Minayo, M. C. S. (2001). *O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde* (8º ed). São Paulo: Hucitec.
- Minayo, M. C. S. (2011). *Pesquisa social: teoria, método e criatividade* (30º ed). Petrópolis: Vozes.
- Rodrigues, F. L. O., Souza, O. A. (2022). A Lua e os fenômenos físicos envolvidos: Uma proposta de ensino sobre os pressupostos da Sequência Fedathi. *A Física na Escola*, 20, Artigo 220603-1.
- Sampaio, T. A. S. M., Silva Rodrigues, E., Morais Souza, C. J. (2017). Aparato experimental para o ensino de tópicos da eletrostática: o eletroscópio com transistor de efeito de campo. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 34(1), 298-309.
- Santana, J. (2018). Pedagogia “mão no bolso” na Sequência Fedathi. *Revista Educação e Ensino*, 4(1), 15-22.

Santana, A. C. S., Borges Neto, H. (2019). Sequência Fedathi e pedagogia mão no bolso: reflexões sobre o contexto educutivo nos Centros Rurais de Inclusão Digital (CRID). In: Ferreira, B. O., Haslinger, E., Xavier, J. B. (org.), *Práticas Educomunicativas* (1° ed.). Brasil: ABPEducom.

Santos, J. N., Borges Neto, H., Pinheiro, A. C. M. (2019). *A origem e os fundamentos da Sequência Fedathi: uma análise histórico-conceitual*. Repositório Institucional da Faculdade de Educação, Universidade Federal do Ceará.

Silva, J. C. (2021). *Dificuldades conceituais em eletricidade: Análise de grandezas elétricas no ensino médio*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física), Universidade Federal do Maranhão, São Luís.

Soares, U. A. (2023). *Tecnologia como recurso de aprendizagem no ensino de Física: eletrostática*. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física), Universidade de Brasília, Instituto de Física, Brasília.

Sousa, J. L. L. (2013). *Sequência Fedathi: uma proposta metodológica para o ensino de matemática*. Fortaleza: Edições UFC.

Sousa, J. L. L. (2015). O acordo didático e a mediação na Sequência Fedathi. *Revista de Educação Matemática*, 2(1), 59-72.

Tomé, A. F. (2024). *Usando sequência Fedathi para o ensino gamificado de mecânica: aliando a física ao esporte*. Dissertação (Mestrado), Instituto Federal do Ceará, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Campus Sobral.

Torres, J. A. (2014). Investigação e protagonismo discente na Sequência Fedathi. *Revista Práxis Educacional*, 10(2), 77-90.

Young, H. D., Freedman, R. A. (2009). *Física universitária: com física moderna* (12° ed.). São Paulo: Pearson Addison Wesley.