

Descargas elétricas atmosféricas: uma aplicação da sequência didática dos três momentos pedagógicos

Atmospheric Electric Discharges: an Application of the Didactic Sequence of the three pedagogical moments

Cleber de Jesus Santos

Orcid: [0000-0001-5450-2004](https://orcid.org/0000-0001-5450-2004)

Fábio Togneri Telles

Orcid: [0000-0003-4455-0103](https://orcid.org/0000-0003-4455-0103)

Neila Ferreira da Silva de Jesus

Orcid: [0000-0003-4940-384X](https://orcid.org/0000-0003-4940-384X)

Cassiana Barreto Hygino Machado

Orcid: [0000-0002-0126-4169](https://orcid.org/0000-0002-0126-4169)

Cristine Nunes Ferreira

Orcid: [0000-0003-1880-7681](https://orcid.org/0000-0003-1880-7681)

Resumo:

A presente pesquisa consiste na aplicação da sequência didática pautada nos Três Momentos Pedagógicos para o estudo introdutório da eletricidade. A referida sequência didática foi aplicada em uma turma de 3º ano do ensino médio, do IFFluminense campus Cambuci-RJ. A sequência é composta por três etapas, a saber: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. No primeiro momento pedagógico, foram apresentadas questões relacionadas ao cotidiano dos alunos, no que se refere ao conhecimento sobre descargas elétricas. No segundo momento, organização do conhecimento, foram abordados de forma sistemática os conhecimentos sobre a temática proposta, analisando e interpretando o conhecimento adquirido pelo aluno, a partir dos problemas iniciais e das novas concepções que surgiram por meio de aulas interativas e, também, com a utilização do quiz para avaliação conceitual. No terceiro momento, aplicação do conhecimento, foram retomadas as questões iniciais sobre os fenômenos associados aos raios e a outros fenômenos elétricos. A análise de conteúdo aplicada na avaliação da sequência didática identificou resultados satisfatórios na aprendizagem dos conceitos introdutórios de eletricidade pelos alunos. Entende-se que a estratégia pedagógica adotada pode colaborar nas discussões acerca das alternativas de ensino voltadas para o alcance das metas de aprendizagem na Física.

Palavras-chave: Ensino de Física. Aprendizagem Significativa. Três Momentos Pedagógicos. Eletricidade.

Abstract:

The present research consists in the application of the didactic sequence based on the Three Pedagogical Moments for the introductory study of electricity. This didactic sequence was applied in a 3rd year high school class at the IFFluminense campus Cambuci-RJ. The sequence is composed of three steps, namely: initial problematization, knowledge organization and knowledge application. In the first pedagogical moment, questions related to the students' everyday life were presented, regarding the knowledge about electrical discharges. In the second moment, organization of knowledge, the knowledge about the proposed theme was approached in a systematic way, analyzing and interpreting the knowledge acquired by the student, from the initial problems and the new conceptions that emerged through interactive classes and, also, with the use of quiz, for conceptual evaluation. In the third moment, application of knowledge, the initial questions about the phenomena associated with lightning and other electrical phenomena were resumed. The content analysis applied in the evaluation of the didactic sequence identified satisfactory results in the learning of introductory concepts of electricity by the students. It is understood that the pedagogical strategy adopted can collaborate in discussions about teaching alternatives aimed at achieving the learning goals in Physics.

Keywords: *Physics Teaching. Meaningful learning. Three Pedagogical Moments. Electricity.*

1. Introdução

Para o ensino de Física, há alguns anos, conta-se com reconhecimento e propostas que buscam implementar estratégias de ensino e práticas, em sala de aula, adequadas às especificidades da disciplina (LIMA; FERREIRA, 2020; MACÊDO; DICKMAN; ANDRADE, 2012; MOREIRA, 2018; PASTORIO et al., 2020). O ensino descontextualizado da realidade do aluno e focado em avaliações e exercícios persiste por décadas na disciplina de Física e, não raro, tem convivido com os baixos índices de aprovação em todas as suas etapas do ensino regular (CARLOS DOS SANTOS; GOMES DICKMAN, 2019; MOREIRA, 2018; MOZENA; OSTERMANN, 2016). Nesse sentido, o emprego de estratégias metodológicas no ensino de Física tem sido de inestimável importância para a superação do contexto educacional de baixo rendimento na aprendizagem da referida disciplina (MELO, 2016).

Segundo Amin Aur (2018), as ações pedagógicas no Ensino Médio (EM) precisam combinar entendimentos práticos, contextualizados e o desenvolvimento de saberes mais amplos que respondam às carências da vida contemporânea e à formação de uma cultura geral e de uma visão de mundo. Tais propósitos constam também nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para Física do Ensino Médio, reafirmando a necessidade da aplicação do ensino contextualizado e debatendo o conteúdo a partir de situações concretas; assim como se faz presente na Base Nacional Comum Curricular (AMIN AUR, 2018).

Sendo assim, uma proposta de ensino que promova a construção do conhecimento, considerando os conhecimentos prévios dos alunos, estabelecendo relações com sua vivência de mundo e estimulando a participação do mesmo em sala de aula, comunga com as orientações estabelecidas nos documentos oficiais que orientam as práticas educacionais no país. No entanto, cabe considerar a necessidade de verificação da eficácia da ferramenta pedagógica por meio do aluno, detectando sua evolução no decorrer das aulas.

A proposição de alternativas de aprendizado da Física no ensino regular vem ocorrendo desde muitos anos, desmistificando a ideia tradicional de ensino baseado apenas na formalização matemática. O uso de atividade experimental em sala de aula (real e virtual) tem sido uma excelente alternativa para ilustrar os assuntos abordados em classe (GASPAR; MONTEIRO, 2005; RIBEIRO; ALMEIDA; CARVALHO, 2012; RIBEIRO; FREITAS; MIRANDA, 1997). Uma outra ferramenta pedagógica, não menos eficaz, são os simuladores virtuais educacionais, recurso moderno que permite ao aluno interagir e estimula o aprendizado de forma ativa (ARAÚJO et al., 2021; FERREIRA, 2016; MACÊDO; DICKMAN; ANDRADE, 2012). Cabe destaque também a robótica educacional, na qual o estudante é desafiado a exercitar o raciocínio lógico e aprimorar o pensamento computacional (PRENSKY, 2001; WING, 2006); assim como os jogos, que por sua vez estabelecem um momento de aprendizado lúdico e socializado, seja por meio de quizzes, dinâmicas, jogos de

tabuleiro etc. (CARDOSO; ANTONELLO, 2015; SANTOS *et al.*, 2017). Enfim, são propostas que visam complementar as metodologias tradicionais de ensino, colaborando para o sucesso escolar.

Nessa direção, buscando contribuir com o ensino de eletricidade, embasado em práticas ativas, elaborou-se um conjunto de atividades que propusessem aos alunos uma compreensão mais ampla dessa área da Física; e que contemplasse, por exemplo, aspectos associados às descargas elétricas e aos fenômenos observados cotidianamente. As aulas referentes à sequência didática da presente pesquisa contemplaram os conteúdos da eletrostática, a saber: i) carga elétrica; ii) campo elétrico; iii) potencial elétrico; iv) processos de eletrização; v) condutores e isolantes, e, por fim, vi) introdução à corrente elétrica.

A proposta consiste na aplicação de uma sequência didática baseada nos Três Momentos Pedagógicos (3 MPs) para o estudo introdutório da eletricidade em uma turma de 3º ano do ensino médio (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002). O 1º momento da referida sequência didática consiste na problematização inicial, dialogada, tendo como eixo central os conhecimentos prévios dos alunos. É o momento em que os alunos são desafiados a expor o que pensam sobre determinada situação e, também, permite que o professor conheça o nível de entendimento a respeito do objeto de estudo. De posse das impressões iniciais dos alunos, procede-se com a etapa da organização do conhecimento (2º momento), na qual o professor passa a intervir de forma mais direta, oferecendo subsídios conceituais para o pleno entendimento do fenômeno, ampliando o conhecimento dos alunos e, também, corrigindo possíveis equívocos sobre o fenômeno que são provenientes do senso comum. O desfecho dessa etapa ocorre por meio da troca de saberes e diálogo sobre o tema, que, no caso da pesquisa, pode ser feito por meio do uso de jogos. No 3º momento, ocorre a aplicação do conhecimento, ou seja, é o momento reservado para abordar sistematicamente o conhecimento aprendido pelo aluno, para analisar e interpretar as situações iniciais, agora em uma nova condição, na qual ele seja capaz de exercitar as competências e habilidades adquiridas a respeito do conhecimento discutido.

A estratégia metodológica teve como referencial teórico a Teoria da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 1977) e teve como elemento de discussão o fenômeno das descargas elétricas atmosféricas. A razão para a escolha desse fenômeno como elemento problematizador consiste em 3 (três) finalidades, a saber: i) organizar os temas do currículo de forma integrada (transversalidade), conforme sugestão da Base Nacional Comum Curricular; ii) aplicar a contextualização no processo educativo, perspectiva que fundamenta os modernos exames (ENEM, Fuvest, Unesp); iii) melhorar o engajamento dos alunos nas aulas, haja vista que se trata de um tema cercado de mitos na cultura popular e, além disso, por permear o universo jovem, sendo constantemente retratado no cinema, games etc. A avaliação da proposta metodológica será feita por meio da análise de conteúdo, segundo Bardin (1977). Ao término do artigo, haverá brevemente uma discussão sobre algumas implicações para o ensino.

2. Metodologia

A metodologia utilizada consiste em uma pesquisa qualitativa na forma de sequência didática dos Três Momentos Pedagógicos. A pesquisa qualitativa consiste em um método de pesquisa de caráter exploratório, não estatístico e aplicável à análise de caráter subjetivo do objeto estudado. A abordagem qualitativa utilizada na pesquisa está no formato de um estudo de caso em um contexto educacional: uma turma de 3º ano do ensino médio no ensino público. Após o desenvolvimento das três etapas da sequência didática, procedeu-se com a etapa de verificação sobre a eficácia da estratégia pedagógica aplicada. Essa etapa teve como suporte a análise de conteúdo segundo Bardin (1977). Por fim, apresentamos os conhecimentos de física associados aos fenômenos das descargas elétricas.

2.1. Teoria da aprendizagem Significativa

A presente pesquisa está fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa. Segundo Moreira (2006), a aprendizagem significativa consiste no processo de construção do conhecimento, no qual uma nova informação relaciona-se de maneira substantiva (não literal) e não arbitrária a um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo. Além disso, discute como ocorre a aprendizagem e as condições necessárias para sua ocorrência.

Segundo Ausubel (1977), a aprendizagem significativa busca estabelecer uma abordagem de ensino que considera as diferenças individuais na forma de aprendizado. Nesse contexto plural, propõe-se a melhor forma de obter sucesso na aprendizagem de um grupo, considerando formas diferentes de estabelecer caminhos quando diante de um problema/desafio. Para isso, considera-se a aprendizagem de três formas básicas: aprendizagem cognitiva, aprendizagem afetiva e aprendizagem psicomotora.

A aprendizagem cognitiva possui uma relação direta com o aprendizado e o domínio do conhecimento. Envolve aspectos associados à aquisição do conhecimento e à progressão intelectual. Inclui confissão de fatos específicos, procedimentos padrões e princípios que estimulam a expansão cerebral constantemente. Nesse domínio, os objetivos são agrupados em seis etapas e apresentadas numa hierarquia de complexidade e dependência (categorias), do mais simples ao mais complexo. Para passar para uma nova categoria, é necessário ter obtido um desempenho adequado na anterior, pois cada uma utiliza capacidades adquiridas nos níveis anteriores. As categorias desse domínio são: o conhecimento, a compreensão, a aplicação, a análise, a síntese e a avaliação.

A aprendizagem afetiva está associada aos sentimentos e comportamentos. Envolve as categorias relacionadas à progressão da área emocional e afetiva, incluindo postura, atitude, responsabilidade, respeito, emoção e valores. A ascensão para uma nova categoria requer um

desempenho adequado na anterior, pois cada uma utiliza capacidades adquiridas nos níveis anteriores para serem aprimoradas. As categorias desse domínio são a receptividade, a resposta, a valorização, a organização e a caracterização.

A aprendizagem psicomotora envolve as habilidades físicas específicas. A ascensão a uma nova categoria prescinde do desempenho na categoria anterior, visto que cada uma utiliza as capacidades adquiridas nos níveis antecessores. As categorias desse domínio são a imitação, a manipulação, a articulação e a naturalização.

A aprendizagem significativa parte da ideia de que o novo conhecimento deve ser construído a partir de um subsunçor que servirá como ponto de partida e ancoragem para o novo conhecimento a ser discutido em sala. Dessa forma, o intelecto estabelece uma hierarquia conceitual, no qual os conhecimentos específicos são conectados e assimilados a definições mais gerais. As abordagens pedagógicas desenvolvidas para a presente pesquisa estão fundamentadas na perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa e serão sistematizadas por meio da sequência didática dos Três Momentos Pedagógicos.

2.2. Sequência didática dos Três Momentos Pedagógicos

A sequência didática dos Três Momentos Pedagógicos consiste em uma abordagem metodológica estruturada em três etapas complementares e inter-relacionadas, sendo a primeira etapa a problematização inicial, seguida da organização do conhecimento e, por fim, da etapa de aplicação do conhecimento. Na primeira etapa, os alunos são desafiados a expor o que pensam sobre as situações, a fim de que o professor possa ir conhecendo o que eles pensam sobre o elemento problematizador estabelecido (DELIZOICOV *et al.*, 2002). A respeito da primeira etapa, Muenchen (2010) sinaliza que é necessário que esteja claro para o professor a diferença entre perguntar e problematizar. Problematizar significa permitir aos alunos exercitar o espírito científico a partir de um campo de possibilidades de se pensar a mesma questão (Quadro 1).

Na segunda etapa foi apresentado pelo professor os conceitos da Física associados ao fenômeno citado. E por fim, veio a terceira etapa, que é destinada a abordar sistematicamente o conhecimento aprendido pelo aluno para analisar e interpretar o desenvolvimento do mesmo ao longo do processo (Quadro 1) (DELIZOICOV *et al.*, 2002).

A proposta foi aplicada em uma turma de 3º ano do ensino médio, do IFF Campus Cambuci-RJ, no curso Técnico em Agropecuária, com 16 alunos, que foram divididos em grupos com quatro alunos. Em seguida, foi feita a análise de conteúdo conforme Bardin (1977)

Quadro 1: Descrição de cada momento pedagógico, seus procedimentos e objetivos

Momento	Atividade	Objetivos
1 - Na problematização inicial, foram expostas questões ou situações para serem discutidas com os alunos, levando ao diálogo sobre um problema a ser resolvido, na perspectiva de mudança.	Apresentação dos temas e a problematização inicial que norteou as discussões precedentes nas próximas etapas para os grupos. Apresentação e reconhecimento do tema, estando ou não diretamente relacionadas à problematização inicial.	Incentivar a construção coletiva, relacionando com as experiências vividas pelos educandos através de problemas reais e abertos.
2- Na organização do conhecimento, o aluno contou com a ajuda do professor para explicar, levantar outros questionamentos e orientar a pesquisa.	Compreensão dos conceitos científicos envolvidos que são comuns a outros temas.	Dialogar sobre o tema da aula, troca de saberes. O que ocorre e como ocorre. Oferecer subsídios conceituais para entender o fenômeno.
3- Na aplicação do conhecimento, os conceitos debatidos e as novas opiniões são utilizados para apresentar uma resposta às questões ou situações apresentadas na primeira etapa.	Discussão no grande grupo, entre os colegas e o professor trazendo questionamentos e informações adicionais a respeito do que foi apresentado.	Abordar o conhecimento incorporado para analisar e interpretar as situações iniciais ligadas ao motivo inicial, mas que são explicadas pelo mesmo conhecimento.

Os grupos receberam uma problematização inicial sobre o fenômeno das descargas elétricas atmosféricas. Após a problematização inicial, procedeu-se com a abordagem sobre o fenômeno físico em questão com recursos audiovisuais. Em seguida, os alunos assistiram ao vídeo informativo sobre os conceitos gerais associados às descargas elétricas e os cuidados a serem tomados para a segurança populacional. Na sequência, após o vídeo, os temas e as respectivas problematizações foram propostos para os alunos:

1. Observe sua lista e localize este fenômeno, caso não esteja, inclua. Em que numeração estão listados?
2. Quando presencia esse fenômeno, qual a sua percepção? Primeiro ver e depois ouvir ou primeiro ouvir e depois ver?
3. Você poderia explicar o que ocorre?
4. Qual o caminho que esse fenômeno percorre?
5. Quais são as grandezas físicas que nos permitem entender a formação e a propagação desse fenômeno natural?

Organização do conhecimento

Nessa atividade, durante a organização do conhecimento, os grupos tiveram como objetivos:

- Dialogar sobre o tema da aula, troca de saberes.
- Experimentar ou demonstrar através de vídeo.

- Ampliar a discussão e induzir o aluno a perceber a necessidade de adquirir novos conhecimentos.
- Mostrar que a temática abordada na aula faz parte do mundo dele, mesmo que sinta a necessidade de aprender conceitos.
- Apresentar as possibilidades da utilização da aprendizagem baseada em jogos, por meio da plataforma Kahoot¹, nas práticas pedagógicas; apontar potencialidades do *quiz* nas atividades pedagógicas; valorizar a escolha do recurso digital na sociedade contemporânea; registrar as contribuições da utilização do programa Kahoot para o processo de formação.

Aplicação do conhecimento

A aplicação do conhecimento ocorreu por meio de três atividades, a saber: discussão em sala sobre os principais erros cometidos pelos grupos durante o momento do *quiz*; socialização dos mapas conforme as regiões brasileiras apresentadas; resolução do questionário final. Na discussão, o professor apropriou-se do *feedback* dos alunos quanto aos desafios (perguntas) que geraram maior dúvida, e, em seguida, discutiram-se as questões por meio de resoluções comentadas. Na oportunidade, foram também incorporadas informações adicionais sobre os conhecimentos estudados, de modo a ampliar o domínio do aluno sobre o assunto.

No sentido de desenvolver competências associadas à comunicação, bem como na busca por abordar aspectos sociais atrelados ao tema, oportunizamos um momento para a apresentação dos grupos sobre aspectos geográficos associados à incidência de descargas elétricas, zonas de maior incidência, letalidade, variantes associadas a aspectos da vegetação, chuvas, urbanização etc. Cada grupo ficou com uma região do Brasil e a tarefa de apresentar em sala a situação da referida região quanto à ocorrência, fatores condicionantes, como os noticiários abordam a questão, atuação de órgãos como a Defesa Civil orientando a população quanto aos riscos e cuidados a serem tomados em situação de risco iminente. A oportunidade oferecida ao aluno, de confrontar o conhecimento adquirido com aspectos sociais, vai ao encontro das concepções modernas de ensino, transcendendo o viés tradicional da disciplina, por vezes, limitada ao formalismo matemático.

Em seguida, ocorreu o fechamento da sequência didática com a aplicação do questionário final. O questionário final buscou avaliar conhecimentos adquiridos durante as aulas. As problematizações apresentadas nas questões foram inseridas com o intuito de avaliar as competências adquiridas pelo aluno, ou seja, a capacidade de compreender aspectos da realidade, o domínio dos conceitos físicos discutidos. Nesse questionário, foi possível também avaliar o aluno individualmente.

¹ Kahoot é um programa de aprendizagem gratuita baseado em *games*, disponibilizado para educandos e educadores (GUIMARÃES, 2015). Tal ferramenta poderá ser utilizada para a revisão de conteúdo, através da formulação de testes de conhecimento, de debates, estimulando a interação e o trabalho em equipe através de uma experiência onde é possível estimular o raciocínio de forma lúdica, possibilitando que os alunos verifiquem situações de aprendizagem (SANTOS *et al.*, 2019).

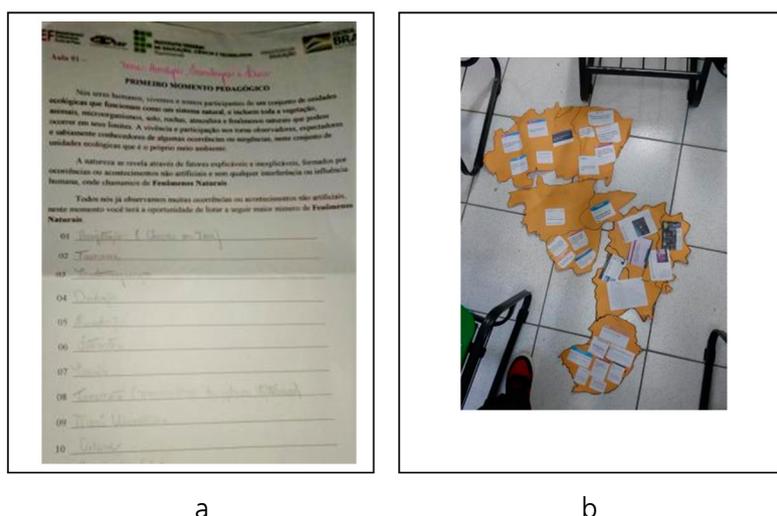


Figura 1: a) Questionário de preconceção. b) Atividade de pesquisa sobre a incidência de raios no Brasil.

2.3. A eletricidade e as descargas elétricas atmosféricas

As aulas referentes à sequência didática da pesquisa contemplaram os conteúdos da eletrostática, a saber: i) processos de eletrização; ii) carga elétrica; iii) campo elétrico; iv) potencial elétrico; v) condutores e isolantes, e, por fim, vi) introdução à corrente elétrica. Os conteúdos foram desenvolvidos em duas semanas, tendo os alunos, em cada semana, três aulas de 50min.

As descargas elétricas atmosféricas, popularmente conhecidas como raios, são descargas elétricas de grande extensão e intensidade, que ocorrem na atmosfera, entre regiões eletricamente carregadas com cargas opostas durante uma tempestade. O limiar da ocorrência desse fenômeno se dá quando temos uma diferença de potencial muito grande em um meio com umidade suficiente para permitir a condução da corrente elétrica. Os raios ocorrem tanto no interior de uma nuvem (intranuvem), como entre nuvens (internuvens), ou ainda, entre uma nuvem e a terra (nuvem-solo); esta última forma de ocorrência tem sido responsável por inúmeras perdas humanas e econômicas (VISACRO, 2004, 2005).

A formação das nuvens carregadas eletricamente acontece com o deslocamento de massas de ar devido à diferença de temperatura. As massas de ar eletrizam os pequenos cristais de gelo dentro da nuvem com carga positiva. Com essa eletrização, ocorre a indução de uma carga positiva na superfície da Terra, estabelecendo um campo elétrico, bastando essa diferença de carga ser tão grande ou o campo elétrico ser tão intenso ao ponto de superar a capacidade dielétrica do ar atmosférico (VISACRO, 2004, 2005).

Quando acontece um raio, boa parte da energia que ele libera, e devido à ionização do ar, é convertida em luz. Assim, parte visível dessa luz – que normalmente toma trajetórias sinuosas e junto a essas ramificações – chamaremos de relâmpago. Além do efeito luminoso, a ocorrência da

descarga produz um efeito térmico muito brusco. Tal aquecimento brusco, promove a expansão dos gases, o que gera ondas sonoras comumente conhecidas como trovões (VISACRO, 2004, 2005).

2.4. Análise de conteúdo

A análise de conteúdo, segundo Bardin (1977), é estruturada com base em critérios, a saber: preanálise; exploração do material e tratamento dos resultados. A preanálise consiste inicialmente na organização do material disponível, seguida da análise crítica. Por fim, a partir dos padrões das respostas do questionário, formulam-se hipóteses que, por sua vez, culminam na formulação de indicadores. A construção dos indicadores tem por base critérios como: a representatividade das respostas, ou seja, a característica marcante e distinta do indicador no qual se enquadra cada resposta; a homogeneidade, ou seja, o ponto comum de cada resposta em relação ao tema central daquele indicador, e a pertinência a que se refere.

É preciso enfatizar que uma análise de conteúdo se ocupa de uma descrição objetiva, sistemática e quantitativa do conteúdo extraído das comunicações e sua respectiva interpretação. De acordo com Bardin (1977), a descrição analítica apresenta prováveis aplicações da análise de conteúdo através de um método que observa as categorias que permitem uma classificação dos componentes do significado da mensagem. Também se observam reflexões por meio da análise do conteúdo e da linguística, por conterem um objeto comum, a linguagem, levando em consideração algumas de suas características a partir de uma análise de conteúdo segura e objetiva, quais sejam: análise de entrevista, análise lexical e sintática de uma amostra e análise temática de um texto.

A eficácia da sequência didática apresentada no tópico 2.2 será avaliada por meio da análise de conteúdo do discurso dos alunos. A análise de conteúdo utilizada na presente pesquisa está fundamentada na perspectiva de Bardin (1977). O uso dessa perspectiva se faz oportuno devido à sua objetividade e criticidade no tratamento de dados de pesquisa qualitativa. Sobretudo em um estudo de caso em que a avaliação do aprendizado será feita com base nas afirmações presentes nas respostas dos questionários ao longo dos Três Momentos Pedagógicos.

3. Resultados e discussão

3.1 Análise do 1º momento pedagógico

3.1.1 Preanálise

A análise de conteúdo, segundo Bardin (1977), parte inicialmente da preanálise que consiste na leitura das respostas dos alunos. Leitura esta na qual pode ser analisada a pertinência das respostas, bem como a representatividade e homogeneidade do discurso por parte dos alunos. Nesta etapa também se faz o levantamento de hipóteses e objetivos, culminando com a elaboração de indicadores que, por sua vez, servirão de base para a fase subsequente (BARDIN, 1977,

p. 118). Por se tratar de um questionário do tipo aberto, os alunos tiveram a oportunidade de enumerar, sem restrições, fenômenos da natureza dos quais tinham conhecimento. Isso possibilitou a percepção da amplitude dos conhecimentos prévios dos alunos e o favorecimento de um contexto interdisciplinar no processo de aprendizagem.

No presente questionário foi possível aferir concepções preexistentes, como no histograma (Figura 1). Na descrição dos alunos, percebeu-se que houve um equilíbrio no quantitativo de citações de fenômenos físicos, químicos e biológicos (Tabela 1).

3.1.2 Exploração do material

Executada a preanálise, procedeu-se com a etapa da exploração do material. Nesta etapa, foram estruturadas as categorias de modo a organizar os fenômenos quanto à natureza e singularidade. Para a execução da segunda etapa, foram recolhidos os questionários e, em seguida, foi feita uma classificação *a posteriori* das respostas. Nessa classificação, foram observadas que as respostas mais pertinentes, frequentes e distintas entre si surgiram de modo a compor categorias que serviram de parâmetro para identificar o nível de percepção dos alunos quanto ao assunto abordado, auxiliando assim na análise de conteúdo (BARDIN, 1977, p. 118). As respostas dos alunos geraram um quadro que pode ser observado na Tabela 1, bem como na Figura 1.

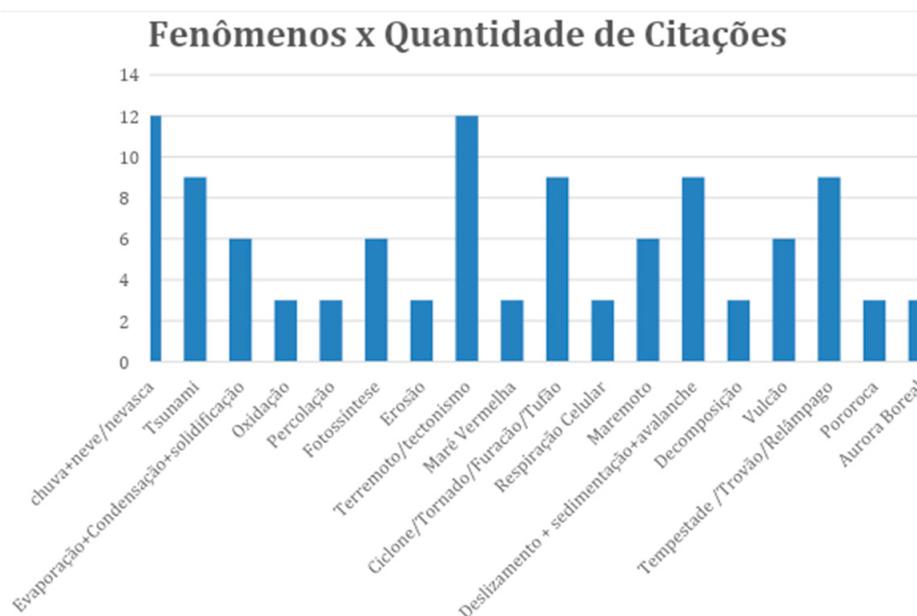


Figura 2: Histograma dos fenômenos descritos no questionário de concepção.

3.1.3 Tratamento dos resultados e inferência

De posse dos questionários de concepção, foram feitos agrupamentos de modo a categorizar os fenômenos descritos pelos estudantes, bem como a avaliação das respostas de forma padronizada (BARDIN, 1977, p. 117). Cada estudante pôde descrever, em grupo, 10 fenômenos

naturais, dos quais os mais citados foram as chuvas, os terremotos, *tsunamis*, ventos, movimentos de massa e, por fim, a categoria das tempestades: relâmpagos e trovões (Figura 1a). Nessa primeira etapa de sondagem, não houve menção às descargas elétricas (raios) pelos alunos.

Tabela 1: Categorização dos fenômenos descritos pelos alunos no questionário de concepção

Categorias	Fenômenos	Frequência	Observação
Atmosfera	Ciclone; tornado; Furacão; tufão	9	Fenômenos meteorológicos
	Tempestade (relâmpago, trovão)	9	"
	Aurora boreal	3	"
	Evaporação, condensação, solidificação	6	"
	Precipitação (chuva, neve)	12	"
Litosfera	Vulcanismo	6	Fenômenos geológicos
	Deslizamento, sedimentação, avalanche	9	"
	Terremoto	12	"
	Erosão	3	"
	Percolação	3	"
Biosfera	Fotossíntese	6	Fenômenos biológicos
	Respiração celular	3	"
	Maré vermelha	3	"
	Decomposição	3	"
	Oxidação	3	"
Hidrosfera	Pororoca	3	Fenômenos oceanográficos
	<i>Tsunami</i> (Maremoto)	15	"

3.1.4 Interpretação

As respostas foram diversificadas quanto à natureza do fenômeno, seja físico, químico ou biológico. Essa diversificação pôde ser observada na quantidade de categorias estabelecidas para a análise. Não raro, podemos observar a citação de fenômenos de caráter atmosférico no questionário, a exemplo das tempestades, relâmpagos e trovões (Tabela 1). Esses fenômenos atmosféricos foram utilizados como elemento de discussão nas aulas subsequentes.

A diversificação de categorias na descrição de fenômenos, bem como a descrição de termos técnicos se justifica, em parte, pelo fato de os alunos estarem cursando o ensino regular concomitantemente ao ensino técnico na área de agropecuária, dentre outros cursos. Cursos estes que, além de profissionalizar o estudante, ampliam o conhecimento de mundo dele. Cabe salientar que esse contexto educacional no qual se cursa o ensino regular concomitante ao ensino técnico, possivelmente, favorece significativamente a aprendizagem.

A partir dos questionários respondidos pelos alunos, percebeu-se também uma frequência considerável na descrição dos fenômenos do terremoto e *tsunami*. Fenômenos distantes da realidade dos alunos, porém a capacidade de destruição e o impacto visual marcam seu imaginário. Aliado a esse fato, temos de citar o aspecto cultural, pois trata-se de fenômenos abordados com muita frequência em filmes e redes sociais que, por sua vez, consistem em veículos de apreensão do conhecimento, recursos muito difundidos entre os jovens.

3.2 Análise do 2º momento pedagógico

Nesta etapa, foi desenvolvida a associação dos fenômenos com os conceitos físicos envolvidos por meio da intervenção direta do professor. Na referida intervenção, foi estabelecido o novo conhecimento, o que permitiu ao aluno ampliar seus horizontes acerca da temática, ao mesmo tempo em que serviu também para redimensionar equívocos pontuais que os alunos traziam consigo acerca do fenômeno. Vale salientar que foi possível constatar essa correção por meio do diálogo e interação do professor com os alunos.

A segunda etapa culminou com a dinâmica de grupo por meio do *quiz*, no qual foi realizada uma competição com os alunos por meio de perguntas e respostas acerca dos conceitos estudados em aula. O *quiz* foi construído por meio da plataforma Kahoot, onde foram cadastradas questões com suas alternativas e, também, com um tempo específico para resposta. A interação e motivação entre os alunos, vinculada ao clima de competição, fez com que os alunos demonstrassem mais envolvimento com a proposta da aula (Figura 3).



Figura 3: Interface da plataforma Kahoot com destaque para a interação dos alunos por meio de jogos.

3.3 Análise do 3º momento pedagógico

As informações produzidas no 3º momento pedagógico, em comparação com os momentos anteriores, permite-nos deduzir a ocorrência de um processo evolutivo no entendimento do aluno sobre o conteúdo de Física que foi estudado. A preanálise foi baseada nas palavras proferidas pelos alunos durante as discussões em sala sobre as problematizações ocorridas nos momentos anteriores; no quantitativo de erros cometidos pelos grupos durante o momento do

quiz; através da apresentação da pesquisa sobre aspectos sociais envolvidos no fenômeno das descargas elétricas e através das resoluções do questionário final.

Percebemos uma melhora na capacidade dos alunos em associar conceitos de Física na descrição do fenômeno das descargas elétricas. Palavras como carga elétrica e corrente elétrica foram bastante proferidas pelos alunos. Os alunos fizeram associação direta entre os conceitos de condutores e isolantes e o vídeo, assistido no 1º momento pedagógico, que comentava sobre explicações gerais e os cuidados necessários diante das descargas elétricas. A estatística envolvida no *quiz* serviu também de documento para análise, ou seja, o quantitativo de acertos e as questões com mais erros foi objeto de discussão no 3º momento pedagógico. Infere-se que a retomada do conteúdo a partir da explicação das questões com maior incidência de erros, os alunos demonstraram um nível de entendimento razoável de todo o assunto abordado, visto que todos os grupos responderam corretamente às questões de nível fácil e médio.

A partir da atividade de pesquisa e apresentação dos grupos sobre a ocorrência de descargas elétricas atmosféricas, entende-se que os alunos conseguiram se expressar de forma clara e competente acerca do assunto, utilizando a discurso científico em contraposição às expressões do senso comum (discurso marcante entre os alunos na primeira aula). Cabe destacar também que nessa atividade, todos os grupos, após a apresentação, foram desafiados a revelar os motivos de haver diferenças significativas no quantitativo de incidência de descargas elétricas entre as regiões brasileiras. Houve um consenso entre os alunos sobre a influência da umidade na ocorrência do fenômeno; em contrapartida, a temperatura não foi citada por nenhum grupo como um fator propiciador do fenômeno. Consequentemente, a condição de clima tropical e aspectos do relevo foram destacados como fatores preponderantes para a considerável incidência de raios no Brasil.

Por fim, ocorreu a aplicação do questionário final. Infere-se a partir das resoluções do questionário que os alunos apresentaram competências não observadas no início das aulas, sendo capazes de interpretar questões contextualizadas, associando teoria e prática. A referida avaliação final foi aplicada de forma individual, o que permitiu a verificação de cada aluno ao final do processo, suas fragilidades e seu grau de domínio sobre os conceitos físicos, informação importante para avaliação da eficácia da ferramenta pedagógica aplicada.

A análise de conteúdo detectou um *feedback* positivo dos alunos sobre o uso de ferramentas didáticas auxiliares às práticas tradicionais. No questionário final, o destaque foi a aprovação unânime dos alunos em relação à continuidade das atividades de sala de aula sendo realizadas por meio de jogos.

4. Conclusão

A aplicação da sequência didática dos Três Momentos Pedagógicos, sob a perspectiva da Teoria da Aprendizagem em turmas do 3º ano do ensino médio, produziu resultados satisfatórios na aprendizagem dos alunos, possibilitando o uso dos conhecimentos prévios e proporcionando a interatividade dos alunos sobre os conhecimentos desenvolvidos em sala. Percebeu-se engajamento e participação ativa dos alunos, seja na aplicação dos jogos educativos ou mesmo nos debates estabelecidos sobre os conhecimentos abordados.

A abordagem estabelecida sobre os conteúdos, contextualizada na observação direta da natureza, e considerando a vivência cotidiana, tem sido, também, um direcionamento adotado para a formulação das questões do Exame Nacional do Ensino Médio, o ENEM. Sendo assim, o uso dessa estratégia metodológica pode contribuir de forma decisiva na preparação dos alunos para o referido exame. Cabe considerar a necessidade de aplicação sequência didática de forma ampla em outras turmas de 3º ano, ou mesmo em outras séries do ensino médio, de modo que possamos verificar a aplicabilidade da ferramenta em outras séries.

Entende-se que, para o plano de trabalho docente em Física, existem diversas possibilidades de fazer pedagógico, sendo necessário um cuidadoso estudo para que seja utilizada uma ferramenta adequada à proposta de aula. Dessa forma, visando ampliar a prática pedagógica estabelecida na pesquisa, sugere-se realizar experimentos complementares de modo a aprimorar o aprendizado, oferecendo outras formas de associação entre os elementos de problematização utilizados durante as aulas com os seus respectivos conceitos físicos.

A presente sequência didática oferece praticidade na aplicação, uma possibilidade de aprendizado reflexivo, lúdico e profundo, rompendo com práticas tradicionais de ensino que apenas estimulam a memorização de conceitos e a resolução de exercícios. Trata-se de um estudo que colabora para ampliar as discussões em torno das práticas de sala de aula referentes ao ensino de Física, uma disciplina que muito colabora na formação do sujeito crítico, que compreende os fenômenos da natureza de uma forma holística.

Agradecimentos

Agradecemos ao Instituto Federal Fluminense por disponibilizar a infraestrutura necessária ao desenvolvimento da pesquisa.

Referências

- AMIN AUR, B. Base Nacional Comum Curricular. **Boletim Técnico do Senac**, v. 44, n. 1, 2018.
- ARAÚJO, E. S. et al. O uso de simuladores virtuais educacionais e as possibilidades do PhET para a aprendizagem de Física no ensino fundamental. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 12, n. 3, p. 1–25, 2021.
- AUSUBEL, D. P. The Facilitation of Meaningful Verbal Learning in the Classroom 1. **Educational Psychologist**, v. 12, n. 2, p. 162–178, jan. 1977.
- CARDOSO, R.; ANTONELLO, S. **Interdisciplinaridade, programação visual e robótica educacional: relato de experiência sobre o ensino inicial de programação**. In: **Workshop de Ensino em Pensamento Computacional, Algoritmos e Programação. IV Congresso Brasileiro de Informática na Educação e X Conferência Latino-Americana de Objetos e Tecnologias de Aprendizagem**, Maceió, 2015.
- CARLOS DOS SANTOS, J.; GOMES DICKMAN, A. Experimentos reais e virtuais: proposta para o ensino de eletricidade no nível médio., **Revista Brasileira de Ensino de Física [online]**. 2019, v. 41, n. 1 Doi: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2018-0161>.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.
- FERREIRA, A. C. R. **O Uso Do Simulador Phet No Ensino De Indução Eletromagnética**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física), Universidade Federal Fluminense. Programa de Pós-graduação em Ensino de Física, Volta Redonda, 101p., 2016.
- GASPAR, A.; MONTEIRO, I. C. C. Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. **Investigação em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 2, p. 227–254, 2005.
- GUIMARÃES, D. Kahoot: *quizzes*, debates e sondagens. In: **Apps para dispositivos móveis: manual para professores, formadores e bibliotecários**. Brasília: Ministério da Educação, 2015.
- LIMA, J. R.; FERREIRA, H. Contribuições da engenharia didática como elemento norteador no ensino de Física: estudando o fenômeno de Encontro de Corpos com atividades da robótica educacional. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 42, 2020.
- MACÊDO, J. A.; DICKMAN, A. G.; ANDRADE, I. S. F. Simulações computacionais como ferramentas para o ensino de conceitos básicos de eletricidade. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. 1, p. 562–613, 2012.

- MELO, I. G. MELO, I. G. **As dificuldades em Lecionar Física no Ensino Médio na visão dos docentes**. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física), Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 48 p., 2016.
- MOREIRA, M. A. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 94, p. 73–80, 2018.
- MOZENA, E. R.; OSTERMANN, F. Editorial: Sobre a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e o ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 2, p. 327, 8 set. 2016.
- PASTORIO, D. P. *et al.* Development and Implementation of a Teaching Unit based on Just-in-Time Teaching: a Study on Students' Perceptions. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 42, n. 189, p. 1–13, 2020.
- PRENSKY, M. Digital Natives, Digital Immigrants Part 1. **On the Horizon**, v. 9, n. 5, p. 1–6, set. 2001.
- RIBEIRO, D. T.; ALMEIDA, A. M.; CARVALHO, P. S. Indução eletromagnética em laboratório. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 4, p. 1–15, dez. 2012.
- RIBEIRO, M. S.; FREITAS, D. DA S.; MIRANDA, D. E. O ensino de laboratório de Física na UEFs: considerações teórico-metodológicas. **Sitientibus**, v. 16, p. 123–130, 1997.
- SANTOS, L. A. *et al.* A inserção da educação ambiental por meio de estratégias lúdico-educativas. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 15, n. 1, p. 240–252, 2017.
- SANTOS, R. O. *et al.* Kahoot como ferramenta de avaliação no ensino de ciências na escola municipal de ensino fundamental. Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências – CONAPESC. **Anais...**, Campina Grande: CONAPESC, 2019
- VISACRO, S. F. Statistical Analysis of Lightning Current Parameters: Measurements at Morro do Cachimbo Station. **Journal of Geophysical Research: Atmospheres, Wiley Online Library**, v. 109, p. 19, 2004.
- VISACRO, S. F. **Descargas elétricas: uma abordagem de engenharia**. São Paulo: Artliber, 2005.
- WING, J. M. Computational Thinking. **Communications of the ACM**, v. 49, n. 3, p. 33-35, mar. 2006.

Sobre os autores

Cleber de Jesus Santos:

Pesquisador na área de Geotecnia Ambiental. Professor da Rede Pública Estadual de Ensino (RJ). Doutorando em Geociências na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Bacharel em Geofísica pela Universidade Federal da Bahia (UFBA).

e-mail: c264746@dac.unicamp.br

Fábio Togneri Telles:

Professor da Rede Pública Municipal de Cachoeiro de Itapemirim. Mestre em Ensino de Física pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFF). Licenciado em Física pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).

e-mail: fabiotogneritelles@gmail.com

Neila Ferreira da Silva de Jesus.

Pesquisadora na área de formação de professores. Supervisora da Rede Pública Municipal de Rio das Ostras. Mestre em Educação - Fundação Universitária Iberoamericana. Mestre em Ensino e Suas Tecnologias pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFF).

e-mail: nneylla6@gmail.com

Cassiana Barreto Hygino Machado:

Professora do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFF). Doutora em Ciências Naturais pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF).

e-mail: cassiana.h.machado@iff.edu.br

Cristine Nunes Ferreira:

Professora do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFF). Pós-Doutorado na International Center for Theoretical Physics, ICTP, Itália. Doutora em Física - Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas.

email: crisnfer@msn.com

Recebido em: julho de 2021

Publicado em: outubro de 2022
