

A PRODUÇÃO DE ENERGIA E OS IMPACTOS AMBIENTAIS: UMA PROPOSTA DE ENSINO MULTIDISCIPLINAR

Energy production and environmental impacts: a multidisciplinary teaching proposal

Pedro Henrique Bonini da Silva
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Luiz Augusto Coimbra de Rezende Filho
Universidade Federal do Rio de Janeiro

RESUMO

Esta pesquisa investiga potencialidades do trabalho coletivo docente no planejamento de atividades didáticas e suas contribuições para a formação docente. Seu objetivo foi identificar de que maneira uma Atividade Investigativa de Ensino (AIE) incidiu sobre a formação dos professores participantes e sobre sua prática de ensino de temas científicos multidisciplinares, particularmente a temática “A produção de energia e os impactos ambientais”. Para isso, foi realizada uma AIE com seis professores de disciplinas científicas de um pré-vestibular social. Metodologicamente, a realização da AIE buscou estimular a participação ativa e o debate entre os professores, tanto para identificar suas dificuldades e experiências, quanto para a construção da atividade, seguindo as seguintes etapas: identificação do tema, objetivos, público, recursos a serem utilizados, estrutura e avaliação. A avaliação foi realizada por meio de um questionário online que abordava a percepção dos professores sobre a realização da AIE e suas contribuições para a formação. Esta avaliação apontou um resultado bastante positivo, já que os professores demonstraram satisfação em relação aos temas e à dinâmica realizada, mostrando-se otimistas quanto às contribuições para suas formações. Desse modo, considera-se que a realização desta AIE trouxe benefícios importantes no processo de formação docente. Por sua vez, estes benefícios, no horizonte futuro, podem também abrir caminho para o desenvolvimento de melhorias nos processos de formação de jovens professores.

Palavras-Chave: Formação Docente; Atividade Investigativa de Ensino; Audiovisual.

ABSTRACT

This research investigates the potential of collaborative teacher work in planning didactic activities and its contributions to teacher training. Its objective was to identify how an Inquiry Teaching Activity (ITA) impacted the training of participating teachers and their teaching practice of multidisciplinary scientific topics, particularly the theme "Energy Production and Environmental Impacts." To this end, an ITA was conducted with six teachers of scientific school subjects from a social preparatory course for university entrance exams. Methodologically, the ITA aimed to stimulate active participation and debate among the teachers, both to identify their difficulties and experiences, and to construct the activity according to the following steps: identification of the topic, objectives, target audience, resources to be used, structure, and evaluation. The evaluation was carried out through an online questionnaire that addressed the teachers' perception of the ITA and its contributions to their training. This evaluation showed a very positive result, as the teachers demonstrated satisfaction with the topics and the dynamics employed, showing optimism regarding the contributions to their training. Thus, it is considered that the implementation of this ITA brought important benefits to the teacher training process. In turn, these benefits, in the future, may also pave the way for the development of improvements in the training processes for young teachers.

Keywords: Teacher Training; Investigative Teaching Activity; Audiovisual.

INTRODUÇÃO

A presente pesquisa tem como objetivo investigar potencialidades do trabalho coletivo no planejamento de atividades didáticas no âmbito de temas multidisciplinares e de suas contribuições para a formação docente. Assim, a pergunta norteadora deste estudo é: quais são os benefícios pedagógicos de uma Atividade Investigativa de Ensino (AIE), realizada junto a professores de diferentes disciplinas – Geografia, Química, Física e Biologia – para a formação e a prática de ensino de temas científicos, particularmente da temática “A produção de energia e os impactos ambientais”? Para responder a essa pergunta, serão apontados desdobramentos de uma AIE realizada com professores do Pré-Vestibular Social Ação (PVSA), iniciativa voltada à preparação de jovens de classes populares para a realização de provas de acesso à Universidade Pública¹.

As AIEs – situadas aqui tanto como objeto de análise quanto como parte da metodologia deste trabalho – estão inseridas no campo das atividades investigativas. Esse tipo de metodologia de ensino busca superar um dos principais desafios do ensino de ciências na atualidade, o distanciamento entre a produção do conhecimento científico e a ciência ensinada nas escolas. Cachapuz *et al.* (2005) destacam a grande distância entre estas duas formas de produção de conhecimento e ressaltam a importância de aproximá-las.

Há, como aponta Cunha (2020), uma “profusão de definições” para Atividades Investigativas. A autora aponta que a polissemia do termo “estabelece uma abertura muito grande para as discussões acerca do que vem a ser uma investigação” (Cunha, 2020, p.37). Para os propósitos da presente pesquisa, a concepção de Maria Nizete Azevedo a respeito de atividade investigativa é satisfatória. Em sua dissertação de mestrado Azevedo (2008) afirmou:

A atividade investigativa (...) não é nada mais do que a busca pela solução de um problema dito de “ensino” ou de “aprendizagem”, com a intenção de levar os sujeitos envolvidos à aprendizagem por meio da construção de conhecimentos. O problema, a necessidade e o motivo são os elementos essenciais que identificam a atividade investigativa e que garante a instauração do processo investigativo (Azevedo, 2008, p.31).

As AIEs são uma das formas de realização de atividade investigativa, consistindo em um conjunto de ações e operações desenhados com o intuito de solucionar um ou mais problemas de ensino identificados por um coletivo de professores. Como reforçam Azevedo *et al.* (2018), “a resolução de problemas, gerados pelo desejo de ensinar aos alunos, é a essência que orienta a organização do ensino e da aprendizagem dos sujeitos em atividade investigativa de ensino” (p.324).

¹ O PVSA foi criado em 2016, visando promover o acesso de estudantes oriundos da educação pública à preparação para o ENEM e outros vestibulares. Sendo localizado na Faculdade de Letras da UFRJ, na Ilha do Fundão - RJ, o PVSA atende estudantes de bairros e comunidades carentes de suas imediações, não possuindo fins lucrativos.

Ao abordar a temática das AIEs, Azevedo *et al.* (2018) realizam uma pertinente descrição desse tipo de atividade:

Professores em coletivo, imbuídos pelo motivo de criar situações de aprendizagem, a partir do seu contexto de trabalho e do Projeto Político Pedagógico, discutem sobre suas dificuldades e necessidades e as transformam em problemas de ensino. Com clareza desse problema, do objetivo e do motivo que os mobilizam, planejam ações em busca de soluções e do alcance do objetivo. De modo geral, consiste em um movimento composto pela articulação entre as ações de planejamento, desenvolvimento em sala de aula e reflexões sobre os resultados observados. Essas ações circunscrevem-se em um ciclo aberto, pois o ato de refletir pode gerar novos problemas e o reinício de novos ciclos. A busca de soluções para o problema de ensino gera um conjunto de ações planejado pelos professores para ser realizado pelo estudante. Em outras palavras, os professores elaboram seus planos de ensino, que podem se caracterizar, em determinadas condições, por atividades de caráter investigativo, que se constitui como uma das ênfases possíveis para o ensino de ciências (Azevedo *et al.*, 2018, p.324).

A motivação que leva os professores à realização da AIE se relaciona com “sua necessidade de ensinar de modo a proporcionar a aprendizagem de seus alunos” (Azevedo *et al.*, 2018, p. 324). Nesse caso, os professores devem identificar os problemas de ensino ou as dificuldades enfrentadas na abordagem de temas dos currículos e buscar estratégias para superá-las.

Diante da necessidade de refletir sobre a formação de professores e sobre os variados saberes que constituem a profissão docente, passando pela reflexão, pela autocrítica, pelo diálogo e pela construção de atitudes interdisciplinares, observamos que a existência de conteúdos curriculares que transitam por diferentes disciplinas detém de potencial colaborativo no que se refere à formação docente e à construção de estratégias de abordagens pertinentes à educação escolar. Atribuímos, neste ponto, destaque à concepção de formação a partir de iniciativas coletivas (entre docentes) e estruturada em torno de problemas e de projetos de ação e não em torno de conteúdos acadêmicos.

REALIZAÇÃO DA ATIVIDADE INVESTIGATIVA DE ENSINO

A realização da AIE ocorreu de maneira virtual e nela participaram duas professoras de Geografia (G1 e G2), um professor de Física (F1), um professor de Química (Q1), dois professores de Biologia (B1 e B2) e um mediador. O primeiro passo para a realização da AIE foi a identificação do tema que os professores teriam maior interesse em abordar. Dentre as possibilidades apresentadas destacaram-se o tema “Energia”, com foco na abordagem de fontes energéticas. O tema foi o único citado por todos os professores e, por esse motivo, foi definido como objeto da AIE.

Nesse processo de definição do tema, falas como “o que vem à minha cabeça primeiro é energia, né? Que consegue integrar tudo” (Q1) e “eu acho que eu pegaria energia também, né? Energia é super abstrato e amplo e daria pra encaixar com a Física super bem” (F1) reforçam o quanto esse tema possui relações com diferentes campos do conhecimento científico. Por essa razão, serviria muito bem ao propósito de integrar os docentes em torno de uma atividade interdisciplinar. O fato de ser uma temática bastante atual e presente em nosso cotidiano também foi lembrado: “é um tema que tá em pauta sempre” (Q1). Isso torna seu estudo ainda mais pertinente, visto que frequentemente os alunos são alcançados por informações – verdadeiras ou falsas – sobre temas atuais de interesse público.

Além dos destaques apresentados pelos professores, cabe reforçar que o ensino de energia detém potencial para a construção de conhecimentos que amparam a aprendizagem de outras temáticas, a ampliação da percepção dos alunos sobre a importância da geração de energia limpa e renovável e a formação de um olhar crítico sobre questões sociocientíficas. Piffero *et al.* (2020) ressaltam esse potencial:

Devido à relevância do tema energia, quando vista sob a ótica da realidade do aluno, que é capaz de identificar a energia elétrica como presente em seu cotidiano, aprender sobre como ela é gerada e as implicações econômicas e sociais que este tema envolve, torna-se grande potencial para ensinar vários conteúdos, além de formar um aluno cidadão, comprometido com as questões sociais e econômicas (Piffero *et al.*, 2020, p.15).

Após a determinação do tema Energia, foi organizada a proposta de atividade pedagógica, tendo como horizonte alguns passos: Quais são os nossos objetivos? Qual o nosso público? E que recursos podemos utilizar?

O público foi o tópico pelo qual a AIE foi iniciada. Como dito, todos os professores são - ou foram em algum momento - professores do PVSA. Como esses docentes atuaram em momentos e em turmas diferentes, optou-se pela elaboração de uma atividade que levasse em consideração características identificadas pelos docentes ao longo desses anos. Algumas perguntas-chave foram usadas para buscar a identificação desse perfil, tais como: Essas alunas e esses alunos demonstram/demonstravam interesse em temas científicos? De modo geral, eles são/foram alunos participativos? Eles têm/tinham uma boa base conceitual?

A partir dessas questões norteadoras foi possível identificar que os alunos do PVSA, em geral, não possuem muito interesse em temas científicos, mas que diferentes abordagens podem contribuir para o desenvolvimento desse interesse. Falas como “Eu acho que, dependendo de como for abordado, sim” (G1) para responder se eles possuem ou não interesse nessas temáticas, ou como “se tiver uma abordagem correlacionando com coisas que a gente consegue ver, fica mais interessante pra eles” (B1) reforçam essa ideia. Ambas as respostas apontam para a necessidade de se pensar em estratégias diferenciadas de ensino capazes de promover alguma mudança na forma como esses alunos

percebem o campo científico, possibilitando uma melhor compreensão de seus conteúdos.

Sobre a questão da participação dos alunos durante as aulas, é importante lembrar que, desde o início do funcionamento do PVSA, o projeto já teve muitas turmas e que, ao longo desse tempo, diferentes perfis de comportamento foram identificados, inclusive no que diz respeito à interação desses estudantes com o corpo docente. Os professores identificaram, por exemplo, que durante o período da pandemia de COVID-19 – momento no qual o projeto passou a funcionar de maneira remota – houve uma redução expressiva dessa participação nas atividades. Segundo os docentes nesse período o alunado era “muito pouco participativo, quase nada na verdade” (Q1).

Outro professor participante comentou que em suas aulas “poucos ligavam o microfone, mas sempre estavam digitando alguma coisa” (B1), o que indica que havia uma tentativa de participação, mas que essa ocorria de forma mais tímida. Importante notar que essa dificuldade em promover maior participação dos alunos nesse período de Ensino Remoto Emergencial (ERE) foi identificada por diferentes estudos produzidos nos últimos anos (Ribeiro Junior, 2020; Vitor *et al.*, 2020; Duarte, 2020; Teixeira Junior *et al.*, 2022).

No âmbito da base conceitual científica dos estudantes do PVSA, os professores identificaram lacunas de conhecimentos considerados básicos para estudantes que estão no final de sua formação escolar ou já formados, característica comum em turmas de pré-vestibulares sociais, como identificado na fala a seguir:

Falando da base [conceitual em ciências] dos alunos do PVS, assim, é mais “fraca” se você for comparar com um colégio particular, né? E nessa parte de Física que eu preciso que o aluno tenha uma base mínima matemática, mesmo que seja uma bagagem simples, é realmente bem complicado (F1).

Essa carência de conhecimentos básicos identificada pelos professores se apresentou como um dos grandes desafios a serem superados em sala de aula. Por esse motivo recorrentemente esses professores veem-se obrigados a construir estratégias para superá-lo no dia-a-dia, como apontado a seguir:

Tanto que eu gosto de ficar discutindo Física muito mais em português do que discutindo em linguagem matemática. Se não, eu “perco eles” de vez... Quanto maior essa distância da aula e do aluno, mais difícil fica de você recuperar (F1).

Esse perfil não é diferente do que é observado corriqueiramente em projetos de pré-vestibulares sociais, populares ou comunitários em todo o Brasil. Zago (2009), ao analisar esse perfil, atesta que “trata-se de um aluno que detém um histórico escolar pouco competitivo no exame de acesso ao Ensino Superior, cujas lacunas interferem igualmente nas disposições, nem sempre favoráveis ao enfrentamento do jogo escolar” (ZAGO, 2009, p.272). Diante disso, é importante reconhecer que este perfil resulta, em grande medida, do fato de estes alunos serem oriundos

de classes sociais mais vulneráveis, o que dificulta o acesso à educação superior, mas também sua permanência e conclusão.

Após a análise do perfil dos estudantes, os professores iniciaram a definição dos objetivos pedagógicos da proposta de atividade. Antes disso, no entanto, mostrou-se necessário compreender que contribuições cada uma das disciplinas teria para o debate sobre o tema geral predeterminado. Desse modo cada professor pôde falar um pouco sobre os temas referentes à Energia que se relacionam com os campos nos quais atuam, visando determinar uma proposta bem integrada e com caráter verdadeiramente interdisciplinar. A seguir apresenta-se, de modo sintético, um quadro com algumas das falas dos docentes² a esse respeito:

Quadro 1 - O tema Energia nos campos disciplinares segundo os docentes.

F1	A gente introduz energia quando a gente começa a falar da parte de mecânica, entra trabalho, conservação da energia, energia potencial gravitacional e tudo mais. Um pouco mais pra frente a gente começa a ver a parte de termologia, energia térmica, equivalência de energia térmica e energia mecânica e por aí vai. É nesse contexto que a energia é trabalhada na Física. (...) A gente pode fazer associação com a geração de energia elétrica. Geração de energia elétrica é uma transformação de energia, né? Então a gente pode pegar a potencial e pode citar a usina hidrelétrica, que transforma energia potencial gravitacional da água, no caso, em energia elétrica.
G1	Tem muitas questões de Geografia que a gente pode trabalhar, desde a questão do relevo, se a gente for falar da usina hidrelétrica. (...) A gente pode falar sobre a importância do relevo, da Geografia, da Geografia em si, do espaço. (...) E também a gente poderia ir pelo lado dos impactos ambientais da extração de energia.
G2	A questão da hidrelétrica é muito bacana. (...) A questão da energia elétrica é legal, pois alguém tinha falado pra gente trazer mais pro aluno. (...) E sobre o que que motiva o aluno a ter curiosidade sobre o que ele tá vendo. Então, nós podemos puxar mais um gancho pro aluno. (...) Então pode ser energia elétrica, por que é o que a gente mais usa na nossa vida em geral.
Q1	Em Química especificamente a gente fala mais na parte de pilha, que é a transformação da energia química em energia elétrica. Isso é um pouco mais pra frente, geralmente no terceiro ano. Quando falamos de energia mais antecipado, para trabalhar junto com conservação de energia e trabalho que é ali no nono ano, aí

² Deve-se ressaltar que a participação dos docentes não se deu de maneira linear e que a interação do grupo ocorreu de forma livre, sendo comum o atravessamento entre as falas, a interrupção e a complementação entre eles. Por isso a disposição dessas falas no *Quadro 1* não seguiu exatamente a ordem na qual as falas ocorreram. Buscou-se, assim, distribuí-las de tal modo que a leitura parecesse ao leitor mais ordenada, coerente e compreensível.

	é realmente ligação química, né? Como uma ligação química precisa de energia para ser feita, para quebrar uma ligação química, questão de energia para transformação de fases, essas coisas assim, né? (...) Pegando um gancho no que a G5 falou, o que eu tento aplicar nas minhas aulas é fazer o aluno entender o porquê em momentos de racionamento de energia, a gente tem que racionar água, porque não é uma ligação natural pra população média. (...) A gente pode fazer, também, um comparativo entre uma usina hidrelétrica e uma usina nuclear também, a questão de energia limpa, de lixo radioativo. (...) As vantagens e desvantagens do uso de cada fonte de energia.
B1	O contato que eu tenho com energia, é quando a gente fala de bioenergética, da energia biológica. Produção de ATP, diversos processos biológicos, que podem ser convertidos em processos mecânicos, pra fazer exercício na academia você precisa de ATP, mas a gente não fala de uma direta proporcionalidade. (...) Tem uma abordagem pra ciências, que fala sobre os tipos de energia. Eu acho que a principal contribuição (da Biologia) seria falar do impacto ambiental. (...) Tem um caso especial, que é a usina de Belo Monte, né? Que foi construída no governo da Dilma. (...) Mistura até com Geografia política. (...) Faria sentido, também, comparar hidrelétrica com termelétrica, que é a alternativa que a gente mais tem. Aí tem um gancho forte, também, para a questão da combustão.
B2	Eu vou nessa mesma linha do B1. Acho que Biologia cabe mais os impactos ambientais, e a gente pode puxar mais os impactos para as espécies. (...) Uma disciplina que eu fiz na minha graduação que era educação ambiental e cidadania, e o professor trabalhava muito essa parte de documentários, filmes e tal, pra gente discutir. (...) e era justamente um documentário, mostrando o impacto para populações ribeirinhas, que estavam sendo afetadas por construções de hidrelétricas, e mostrava que eles não tinham mais peixe pra poder pescar, sobreviver, viver e se alimentar, mostrava o rio, como era antes e como ficou, a vegetação e mostra o descaso da política, de modo geral, com essas pessoas. Não seria inviável trabalhar isso junto com a Geografia, por que eu acho que são áreas que sempre se entrelaçam.

Fonte: Os Autores.

Nas falas dos professores é possível perceber a ênfase em temas como: produção de energia; relação entre produção e consumo de energia; e impactos ambientais da produção de diferentes formas de energia, em especial a hidrelétrica. Com base nessas falas, foi possível definir o tema específico da aula: “A produção de energia e os impactos ambientais”.

Devido à possibilidade de interação entre tantas áreas do conhecimento e da variedade de elementos abordados, foi definido que essa proposta de atividade seria dividida em três encontros diferentes, possibilitando um maior aprofundamento ao longo da apresentação dos

tópicos, o uso de diferentes audiovisuais e a interação com os discentes, tendo como culminância uma apresentação realizada por eles no último dia de atividade. O *Quadro 2* apresenta de modo sintético o que foi determinado entre os professores a respeito dos três encontros.

Quadro 2 - Síntese da proposta para os encontros.

Primeiro encontro: Introdução à produção de energia e combustíveis fósseis (Tempo estimado: 1h40min)	
Tópicos abordados	Áreas em destaque
Introdução à Energia (15min-20min): - O que é energia? - Diferentes formas de energia na natureza.	Física e Química
Combustíveis Fósseis (15min-20min): - Importância do avanço na produção de energia ao longo da história para o desenvolvimento dos sistemas econômicos e produtivos. - O que são os combustíveis fósseis? Como se formam? - O carvão e o petróleo e as revoluções industriais. - Impactos do uso intensivo de combustíveis fósseis.	Geografia e Biologia
Dinâmica com audiovisual (55min-60min): - Exibir trechos do documentário <i>Faça as contas</i> (25min) e fazer um breve debate mediado pelos professores.	Todas
Segundo encontro: Produção de energia elétrica no Brasil e impactos ambientais (Tempo estimado: 1h40min)	
Tópicos abordados	Áreas em destaque
Termelétricas (15min-20min): - Como funcionam? (Química e Física) - Impactos ambientais (Geografia e Biologia) - Lembrar dos impactos do uso dos combustíveis fósseis abordado na primeira aula, referenciando o filme <i>Faça as contas</i> .	Todas
Hidrelétricas (15min-20min): - Como funcionam? (Química e Física) - Impactos ambientais e impactos para as populações ribeirinhas (Geografia e Biologia)	Todas

- Exibir trecho do filme Belo Monte, Anúncio de uma Guerra (5min):	
Energia Nuclear (15min-20min): - Como funcionam? (Química e Física) - Impactos ambientais (Geografia e Biologia)	Todas
Energia Solar e Eólica (15min-20min): - Como funcionam? (Química e Física) - Impactos ambientais (Geografia e Biologia) - Exibir o vídeo - E se cobríssemos o Saara com painéis solares? (6min)	Todas
Fechamento do segundo encontro (15min-20min): - Conclusão da aula com uma avaliação coletiva dos estudantes e dos professores sobre os conteúdos abordados ao longo das duas aulas.	Todas
Terceiro encontro: Avaliação (Tempo estimado: 1h40min)	
Tópicos abordados	Áreas em destaque
Apresentações dos estudantes (1h30min-1h40min) - Nessa proposta os alunos poderão fazer apresentações a respeito de perguntas predeterminadas a respeito de tópicos abordados durante os encontros anteriores. - A apresentação será feita de maneira livre: Os alunos poderão realizar seminários, encenações, produzir vídeos, etc. O importante é que se sintam confortáveis para falar da maneira como preferirem dos temas.	Todas

Fonte: Os Autores.

A atividade, ao fim, foi pensada para ocorrer em três encontros de 1 hora e 40 minutos cada, o que equivaleria a 6 tempos de aula. Durante o encontro os professores propuseram a exibição de dois vídeos: “Belo Monte, Anúncio de uma Guerra” (B2) e “E se cobríssemos o Saara com painéis solares?” (Q2). Ambos abordam a interação entre formas de produção de energia e o meio ambiente³.

O primeiro vídeo - “Belo Monte, Anúncio de uma Guerra” - foi uma proposta baseada em uma experiência discente vivida pelo professor B2, que assistiu a esse documentário durante uma aula da disciplina “Educação Ambiental e Cidadania”, ao longo de sua graduação. Ao propor

³ Ao longo do encontro foram apresentadas algumas concepções consideradas importantes sobre o uso de audiovisuais no ensino, visando contribuir para a construção de uma proposta potencialmente mais rica. Dentre os debates, foram destacados conceitos tais como endereçamento (Ellsworth, 2001) e reendereçamento audiovisual (Rezende Filho et al., 2019; Bastos et al., 2017).

a exibição desse vídeo, o professor de Biologia (B4) ressaltou alguns elementos importantes sobre a obra que poderiam contribuir com a dinâmica da aula:

É um documentário mostrando o impacto para as populações ribeirinhas que estavam sendo afetadas por construções de hidrelétricas. E aí mostra que eles não conseguiam mais pescar, por que não tinham peixes para pescar e sobreviver, vender e se alimentar. Mostra o rio, como era antes e como ficou por causa das construções (...) mostra também o descaso da política em geral com as pessoas que vivem nessas regiões (B2).

Ao descrever parte do documentário, o professor de Biologia indica a possibilidade de seu uso em colaboração com as professoras de Geografia, disciplina em que o debate sobre sociedade e natureza aparece de forma constante. A opção pelo uso de uma versão abreviada do documentário se deu em função da preocupação com o tempo da aula que, além de se utilizar de outros audiovisuais, buscaria explorar um volume expressivo de temas.

O segundo vídeo proposto - “E se cobríssemos o Saara com painéis solares?” - foi uma indicação do professor de Química (Q1): “Tem um vídeo “*short*” muito bom do Pedro Loos, do “Ciência todo dia”⁴, que fala sobre o que aconteceria se a gente cobrisse todo o deserto do Saara com painéis solares” (Q1). É interessante perceber que o professor enfatizou a brevidade do vídeo. Isso pode demonstrar, também, uma preocupação com a questão do tempo da atividade, algo que no processo de planejamento é essencial.

A escolha do vídeo é interessante, também, pois apresenta um olhar problematizador para algo que, à primeira vista, poderia ser entendido como uma solução simples para o problema da geração de energia com menores impactos ambientais. No entanto, como o próprio professor aponta: “Ele explica que provavelmente ia mudar o clima, ia mudar toda a “questão da biologia”, então ia ser um caos” (Q1). Essa proposta de vídeo é interessante, pois demonstra a dificuldade de se encontrar soluções simples para problemas complexos e o como é importante a realização de reflexões profundas - e cientificamente baseadas - antes da determinação de ações políticas que possam afetar a sociedade e o meio ambiente.

A proposta do filme “Faça as contas” foi feita pelo próprio mediador como forma de apresentar um panorama mais amplo sobre o efeito do uso de determinadas fontes de energia. Isso porque os outros dois filmes propostos abordavam, de forma mais explícita, questões em escala local e regional. Desse modo, julgou-se interessante incluir um olhar sobre a escala global, para mostrar a amplitude e a relevância desse debate. Os participantes aprovaram o uso do filme que apresenta Bill

⁴ Canal de divulgação científica criado em 2012 por Pedro Loos, então graduando em física pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Em seu canal, Loos aborda temas variados das áreas de ciências em uma linguagem de fácil entendimento com o objetivo de alcançar o maior número possível de pessoas. O canal conta atualmente com 7,5 milhões de inscritos, sendo um dos maiores do gênero no Brasil. Disponível em: <https://www.youtube.com/@CienciaTodoDia>

McKibben, reconhecido ambientalista estadunidense, e sua campanha *Fossil Free*, cujo objetivo era convocar pessoas e instituições a retirarem seus investimentos de empresas de gás e petróleo. É importante destacar que, durante a escolha dos vídeos a serem usados, foram considerados o formato, a linguagem, as contribuições que esses materiais poderiam ter para os debates em tela e a necessidade de seleção de cenas, levando em conta o tempo predeterminado para as atividades ocorrerem.

Ao fim da AIE foi realizado o alinhamento das ideias apresentadas pelos professores em um documento, em formato de plano de aula, e submetido novamente à avaliação coletiva. A partir da aprovação final do documento, os docentes foram convidados a responder a um questionário com o objetivo de discutir a AIE para a identificação de possíveis contribuições desta atividade para seus respectivos processos de formação continuada. Os dados coletados por esse questionário estão disponíveis na próxima seção.

AValiação DA ATIVIDADE INVESTIGATIVA DE ENSINO

Todo trabalho de avaliação de atividade, seja ela qual for, pode recair em um reforço de suposições previamente determinadas. Na tentativa de evitar conclusões que apenas reforçassem nossos pressupostos, optamos por oferecer aos professores a possibilidade de avaliarem a AIE por meio de outro questionário online, cujas questões estão disponíveis no quadro a seguir:

Quadro 3 - Questionário final.

Questão 1
Você já conhecia o conceito de Atividade Investigativa de Ensino (produção de propostas de aulas/atividades/intervenções pedagógicas construídas coletivamente a partir de problemas de ensino identificados pelos professores)?
Questão 2
Você já havia participado de alguma AIE anteriormente?
Questão 3
A partir de nossa experiência, qual sua opinião a respeito das Atividades Investigativas de Ensino?
Questão 4
De que maneira você enxerga os temas debatidos durante a atividade? Acredita que as discussões contribuíram de alguma maneira para sua formação? Se sim, como?
Questão 5
O que você achou da proposta de aula sobre a produção de energia e os impactos ambientais?

Fonte: Os Autores.

A primeira pergunta do questionário buscou levantar junto aos docentes se eles já conheciam a ideia de Atividade Investigativa de Ensino. Era pressuposto que este tipo de proposta, pouco difundida nos sistemas de ensino, fosse conhecida por apenas uma pequena parcela dos professores participantes. No entanto, após o levantamento foi identificado que, dos seis professores, três (B1, Q1 e G2) já conheciam esse tipo de iniciativa. Esse dado é bastante interessante e nos faz pensar sobre a qualidade da formação desses profissionais e das universidades nas quais estes se formaram. Isso, pois a atividade investigativa é, antes de tudo, uma proposta de interação entre pesquisa e docência, algo que em grande parte das universidades brasileiras ainda é pouco articulado. Sobre esse tópico, Gatti (2001) afirma:

As universidades brasileiras, com raras exceções, não nasceram conjugando pesquisa e ensino; voltavam-se só para o ensino, para dar um diploma profissionalizante, tanto as de natureza confessional, como as leigas privadas e algumas das públicas. Elas não foram estruturadas para incorporar a produção de conhecimento de modo sistemático como parte de sua função e, sequer, para discutir o conhecimento (Gatti, 2001, p.71).

O fato de não ser comum que as universidades brasileiras tenham tido, em suas gêneses, a pesquisa como um elemento articulador demandou que, ao longo dos anos iniciativas individuais, mais ou menos articuladas, fossem as responsáveis por introduzir tais elementos na formação de profissionais de diferentes áreas, o que afetou, também, a formação docente. No entanto, esse ainda é um vetor pouco presente na formação da maior parte desses profissionais (Gatti, 2001). Felizmente, no entanto, notamos que uma parcela dos nossos docentes teve acesso a informações a respeito desse tipo de iniciativa.

Em contrapartida, quando questionados quantos já haviam participado de uma AIE, ou de alguma atividade do gênero, apenas um professor (B1) respondeu de forma positiva. Os demais, inclusive Q1 e G2, afirmaram nunca ter participado de similar proposta. Tendo em vista que grande parte dos professores jamais havia vivenciado uma AIE, coube-nos pergunta-los qual a opinião deles sobre estas propostas de ações baseados em nossa experiência colaborativa. O *Quadro 4*, disponível a seguir, apresenta a síntese das respostas dos professores:

Quadro 4 - Visões sobre a AIE.

Esta foi a segunda vez que fiz uma AIE e a experiência foi bem construtiva principalmente pela troca com o coletivo de professores acerca dos temas.	B1
São muito importantes para conseguir trabalhar a interdisciplinaridade, e pensar conjuntamente em propostas que sejam mais interessantes para os alunos.	G2

Acho uma ferramenta bem interessante e com potencial de melhorar as aulas, de conseguir captar mais a atenção do aluno.	F1
Minha opinião é que as AIE são uma metodologia que pode ter resultado positivos em relação a retenção de atenção ao conteúdo, porém não é algo simples ou fácil de se implementar. Dessa maneira, acredito que deve ser pensado para alguns momentos específicos do ano letivo para que possa ser aplicado, e não ao longo do ano letivo inteiro.	Q1
Importante ferramenta de entender e diversificar o processo de aprendizagem, alcançando melhor o conteúdo proposto, e aplicar em diferentes contextos.	B2
Extremamente relevante, não somente para um resultado diagnóstico dos alunos em determinadas disciplinas, como também para a resolução das possíveis dificuldades que estes possam estar enfrentando.	G1

Fonte: Os Autores.

Como identificado no quadro acima, a visão dos participantes sobre a AIE se mostrou bastante positiva, no entanto, os destaques realizados por eles estão em pontos diferentes. Os professores B1 e G2, por exemplo, trataram em suas falas a questão das trocas entre os pares e a questão da interdisciplinaridade, como sendo ganhos obtidos por meio da atividade. F1, Q1, B1, F1 e, também, G2, reforçaram contribuições indiretas da dinâmica para o processo pedagógico, atribuindo maior destaque em sua fala aos estudantes. É evidente, no entanto, que, ao fim, essas duas perspectivas apontam para o mesmo horizonte: a formação docente e as contribuições dessa formação para o contexto escolar, visando a aprendizagem dos discentes da educação básica.

Após a identificação da visão dos professores quanto ao modelo de ação que caracteriza a AIE, buscou-se compreender de que maneira eles enxergavam os temas abordados ao longo da atividade e se, de alguma forma, os debates teriam contribuído para seus respectivos processos formativos. Essas respostas encontram-se disponíveis a seguir:

Quadro 5 - Contribuições da AIE para a formação docente.

A reflexão sobre o pouco contato que tive durante a minha formação (principalmente durante a escola) com conteúdo audiovisual e o debate sobre a aplicação do conteúdo audiovisual no ensino foram importantes para eu rever a importância e o impacto que esse recurso pode ter como ferramenta auxiliar de ensino.	B1
São temas relevantes. Acredito que sim, contribuiu para minha formação, mais especificamente para pensar em como	G2

trabalhar com audiovisuais em sala de aula de forma mais proveitosa.	
Acho que sim. A atividade que fizemos foi enriquecedora no sentido de debatermos e escolhermos um tema que pode ser abordado pelas diferentes áreas. Uma aula conjunta com vários professores e utilizando recursos de vídeos seria bastante enriquecedora pros alunos. E até conseguiria quebrar o paradigma de que as disciplinas não conversam entre si.	F1
Acredito que sim, pois além de fazer vídeos para ensino, minha pesquisa de mestrado é voltada para essa área. Outra atribuição pertinente foi sobre as diferentes maneiras de se abordar o tema energia através da ótica de outras disciplinas.	Q1
Importantes, a maioria dos conteúdos programáticos são interdisciplinares e utilizar diferentes formas de abordar esses temas é importante. Foi importante pois nem sempre vemos a possibilidade de se utilizar das diferentes ferramentas disponíveis.	B2
Os temas debatidos são atuais, por isso de caráter extremamente importante. Acredito que para o ramo das Geociências e da Geografia, principalmente. A questão energética tem se tornado um tema vital no mundo, sobretudo, devido a Guerra na Ucrânia, os impactos socioambientais decorrentes do tipo de energia que você pretende implementar e, o papel do indivíduo quanto cidadão para influenciar nesse poder de decisão político. A partir dessa ótica, a discussão acrescentou na minha formação, tanto como geografa, quanto como licencianda de Geografia.	G1

Fonte: Os Autores.

De modo geral, as respostas dos docentes foram coerentes com o que fora identificado ao longo da atividade. Demonstraram satisfação em relação aos temas e à dinâmica realizada, mostrando-se otimistas quanto às contribuições dessas para suas formações docentes. Dentre os fatores positivos destacados pelos participantes estão a atualidade e a relevância das temáticas debatidas (G1 e G2). Sobre esse tópico, é fundamental ressaltar o quão desafiador é abordar temas sociocientíficos atuais, seja no contexto formal ou informal da educação e, ao mesmo tempo, o quanto superar esses desafios é urgente e relevante (Krasilchik, Marandino, 2007; Cachapuz *et al.*, 2005). Sobre esse ponto cabe reforçar que um dos objetivos centrais do campo da educação científica atual é justamente o de incluir a sociedade em debates atuais sobre ciência, municiando-os com informações científicas de qualidade e permitindo que estes possam avaliar estas e outras a partir de um olhar criticamente acurado, tal qual apontam Krasilchik e Marandino (2007):

é preciso que os cidadãos sejam capazes de participar das decisões que afetam sua vida com base em informações e análises bem fundamentadas organizando um conjunto de valores mediado na consciência da importância de sua função no aperfeiçoamento individual e das relações sociais (Krasilchik; Marandino, 2007, p.6).

Além da atualidade e da pertinência dos temas tratados, os docentes reafirmaram, ainda, a importância da presença de questões interdisciplinares no ensino (F1, Q1 e B1), como forma de promover a construção de um conhecimento verdadeiramente integrado. Aliado a estas contribuições, os professores grifaram, também, o fato de que, por intermédio dos debates realizados durante a atividade, se apresentaram diferentes formas de abordar a questão do uso dos audiovisuais em sala de aula (B1, G2, F1 e B2). Quanto a esta possível contribuição formativa destaca-se que a construção de repertórios de possibilidades, bem como a reflexão sobre as características específicas dos audiovisuais como recurso pedagógico, parece ser algo considerado importante para professores, em formação e/ou já formados.

Por fim, os docentes foram convidados a refletir sobre a proposta de atividade pedagógica desenvolvida por eles coletivamente sobre a produção de energia e seus impactos ambientais. As reflexões sobre essa questão estão disponíveis no *Quadro 6*, disposto a seguir:

Quadro 6 - Análise da proposta de aula.

A escolha do tema foi bem interessante, principalmente por ser um tema muito aberto à interdisciplinaridade que, na minha visão, é uma proposta de ensino que vem cada vez menos sendo aplicada e tem grande valor educativo.	B1
Muito boa a proposta. Acredito que tem grandes chances de ser aplicada na prática e que pode trazer melhor entendimento ao aluno de pré-vestibular social sobre a questão energética.	G2
Acho que seria uma aula bem interessante. Acho, também, que o ideal seria essa aula ser dada na presença de todos os professores. Possivelmente todos sentados em círculo, simbolizando que todas as áreas são iguais em nível de importância.	F1
Achei uma proposta interessante, por envolver um tema que sempre será pertinente, e desafiador, por envolver tantas disciplinas ao mesmo tempo.	Q1
Excelente, um tema atual e abrangente possibilitando discutir diversos aspectos do tema pelos professores.	B2

Achei ótima, por mais que não tenhamos tanto tempo para contribuir ou debater mais sobre o assunto. Fiquei feliz com as contribuições de colegas de outras disciplinas, como a Biologia, sobre filmes e documentários que eu não conhecia e que, com certeza, serão utilizados a partir de agora. A questão da interdisciplinaridade é um assunto bastante polêmico no meio acadêmico e profissional, entretanto a partir da AIE foi mostrado que é possível elaborar uma atividade interdisciplinar, onde todos os professores são ouvidos e um não atropela ou toma o lugar do outro. Deixar claro, em cada tópico, quais disciplinas iriam abordar cada tema foi extremamente importante, para a construção de uma aula boa, didática e que seja possível de se abordar a partir de diferentes perspectivas.	G1
--	-----------

Fonte: Os Autores.

A partir dos apontamentos realizados pelos professores, é possível identificar que a proposta de aula atendeu às expectativas – dos professores e da pesquisa – dado o fato que ela expressa um potencial pedagógico sobre uma temática vinculada ao campo das Ciências. O tema Energia, escolhido por eles, é apontado, ao mesmo tempo como pertinente e desafiador (Q1), além de ser muito marcado pela interdisciplinaridade (B1, F1, Q1, G1 e B2). Essa percepção dos professores vai ao encontro do que Santos (2011) identifica sobre os conceitos de matéria e energia, em seus variados contextos e significados. Para esse autor:

Ambos os conceitos podem ser tratados na Biologia, na Física e na Química, por intermédio de um esquema instrucional multidisciplinar. Ao mesmo tempo, a abordagem desses temas enquadra-se no esquema interdisciplinar, na medida em que a metodologia e a linguagem das ciências mencionadas são utilizadas para tratá-los. (...) Pelas razões expostas, os conceitos de energia e matéria podem ser pedagogicamente abordados a partir de inúmeros contextos, entre os quais, meio ambiente e desenvolvimento sustentável parecem ser suficientemente relevantes (Santos, 2011, p.82/85).

Sobre este tópico, ainda houve um comentário especificamente sobre a maneira como a proposta de atividade foi desenvolvida, o que demanda uma análise mais profunda a respeito do caráter colaborativo da AIE. A fala da professora G4 faz referência direta a uma das grandes preocupações vivenciadas ao longo das leituras e do planejamento da proposta. Ao abordar o fato de a atividade ter sido realizada de tal forma em que todos os professores puderam ser ouvidos, sem ninguém “ser atropelado”, e de maneira em que todos pudessem contribuir com seus conhecimentos e suas experiências, torna, sem dúvida, essa avaliação algo de grande valor para as conclusões de nosso trabalho.

Isto se dá, pois, como dito, desde as leituras sobre as diferentes maneiras de se desenvolver um trabalho coletivo, havia um receio que nossa proposta de AIE se tornasse uma dinâmica marcada pela

colegialidade artificial ou pela lógica de balcanização (Hargreaves, 1998). Sendo assim, foram desenhadas abordagens em que os professores pudessem participar ativamente da organização da atividade a ser realizada com os estudantes com suas diferentes experiências e conhecimentos, o que, aparentemente, foi notado e identificado como algo valioso na AIE.

Nesse ponto destacamos que a experiência é um elemento essencial na construção de novos saberes docentes. Isto, pois, a partir da experiência e das reflexões despertadas por ela, são construídos novos saberes docentes (Tardif, 2014). O profissional da educação se reconstrói cotidianamente por meio da prática em sala de aula e da "reflexividade crítica" (Nóvoa, 1995, p.25). Tal como apontado por Imbernón (2017), a formação continuada deve ter "como base uma reflexão dos sujeitos sobre sua prática docente, de modo a permitir que examinem suas teorias implícitas, seus esquemas de funcionamento, suas atitudes etc." (Imbernón, 2017, p.51). Sendo assim, não caberia ao longo de nossa proposta de atividade ignorar a riqueza da experiência de cada profissional participante da AIE, pois as trocas entre eles potencialmente contribuiriam, não apenas para a elaboração de uma proposta de intervenção pedagógica rica, mas também para contribuir para a formação de cada um dos indivíduos ali presentes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização da AIE permitiu a ampliação do debate sobre a multidisciplinaridade do tema "Produção de Energia e os Impactos Ambientais" por meio do planejamento de uma atividade na qual foram inseridos elementos de diferentes disciplinas e, portanto, oriundos de diferentes perspectivas epistemológicas. No que se refere à percepção dos professores, identificada por meio do questionário, identificou-se um resultado bastante positivo. Estes demonstraram satisfação em relação aos temas e à dinâmica realizada, mostrando-se otimistas quanto às contribuições dessas para suas formações docentes. Destaca-se a valorização do diálogo e da troca como elementos fundamentais para este ganho formativo.

É fundamental ressaltar que as AIEs não devem ser identificadas como um conjunto de ações estanques, isoladas ou que possuam fim nelas próprias. Ao contrário, este tipo de iniciativa deve ser entendido como uma parte de um processo cíclico, no qual a reflexão coletiva permite simultaneamente o aperfeiçoamento de estratégias que se mostram eficazes e a constante reestruturação de propostas que porventura não atinjam seus objetivos iniciais. As AIEs baseiam-se, desse modo, em um ciclo de reflexões constantes, o que favorece o processo de aperfeiçoamento da prática e da formação docente de forma gradual e colaborativa. Desta forma, contribuem potencialmente para um ensino mais dinâmico e articulado, voltado à elucidação de temas relevantes e multidisciplinares, assim como o trabalho nesta pesquisa: "energia e impactos ambientais".

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, M. N. **Pesquisa-ação e atividades investigativas na aprendizagem da docência em Ciências**. 224 f. Dissertação (Mestrado em Educação e Ensino de Ciências). Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
- AZEVEDO, M. N.; ABIB, M. L. V. S.; TESTONI, L. A. Atividades investigativas de ensino: mediação entre ensino, aprendizagem e formação docente em ciências. **Ciência & Educação** (Online), Bauru, v. 24, p. 319-335, 2018.
- BASTOS, W.; PASTOR JUNIOR, A. A.; REZENDE FILHO, L. A. C.; PEREIRA, M. V. A questão do reendereço na recepção audiovisual em uma aula de biologia. In: **XI ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2017, Florianópolis. Anais do XI ENPEC. Rio de Janeiro: Abrapec, v. 1. p. 1-9, 2017.
- CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D.; PESSOA, A. M.; PRAIA, J.; VILCHES, A. **A necessária renovação do ensino das Ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.
- CUNHA, H. M.; ACCIOLY, A. D.; PEREIRA, C. A. Ensino remoto emergencial na pandemia: diagnóstico de dificuldades enfrentadas por alunos e professores do ensino técnico integrado no IFMG. **ForScience**, Formiga, v. 9, n. 2, e00935, jul./dez. 2021.
- DUARTE, K. A.; MEDEIROS, L. S. Desafios dos Docentes: as dificuldades da mediação pedagógica no Ensino Remoto Emergencial. In: **Anais VII CONEDU - Edição Online**, 2020.
- ELLSWORTH, E. Modos de endereçamento: uma coisa de cinema; uma coisa de educação também. In: SILVA, T. T. (Org.). **Nunca fomos humanos: nos rastros do sujeito**. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.
- GATTI, B. Implicações e perspectivas da pesquisa educacional no Brasil contemporâneo. **Cadernos de Pesquisa**, n. 113, p. 65-81, jul, 2001.
- HARGREAVES, A. **Os professores em tempos de mudança: o trabalho e a cultura dos professores na idade pós-moderna**. Alfragide, Portugal: McGraw-Hill, 1998.
- IMBERNÓN, F. **Formação docente e profissional: formar-se para a mudança e a incerteza**. São Paulo: Cortez, 128p., 2017.
- KRASILCHIK, M.; MARANDINO, M. **Ensino de Ciências e Cidadania**. 2ª ed. São Paulo: Editora Moderna, 2007.
- NÓVOA, A. **Os professores e sua formação**. Lisboa-Portugal: Dom Quixote, 1995.

PIFFERO, E. L. F.; COELHO, C. P.; LUCCHESI, M. M. Proposta de unidades de ensino potencialmente significativa para estudo de fontes de energia. **Research, Society and Development**, v. 9, p. 1-24, 2020.

REZENDE FILHO, L. A. C.; SANTOS, G. A. L. C.; VIEIRA, R. C.; PEREIRA, W. A. Convergência entre endereçamento e reendereçamento de vídeos na prática de uma professora no ensino superior de ciências. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 2, p. 624-636, 2019.

RIBEIRO JUNIOR, M. C.; FIGUEIREDO, L. S.; OLIVEIRA, D. C. A. de; PARENTE, M. P. M.; HOLANDA, J. dos S. Ensino Remoto em tempos de Covid-19: aplicações e dificuldades de acesso nos estados do Piauí e Maranhão. **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, Boa Vista, v. 3, n. 9, p. 107-126, 2020.

SANTOS, C. A. Energia e Matéria: conceitos-chave para a interdisciplinaridade no ensino de ciências da natureza. In: SANTOS, C. A.; QUADROS, A. F. (Eds.). **Utopia em busca de possibilidade: Abordagens interdisciplinares no ensino das ciências da natureza**. Foz do Iguaçu: UNILA, p.79-92, 2011.

TARDIF, M. **Saberes Docentes e formação profissional**. 17ª Edição. Petrópolis: Vozes, 2014.

TEIXEIRA JÚNIOR, J. G.; MACÊDO CUSTÓDIO, M. Análise das concepções e das dificuldades dos professores da educação básica sobre o ensino de Química durante o ensino emergencial remoto. **SCIAS - Educação, Comunicação e Tecnologia**, [S. l.], v. 4, n. 1, p. 64-84, 2022.

VITOR, A. C. G.; LOPES, C. B.; SILVA, K. M. Análise das principais dificuldades enfrentadas pelos professores quanto ao ensino de ciências da natureza em meio a pandemia do Covid-19. In: **Anais VII CONEDU - Edição Online**, 2020.

ZAGO, N. Pré-vestibular popular e trabalho docente: caracterização social e mobilização. In: **XIV Congresso Brasileiro de Sociologia**, 2009, Rio de Janeiro. Anais do XV Congresso Brasileiro de Sociologia, realizado em Curitiba-PR, de 26 a 29 de julho de 2011. Rio de Janeiro: Congresso Brasileiro de Sociologia, p. 1-14, 2009.

Contato dos autores:

autor: Pedro Henrique Bonini da Silva
e-mail: pedrohenriquebonini@gmail.com

autor: Luiz Augusto Coimbra de Rezende Filho
e-mail: luizrezende@ufrj.br

Manuscrito aprovado para publicação em: 18/02/2025.