

SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES BASEADA NOS PRINCÍPIOS FACILITADORES DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA PARA O ENSINO DE ENERGIA E SUAS TRANSFORMAÇÕES

SEQUENCE OF ACTIVITIES BASED ON THE FACILITATING PRINCIPLES OF MEANINGFUL LEARNING CRITICAL TO THE TEACHING OF ENERGY AND ITS TRANSFORMATIONS

Marília Britto Corrêa de Oliveira¹
Diana Paula Salomão de Freitas²
Márcia Maria Lucchese³

Resumo

O presente artigo apresenta a elaboração, implementação e avaliação de uma sequência de atividades sobre Energia e suas transformações. Foram abordados os seguintes conceitos: energia, transformação de energia, consumo de energia elétrica e algumas fontes de energia renováveis e não renováveis. O objetivo deste trabalho foi compreender sobre o ensino e aprendizagem de Energia e suas transformações de forma contextualizada, em uma turma de 3º ano do Ensino Médio, de uma escola pública da cidade de Alegrete -RS. A elaboração da sequência de atividades foi embasada na Aprendizagem Significativa Crítica (ASC). A sequência foi composta por experimentos, simulações, um jogo didático e buscou proporcionar aulas de Física mais agradáveis e divertidas, permitindo associar o aprendizado de forma significativa e prazerosa. Os resultados obtidos a partir da aplicação desta sequência mostraram os alunos mais participativos, interagindo de forma ativa nas atividades propostas, negociando significados, propondo questionamentos e argumentando sobre os conteúdos por meio das diversas atividades. Considera-se que a sequência de atividades teve um papel significativo em relação à melhoria do ensino e aprendizagem, tanto na questão do conteúdo bem como na questão de tornar os alunos sujeitos mais críticos perante sua aprendizagem.

Palavras chave: Sequência de atividades; Energia; Ensino de Física; Aprendizagem significativa crítica.

¹ Mestra em Ensino de Ciências pela Universidade Federal do Pampa (Unipampa). Atualmente, é professora no Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS) - Rio Grande – RS.

² Doutora em Educação em Ciências pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG). Atualmente, é professora adjunta da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Pelotas (UFPeI)/RS. Atua no Mestrado Acadêmico em Ensino da Universidade Federal do Pampa - Campus Bagé.

³ Doutora em Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Atualmente, é professora associada da Universidade Federal do Pampa (Unipampa), Campus Bagé.

Abstract

This article presents the elaboration, implementation and evaluation of a sequence of activities on Energy and its Transformations. The following concepts were addressed: energy, energy transformation, electricity consumption and some renewable and non-renewable energy sources. The objective of this work was to understand about the teaching and learning process of energy and its transformations in a contextualized way, in a class of 3rd year of High School, of a public school in the city of Alegrete-RS. The elaboration of the sequence of activities was based on Critical Meaningful Learning (CML), the sequence was composed of experiments, simulations and a didactic game and sought to provide more pleasant and fun physics classes, allowing to associate learning in a meaningful way with pleasure. The results obtained from the application of this sequence showed the students more participatory, actively interacting in the proposed activities, negotiating meanings, proposing questions and arguing about the contents through the various activities. It is considered that the sequence of activities had a significant role, in relation to the improvement of teaching and learning, in the issue of content as well as in the issue of making students more critical subjects before their learning.

Keywords: Sequence of activities; Energy; Physics Teaching; Critical meaningful learning.

Introdução

Este trabalho é resultado da pesquisa de dissertação realizada no Mestrado Profissional em Ensino de Ciências. Para a realização da pesquisa, elaborou-se uma sequência de atividades sobre o conteúdo de Energia e suas transformações, em que foram abordados os conceitos: energia, transformações de energia, consumo de energia elétrica e algumas fontes de energia renováveis e não renováveis.

A escolha do conteúdo de Energia e suas transformações justifica-se a partir da prática da docente, primeira autora do texto, que percebeu que o tema aparece de forma fragmentada no decorrer dos três anos do Ensino Médio, além de que, tradicionalmente, não é unificado no 3º ano. A partir desta inquietação, investigou-se a prática realizada buscando responder à questão: como ensinar Energia e suas transformações de forma contextualizada e crítica aos alunos?

A sequência de atividades proposta para o ensino de Energia e suas transformações foi embasada na Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica (ASC) elaborada por Moreira (2005), que tem como fundamentação a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e as contribuições dos autores Neil

Postman e Charles Weingartner (1969)⁴. A escolha desse referencial teórico foi ao encontro do objetivo central da pesquisa realizada, a partir de uma sequência de atividades para ensinar o conceito de Energia de maneira contextualizada e motivar nos alunos uma postura crítica. (MOREIRA, 2005).

Como produção educacional, foi elaborada a sequência de atividades denominada “Energia e suas transformações”, com o intuito de contribuir com a melhoria dos processos de ensino e de aprendizagem de conceitos físicos sobre energia, transformações de energia, energia solar, energia eólica e cálculo do consumo de energia⁵. No decorrer da implementação da sequência de atividades, os estudantes foram incentivados a utilizar seus conhecimentos prévios (subsunçores), interagindo com as novas definições através da execução de atividades, tais como simulações computacionais, leitura de textos, resoluções de exercícios, práticas experimentais com montagem de kits experimentais, elaboração de questões com reflexões acerca do assunto e um jogo didático elaborado pela autora. Na produção educacional, foi trazido o passo a passo de como montar o jogo “Energia e suas transformações”, e especificado sobre o material necessário para sua reprodução, pelos professores.

Aporte teórico

Aprendizagem significativa

Esse trabalho utiliza como referencial teórico a Teoria da Aprendizagem Significativa elaborada por David Ausubel (AUSUBEL, 1963 *apud* MOREIRA, 2011). Apresentam-se conceitos relativos à teoria que embasaram a elaboração da sequência de atividades, que estão presentes no texto sem, contudo, aprofundar conhecimentos a respeito da Teoria da Aprendizagem Significativa.

Para que uma aprendizagem potencialmente significativa ocorra, o educador, no planejamento de suas aulas, deve prever um momento para identificar os conhecimentos prévios dos alunos e então elaborar/preparar material potencialmente significativo de forma a organizar as informações de maneira lógica

⁴ Moreira cita o livro de Neil Postman e Charles Weingartner (1969) *Teaching as a subversive activity* e as reflexões de Postman em seus livros *Technopoly* (1993) e *The End of Education* (1996) para justificar que a aprendizagem deve ser, além de significativa crítica, subversiva.

⁵ Disponível no repositório: <http://dspace.unipampa.edu.br:8080/jspui/handle/rii/3948>

para que o aluno possa dar significado ao novo conhecimento que lhe é apresentado. Conhecimentos prévios são aqueles que o aluno possui e que Ausubel denomina subsunçor, ou seja, uma ideia que já existe na estrutura cognitiva do aluno e que pode servir de ancoradouro para a nova informação.

Depois que o professor identifica o que o aluno conhece - ou não - a respeito do que será trabalhado, cabe a ele preparar o organizador prévio, ou seja, um material introdutório que deverá ser apresentado de maneira bastante abrangente aos alunos antes do conteúdo a ser construído. Moreira (2008), que tem como fundamentação, entre outras, a Teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel, diz que os organizadores prévios são úteis para facilitar a aprendizagem na medida em que funcionam como “pontes cognitivas”. Pode ser uma pergunta, uma leitura ou uma simulação.

Outros dois conceitos importantes são a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora (MOREIRA, 2011). A diferenciação progressiva são as ideias mais gerais, mais abrangentes do conteúdo a ser estudado, e devem ser apresentadas no início e, de forma progressiva, devem ser diferenciadas, dando novos significados aos subsunçores. A reconciliação integradora acontece à medida que novos conceitos são aprendidos e os conhecimentos que já existem na estrutura cognitiva dos alunos são reorganizados e, desta forma, adquirem novos significados (MOREIRA, 2011).

Ressalta-se que para que a aprendizagem ocorra de forma significativa, duas condições são necessárias: o material de ensino deve ser potencialmente significativo e o aprendiz deve apresentar uma predisposição para aprender (MOREIRA, 2011). Na sequência de atividades abordada neste texto foi o que a professora pesquisadora buscou, elaborar materiais potencialmente significativos e que motivassem os alunos a aprender.

Aprendizagem Significativa Crítica

A proposta de Moreira (2005) para aprendizagem - ainda muito atual - é que esta deve ser mais do que significativa, ela deve ser subversiva. Essa subversão, trazida pelos autores Neil Postman e Charles Weingartner, é reescrita por Moreira (2005) como Aprendizagem Significativa Crítica (ASC). Em suas palavras,

(...) é através da ASC que o aluno poderá fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, não ser subjugado por ela, por seus ritos, mitos e ideologias. É através dessa aprendizagem que ele poderá lidar construtivamente com a mudança sem deixar-se dominar por ela [...] (MOREIRA, 2005, p.7).

Assim, com essa proposta de aprendizagem, Moreira trata de incentivar nos alunos uma postura crítica, de forma a viver melhor na sociedade atual. A ASC apresenta onze princípios facilitadores que devem ser implementados em sala de aula. São eles:

1. Princípio do conhecimento prévio (aprendemos a partir do que já sabemos): ensinar a partir daquilo que o aluno já sabe, já conhece, ou seja, a nova informação deve ser ancorada em informações já existentes na estrutura cognitiva do aluno. Para que isso seja possível, devemos identificar os conhecimentos prévios dos alunos.

2. Princípio da interação social e do questionamento (estimular o questionamento ao invés de dar as respostas prontas): obter uma interação social é muito importante para concretização de um episódio de ensino, ou seja, isso ocorre quando professor e aluno compartilham significados em relação ao conteúdo estudado. Quando isso acontece, o aluno é capaz de elaborar perguntas relevantes e substantivas, baseadas em seu conhecimento prévio, em relação ao assunto estudado, o que evidencia a aprendizagem significativa.

3. Princípio da não centralidade do livro texto: propor a utilização de diversos materiais na sala de aula, baseados no conteúdo a ser desenvolvido, podendo também ser utilizado o livro didático (uso de documentos, artigos e outros materiais educativos, diversidade de materiais instrucionais).

4. Princípio do aprendiz como perceptor/representador (o aluno representa tudo o que percebe): entender que somos perceptores e representadores do mundo. Em termos de ensino, isso significa que o professor estará sempre lidando com as percepções dos alunos referentes ao assunto estudado. Mais ainda, como as percepções dos alunos que vêm com suas percepções prévias, as quais são únicas, cada um deles perceberá de maneira única os conteúdos. Além do mais, o professor é também um perceptor e o que ensina é fruto de suas percepções. Essa comunicação professor/aluno só será possível na medida em que dois perceptores, no caso, buscarem perceber de maneira semelhante os materiais educativos do

currículo. Esse fato elucida a importância da interação pessoal e do questionamento na facilitação da aprendizagem significativa.

5. Princípio do conhecimento como linguagem (tudo que chamamos de conhecimento é linguagem): a linguagem está totalmente vinculada a toda e qualquer tentativa humana de perceber a realidade. Aprender um conteúdo de maneira significativa é aprender sua linguagem, não só palavras (outros signos, instrumentos e procedimentos também) mas principalmente palavras, de maneira substantiva e não-arbitrária. Aprendê-la de maneira crítica é perceber essa nova linguagem como uma nova maneira de perceber o mundo.

6. Princípio da consciência semântica (o significado está nas pessoas não nas palavras): independentemente de quais forem os significados que tenham as palavras, eles foram atribuídos a elas pelas pessoas. Contudo, as pessoas não podem dar às palavras significados que estejam além da sua experiência, o que nos mostra a importância do conhecimento prévio do aluno.

7. Princípio da aprendizagem pelo erro: temos que ter claro que o ser humano erra o tempo todo, aprendemos corrigindo nossos erros. O conhecimento de cada um é construído na superação do erro. Saber buscar o erro é pensar de forma crítica, é aprender a aprender.

8. Princípio da desaprendizagem (às vezes o conhecimento prévio funciona como obstáculo): quando o conhecimento prévio do aluno está errado, precisamos que ele desaprenda o errado e crie um novo, ou seja, não utilizar aquele conhecimento prévio como subsunçor. De acordo com Moreira (2005), não se trata de “apagar” algum conhecimento já existente na estrutura cognitiva o que, aliás, é impossível se a aprendizagem foi significativa, mas sim de não usá-lo como subsunçor.

9. Princípio da incerteza do conhecimento (o conhecimento humano é incerto, evolutivo): inspirado em outros que se relacionam com a linguagem. O aluno precisa perceber que definições são invenções, que tudo que sabemos tem origem em perguntas. É preciso que o aluno perceba que o conhecimento não é algo pronto e estático, e sim que ele é descoberto e dinâmico.

10. Princípio de não utilização do quadro-de-giz: mediante a diversidade de estratégias de ensino, o professor deve buscar diferentes estratégias instrucionais que estimulem a participação ativa do estudante, de forma a buscar um ensino que leve à aprendizagem significativa crítica.

11. Princípio do abandono da narrativa (a narração não estimula a compreensão) complementa-se aos princípios três e dez, o que implica em: tornar o aluno protagonista da sua própria aprendizagem. Estimular a buscar as respostas, a questionar sobre o assunto a ser estudado. Desta forma, o professor torna-se um mediador, o aluno fala mais e o professor menos. O aluno torna-se ativo na sua aprendizagem.

No modelo de aprendizagem significativa crítica, o ensino deve ser centrado no aluno, que além de ter uma relação de professor/aluno, ocasiona também a interação aluno/aluno. As atividades são organizadas de modo que os alunos resolvem colaborativamente, ou em pequenos grupos, e, além disso, devem fazer sentido ou ser relevantes para os alunos. O resultado final deve ser apresentado ao grande grupo. “Acontece então, um momento, indispensável, alunos dos pequenos grupos são questionados pelos demais colegas, e o professor surge como mediador dessa interação social que decorre dessa atividade” (MOREIRA, 2005, p.8).

Encaminhamento metodológico

O presente trabalho apresenta como produto educacional uma sequência de atividades para o ensino de Energia e suas transformações, aplicada para 13 alunos do 3º ano do Ensino Médio, do Instituto Federal Farroupilha, na cidade de Alegrete, no estado do Rio Grande do Sul. A sequência de atividades é composta por sete atividades que foram elaboradas segundo os princípios da ASC e tem origem na aplicação da pesquisa de mestrado profissional. Para a avaliação da aprendizagem, dos alunos em cada uma das atividades fez-se o uso de rubricas pedagógicas analíticas.

A Sequência de Atividades

Frente aos onze princípios facilitadores apresentados, organizou-se e implementou-se a sequência de atividades, iniciando pela apresentação da pesquisa pela professora. Após uma conversa inicial, houve a aplicação de um teste inicial com o objetivo de identificar os conhecimentos prévios dos alunos com questões sobre os conceitos de energia cinética, energia potencial gravitacional e elástica, energia mecânica, energia térmica e transformações de energia.

Após a identificação dos conhecimentos prévios, foram utilizadas simulações computacionais do *PhET Interactive Simulations*, da Universidade do Colorado⁶. A aplicação de *software* de simulação de experimentos, conhecidos como objetos de aprendizagem (OA), pode facilitar a compreensão dos conceitos físicos. Isso porque os OA estimulam o desenvolvimento das capacidades pessoais dos estudantes, como sua imaginação e sua criatividade, já que, dentre outras características, os OA devem ter conexão com o mundo real e incentivo à experimentação e observação de fenômenos (ARANTES *et al.*, 2010). No contexto de implementação da sequência de atividades, as simulações foram usadas para relembrar os conteúdos de energia térmica e mecânica (Figura 1a e 1b respectivamente) e demonstrar algumas das transformações de energia. As simulações foram trabalhadas com dois roteiros de atividades elaborados pela professora pesquisadora, os quais continham o passo a passo para sua execução e questionamentos a respeito dos conteúdos. As questões dos roteiros foram elaboradas após a avaliação do teste inicial.

Figura 1: Duas situações sendo: a) Simulação de troca de calor e b) Simulação geração de energia a partir de movimento



Fonte: University of Colorado Boulder (2017).

(a)



Fonte: University of Colorado Boulder (2017).

(b)

Fonte: Oliveira (2018).

Após a análise das respostas dos alunos nos roteiros das simulações para a identificação dos seus conhecimentos prévios, fez-se a retomada dos conceitos e a promoção da diferenciação progressiva. Para isso, foram realizadas aulas expositivas dialogadas, quando foram especificados os conceitos principais dos encontros anteriores, ou seja, partindo do mais geral para o mais específico. Esse

⁶ Acesso ao *PHET*: <http://phet.colorado.edu>. Acesso em: 20 de jul. 2023.

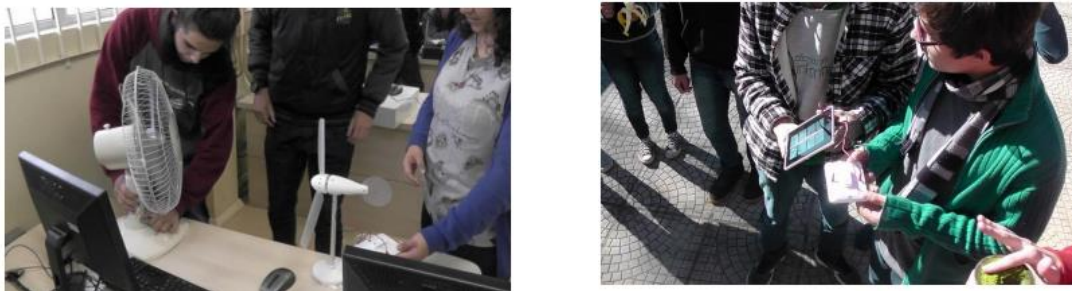
momento visou buscar a diferenciação progressiva (MOREIRA, 2010) no intuito de dar novo significado para os subsunçores existentes, já que, na diferenciação progressiva, deve-se partir do conceito mais abrangente para o mais específico. Ou seja, partiu-se do conceito de energia e, de maneira progressiva, através de diversas atividades, fez-se sucessivas interações com os subsunçores, de forma a elaborá-los. Para tanto, a professora pesquisadora fez diversas questões e elaborou, em conjunto com os alunos, um grande esquema no quadro com as relações e os conceitos trabalhados nas aulas anteriores.

Na etapa seguinte, os alunos formularam questões referentes aos conceitos abordados e assim, o ensino ficou centrado no aluno. Para execução dessa atividade, os alunos foram divididos em grupos e receberam uma cópia do texto sobre Energia e suas transformações, extraído do livro didático *Quanta Física 1ª série* (MENEZES *et al.*, 2013). A partir da leitura do texto, os alunos elaboraram as questões que, posteriormente, foram corrigidas pela professora e fizeram parte de um jogo didático por ela construído.

Para promover a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora, a professora realizou a atividade de transformação da Energia. Para contextualizar e mostrar aplicações de todo o conteúdo, foi utilizado o livro *Física Ciência e Tecnologia* (TORRES *et al.*, 2013) e, a partir dele, elaborados textos que foram apresentados na forma de três livretos com os conceitos de energias renováveis e não renováveis, transformações da energia solar e energia eólica e cálculo do consumo de energia elétrica. A tarefa para os três livretos foi a mesma: os alunos tiveram 15 minutos para leitura e, após, individualmente organizaram esquemas e elaboraram perguntas com as principais ideias do texto. No final de cada livreto foram trazidas questões para serem respondidas. Após as leituras e montagem dos esquemas individuais, sob coordenação da professora, elaborou-se no quadro um grande esquema, baseado nos esquemas individuais.

Por solicitação dos alunos, a professora acrescentou experimentos didáticos relativos à transformação de energia eólica e solar. Cada grupo de alunos recebeu um kit e tinham como tarefas: montar, colocar em funcionamento e elaborar uma apresentação de maneira a explicar as transformações de energia. A Figura 2 traz as imagens dos alunos desenvolvendo a tarefa proposta.

Figura 2: Alunos montando os kits de geração de energia eólica e solar



Fonte: Oliveira (2018).

Após o experimento, houve a aplicação do jogo didático “Energia e suas transformações”, elaborado pela professora pesquisadora, com o objetivo de avaliar a aprendizagem dos conteúdos trabalhados. Para o desenvolvimento do jogo, a turma foi dividida em grupos para que os alunos discutissem os conceitos aprendidos, enquanto jogavam. Cabe mencionar que, segundo Gomes e Júnior (2016), para elaboração de um jogo, seis elementos são necessários:

1. *Objetivo:* o jogador precisa saber no início do jogo o que é necessário fazer para ganhar.
2. *Contexto compreensível:* O contexto de onde se passa o jogo deve ser acessível ao jogador dentro da sua realidade e faixa etária.
3. *Regras claras:* As regras devem ser de fácil entendimento e disponibilizadas para todos os participantes.
4. *Vitórias aninhadas ou pequenas conquistas:* O jogador, ao longo do jogo, pode ter pequenas conquistas, ou seja, fases/missões que fazem parte do jogo maior.
5. *Jogador agente da mudança:* O jogador precisa perceber que o jogo muda a partir da sua ação e essa ação gera consequências.
6. *Existir possibilidade de perda:* A pontuação deve ser equilibrada para que não haja vencedor muito antes do fim, o que pode levar à perda do interesse do jogador.

Ainda, segundo Gomes e Junior (2016), existem diversas mecânicas possíveis para elaboração de jogos. Nesta sequência de atividades, optou-se pela mecânica de jogo em equipe.

Assim, os alunos foram distribuídos em equipes e a professora, que foi a mediadora, explicitou logo no início o objetivo do jogo: ter o máximo de pontos, o que significa responder o maior número de questões de forma correta (elemento 1). As questões versavam sobre Energia e suas transformações (elemento 2) e foram delimitadas às regras (elemento 3). As peças foram cronômetro, *notebook*, *data show*, cartas surpresa, dados, cartas questões, calculadora, canetas e papel para resolver as questões.

O jogo foi dividido em três momentos (elemento 4 - vitórias aninhadas e pequenas conquistas) para o seu desenvolvimento, a saber:

Primeiro momento: as equipes jogam o dado e quem tira o número mais alto inicia jogando. Dentro da equipe há liberdade para escolher a ordem para responder. Cada aluno, individualmente, responde uma questão feita pelo mediador, sobre Energia e suas transformações. Essas questões valem três pontos e cada jogador tem 30 segundos para responder. Ao final desse período, caso o aluno não saiba a resposta, ele pode consultar sua equipe, porém a questão passa a valer um ponto e é acrescentado mais 30 segundos para responder. A qualquer momento, os jogadores podem usar uma carta surpresa da equipe. As questões desse primeiro momento foram elaboradas pela professora pesquisadora e envolveram conteúdos mais gerais.

Segundo Momento: A equipe que teve a maior pontuação no primeiro momento inicia jogando e, em caso de empate, é feito um sorteio com o dado. As equipes têm dois minutos para responder às questões de quatro pontos feitas pela mediadora. Quem não responder ou errar a resposta, não pontua. Pode-se usar a carta surpresa a qualquer momento. As questões utilizadas nessa etapa eram questões do ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio).

Terceiro Momento: A equipe que teve a maior pontuação inicia jogando e, em caso de empate, é feito um sorteio com o dado. Após, a equipe escolhe uma pergunta elaborada na atividade anterior e para quem irá perguntar. A equipe questionada tem dois minutos para responder, consultando todos os membros e as questões valem três pontos. Se não souberem responder a pergunta ou errarem, não pontuam e podem usar a carta surpresa a qualquer momento. As questões, nesse momento do jogo, foram elaboradas pelos alunos na atividade quatro, e por isso tinham maior pontuação.

As cartas surpresas foram pensadas contemplando o quinto elemento necessário para elaboração do jogo: o jogador agente da mudança. Essas cartas têm os seguintes poderes:

1. Socorro: permite à equipe procurar ajuda ou em um livro ou na internet. Tempo extra de três (03) minutos. Duas cartas têm esse poder.

2. Pular: permite à equipe pular a questão que não sabe responder, sem qualquer prejuízo na pontuação. Duas cartas têm esse poder.

3. Inversão: permite à equipe inverter a pergunta para sua equipe. Exemplo: A pergunta foi feita pelo mediador para a equipe um. Assim que o mediador terminar de perguntar, a equipe que possui essa carta diz “inversão”, ganhando o direito de responder e obtendo a pontuação máxima.

Após a realização do jogo, a professora pesquisadora fez uma enquete com os alunos para saber sobre suas percepções a respeito da atividade com o jogo didático.

Para a avaliação final dos conteúdos trabalhados, realizou-se um teste mais abrangente do que o teste inicial e com mais perguntas sobre o conteúdo desenvolvido ao longo da sequência de atividades, para que fossem identificados indícios de aprendizagem significativa crítica.

O Quadro 1, a seguir, apresenta uma síntese da sequência das atividades elaboradas, com os objetivos de cada uma, tempo dedicado para sua execução e sua relação com os princípios da ASC.

Quadro 1: Sequência de atividades executadas

Atividade	Objetivo	Relação com a ASC/princípios facilitadores	Encontros							
			1	2	3	4	5	6	7	
Apresentação da Pesquisa e teste inicial	Apresentar o trabalho aos alunos e identificar os subunçores sobre o conceito de Energia e suas transformações.	1	X							
Simulações	Diferenciar os conceitos de Calor e Temperatura; Evidenciar Calor como forma de Energia; observar o equilíbrio térmico entre duas substâncias; caracterizar as trocas de calor; compreender a conservação da Energia; perceber a transformação da energia.	3,8,10 e 11		X						

Construção de conceitos	Discussão e elaboração a respeito de cada um dos conceitos trabalhados.	4,5 e 7		X	X	X	X	X	X
Elaboração de questões	Os alunos elaboraram questões referentes aos conceitos abordados até o momento	2, 4, 5,10 e 11				X			
Transformação de energia	Trabalhar de forma concreta a transformação de energia/ Apresentar com auxílio de experimentos didáticos a transformação de energia eólica e solar.	2, 3, 4, 5, 6, 9, 10 e 11					X		
Aplicação do Jogo	Avaliação dos conteúdos	2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10 e 11						X	
Teste Final	Avaliação final dos conteúdos	1,2,3,4,5,6,7,8, 9,10 e 11							X

Fonte: Autoras (2023).

Análise da Aplicação do Produto Educacional

A seguir serão apresentados os resultados obtidos a partir da sequência de atividades aplicada. O teste inicial foi elaborado com seis questões sobre os conceitos de energia, energia cinética, energia potencial gravitacional e elástica, energia mecânica, energia térmica e transformações da energia e foi utilizado como uma ferramenta para identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre os conteúdos.

Analisando as respostas dos alunos referentes ao conceito de energia, verificou-se que a grande maioria já tinha um conhecimento prévio, como é possível verificar no Quadro 2.

Quadro 2: respostas dos alunos a respeito do conceito de Energia

“Energia é o fator que torna possível o movimento, a iluminação ou o calor” (aluno 1).
 “Energia é uma grandeza que pode se transformar, sendo como exemplo a agitação das moléculas (calor) e este movimento é energia cinética” (aluno 2).
 “É a capacidade de algo realizar trabalho” (aluno 3).
 “Energia é algo em movimento que sempre muda sua forma como a energia cinética do vento movimentada as pás (eólica) que vira elétrica” (aluno 4).

Fonte: Autoras (2023).

Goldemberg (2008) define que energia é a capacidade de produzir trabalho e pode ser classificada como cinética, gravitacional, elétrica, química, térmica,

radiante e nuclear. Relacionando as respostas dos alunos do Quadro 2 com o conceito de Goldemberg, nove alunos já tinham os subsunçores para ancorar os próximos conteúdos, e quatro alunos não responderam a pergunta ou responderam com o conceito equivocado, sendo assim, foi necessário organizar uma atividade para que pudessem estes pudessem elaborar os subsunçores. Foi então que se aplicou a simulação computacional com o roteiro de atividades.

Na segunda atividade, cada aluno trabalhou individualmente respondendo aos roteiros elaborados pela professora pesquisadora. A atividade serviu para os alunos que já tinham os subsunçores tivessem a oportunidade de reelaborar e para os alunos que não tinham era um organizador prévio. A atividade teve como objetivo diferenciar os conceitos de calor e temperatura; evidenciar calor como forma de energia; observar o equilíbrio térmico entre duas substâncias; caracterizar as trocas de calor; compreender a conservação de energia; perceber as transformações de energia.

A avaliação das respostas dos alunos do roteiro da simulação mostrou que os que não tinham subsunçores, a partir dessa atividade, conseguiram elaborar respostas corretas, em relação ao conceito de energia, conforme pode-se ver no Quadro 3. Os alunos que já haviam respondido de forma correta, no teste inicial, acabaram reelaborando os subsunçores, como podemos ver no Quadro 4.

Quadro 3: respostas dos alunos após a atividade 2 (OA)

“Quando tiver calor vai ter temperatura, o equilíbrio térmico ocorre quando dois corpos de temperaturas diferentes ficam em contato o mais quente passa calor para o mais frio. As trocas de calor é quando algo com uma fonte quente de calor passa energia para o outro, conservação da energia não sei”. (aluno 5)

“Temperatura: quando a água é aquecida ela ganha energia, já quando é resfriada ela perde energia, se tiver dois objetos em contato eles entram em equilíbrio. Calor movimentam as moléculas o que faz aumento da temperatura. Troca de calor: a água e o ferro entram em contato e começam a trocar calor até entrar em equilíbrio” (aluno 6).

Fonte: Autoras (2023).

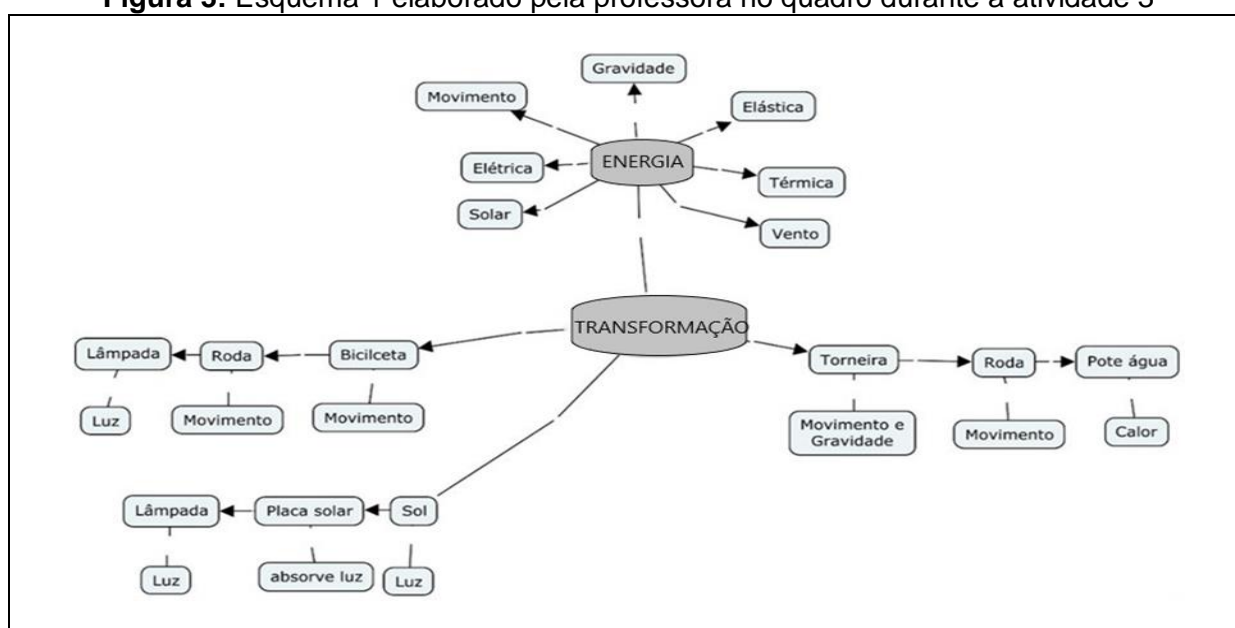
Quadro 4: respostas dos alunos após a atividade 2 (OA)

“Temperatura é como medimos a quantidade de energia térmica que fornecemos a um corpo, isso faz com que as moléculas se agitem. Calor é energia térmica, o equilíbrio se dá quando dois objetos estão a mesma temperatura. A energia de um sistema se conserva e se transforma como vimos na simulação” (aluno 4).

Fonte: Autoras (2023).

A terceira atividade foi baseada nas respostas das simulações. A professora pesquisadora elaborou uma aula expositiva dialogada, na qual foram especificados os conceitos principais dos encontros anteriores, ou seja, partindo do mais geral para o mais específico. A síntese aconteceu no quadro, conforme mostra a Figura 3. De modo a orientar a aula, a professora fez questões que levassem os alunos a pensar onde se encontra e onde o aluno percebe que a energia está presente. Pediu para que os alunos citassem as principais formas e se há conservação e dos processos de transformação.

Figura 3: Esquema 1 elaborado pela professora no quadro durante a atividade 3



Fonte: Oliveira (2018)

A quarta atividade tinha como objetivo motivar os alunos a elaborarem perguntas. Para isso, a turma foi dividida em seis grupos. Cada grupo elaborou duas questões sobre o tema Energia e suas transformações com o auxílio de textos retirados do livro *Quanta Física série 1* (MENEZES *et al.*, 2013). O Quadro 5 exemplifica as questões elaboradas pelos grupos. Os alunos elaboraram questões bem embasadas nos conceitos trabalhados e a participação e motivação foi bem significativa. Construíram questões com múltipla escolha e algumas contextualizadas, como a última questão do Quadro 5. Ao comparar com as atividades iniciais, percebeu-se uma evolução significativa, o que mostra que eles já têm subsunçores e estão no processo da diferenciação progressiva, a caminho para a reconciliação integradora.

Quadro 5: Questões elaboradas pelos alunos

Questão: Melissa jogou uma esfera do alto de uma escada, e essa esfera caiu em cima de uma mola. Quais são as transformações de energia que ocorreram, respectivamente?

- a) Energia cinética, elástica e gravitacional;
- b) Energia elástica, cinética e elástica;
- c) Energia potencial, elástica e cinética;
- d) Energia potencial gravitacional, cinética, elástica, cinética;
- e) Energia gravitacional em cinética.

Questão: Um motorista inexperiente entra em seu carro para dirigir até o trabalho, no meio do caminho ele bate o automóvel em um poste de luz. Explique, em ordem, as transformações que ocorrem nesse contexto começando pela partida do carro até o momento antes da colisão.

- a) Energia térmica em energia cinética.
- b) Energia química em cinética.
- c) Energia cinética em potencial elástica.
- d) Energia térmica em química gerando vapor que transforma em cinética.
- e) Energia química em energia térmica gerando vapor para o movimento dos pistões que por sua vez produzem energia cinética

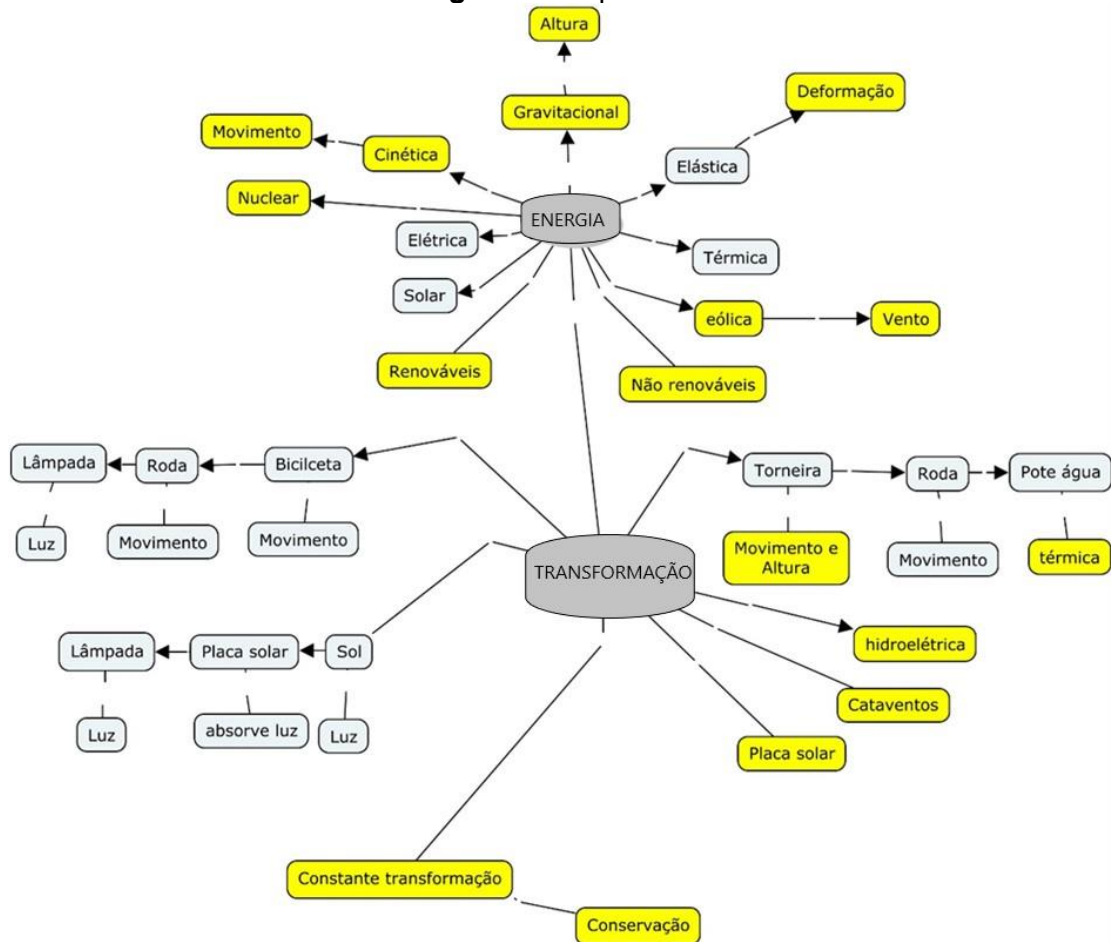
Fonte: Oliveira (2018).

Na aula seguinte, a professora realizou mais um momento de discussão sobre os conceitos de Energia e suas transformações. Na Figura 4, há uma representação do que foi elaborado no quadro durante a aula. Observa-se que os alunos fizeram mais conexões, trazendo mais informações do que no momento anterior, mostrado na Figura 3.

Na quinta atividade, os experimentos foram executados porque os alunos pediram à professora para montar e colocar os experimentos em funcionamento, iniciativa que também converge com ASC. Cada grupo explicou como estava ocorrendo a transformação de energia e assim, percebeu-se uma mobilização por parte dos alunos. Ou seja, neste momento, os alunos foram protagonistas no processo de ensino e aprendizagem, o que evidencia indícios de criticidade.

A sexta atividade, o jogo didático, foi elaborado pela professora, baseado na ASC e nos seis elementos necessários para elaboração de um jogo, segundo Gomes e Junior (2016). Para essa atividade, a aprendizagem foi avaliada a partir da quantidade de respostas corretas às questões realizadas, sendo que, dos 13 alunos, dez responderam quase todas as questões e três responderam a metade das questões. O jogo didático teve dois objetivos, ensinar Física de maneira mais prazerosa e motivar os alunos na elaboração das questões (atividade 4) que fizeram parte do jogo, no terceiro momento.

Figura 4: Esquema 2



Fonte: Oliveira (2018).

Segundo Lopes (2001), é muito mais eficiente aprender por meio de jogos, pois o jogo possui componentes do cotidiano e o envolvimento desperta o interesse do aluno que se torna sujeito ativo do processo. Para Pereira, Fusinato e Neves (2009) e Batista *et al.* (2022), o jogo educativo deve proporcionar um ambiente crítico, fazendo com que o aluno se sensibilize para a construção de seu conhecimento com oportunidades prazerosas para o desenvolvimento de suas cognições. Assim, com o jogo, criou-se um ambiente para que o aprendiz tivesse uma predisposição para aprender, conforme preconiza a teoria da aprendizagem significativa (MOREIRA, 2011).

Como resultado dessa atividade, percebeu-se que os alunos fizeram a reconciliação integradora sobre o conteúdo (MOREIRA, 2011). Ou seja, os alunos conseguiram fazer relações entre os conceitos e proposições, percebendo as semelhanças. É nisso que consiste a reconciliação integradora. Na questão da avaliação, sob o ponto de vista da aprendizagem significativa (MOREIRA, 2011),

verifica-se a capacidade de transferência dos conhecimentos às situações não conhecidas.

Referente às respostas dos alunos na enquete sobre o jogo, as percepções/sugestões foram: as regras ficaram nítidas aos participantes, de modo geral eles colocariam mais cartas surpresas no jogo e os momentos que eles mais gostaram de jogar foram o segundo e terceiro. A maioria dos alunos gostou das perguntas que fizeram parte do jogo. Indicaram ainda que o tempo para as respostas foi pouco, de modo que será preciso aumentar o tempo para cada questão, principalmente no segundo e terceiro momentos. Os alunos acreditam que o jogo os incentivou a aprender e motivou o estudo. Todos os alunos gostariam de jogar novamente.

Para a última atividade, teste final, os alunos responderam: “O que você entende por energia?” e, no Quadro 6, apresenta-se a comparação entre as respostas do teste inicial e final.

Quadro 6: Respostas dos alunos teste inicial e teste final

Aluno 1	Teste inicial	Energia é o fator que torna possível o movimento, a iluminação ou o calor. (A.4)
	Teste final	Energia é o fator que um corpo adquire quando entra em movimento, isso pode gerar trabalho. A partir do movimento podemos gerar outras formas da energia se apresentar, pois ela se transforma e se conserva. (A.4)
Aluno 2	Teste inicial	Energia é uma grandeza que pode se transformar, sendo com exemplo a agitação das moléculas (Calor) e este movimento é energia cinética.
	Teste final	Entendo energia como algo muito amplo, podendo se apresentar de várias formas e se transformando. Por exemplo a energia luminosa (Solar) que se transforma em energia elétrica através de uma placa solar.
Aluno 3	Teste Inicial	Não respondeu
	Teste final	É algo que está em movimento, que constantemente se transforma, é conservada, apresenta-se de várias maneiras. Exemplos: cinética e solar.

Fonte: Autoras (2023).

Essa atividade mostrou uma melhora significativa em relação ao significado atribuído aos conteúdos e conceitos trabalhados, quando comparadas as respostas do teste inicial e do teste final. Os alunos mostraram respostas bem argumentadas e embasadas nos conteúdos desenvolvidos nas aulas. Na sequência de atividades,

nos sete resultados apresentados e embasados na ASC, nota-se que os alunos mostraram indícios de Aprendizagem Significativa Crítica.

Considerações Finais

A sequência de atividades baseada na ASC, e com objetivo no ensino e aprendizagem de Energia e suas transformações de forma contextualizada, trouxe evidências sobre o desenvolvimento dos alunos, com destaque para o fato de que os alunos se mobilizaram para participar das atividades propostas. As aulas tornaram-se dinâmicas e participativas, de modo que o aluno fosse protagonista da sua própria aprendizagem. As estratégias utilizadas dentro da sequência de atividades podem trazer contribuições e ideias para os professores trabalharem os conceitos de Física de maneira diferente e motivadora para os alunos.

Das atividades propostas, é importante destacar três: a identificação dos conhecimentos prévios (atividade 1), a elaboração das questões (atividade 4) e o jogo didático (atividade 6). Na primeira atividade, buscou-se a identificação dos subsunçores pelos alunos, o primeiro princípio facilitador da ASC. Essa identificação é de suma importância para a ancoragem de todos os conteúdos que estiveram envolvidos nas atividades posteriores. Para os alunos que não possuíam, buscou-se elaborar com organizadores prévios (simulações computacionais), o que foi fundamental para evolução do seu processo de aprendizagem.

Na elaboração das questões, todos os alunos estiveram envolvidos e demonstraram uma grande dedicação. Primeiro na leitura do texto escolhido para essa atividade e, em segundo lugar, na formulação das perguntas referentes a Energia e suas transformações. No que se refere à ASC, considerando o ensino centrado no aluno, é importante promover situações colaborativas, ou em pequenos grupos, para que os alunos discutam e formulem perguntas. Na atividade 4, notou-se que as perguntas elaboradas pelos alunos foram relevantes e, segundo Moreira (2005), o aluno capaz de, sistematicamente, formular perguntas relevantes sobre o conteúdo - questões substantivas - mostra evidência de Aprendizagem Significativa Crítica.

O jogo didático, que tinha como objetivo tornar a aula mais atrativa, promovendo interação entre os alunos e o conhecimento, foi bastante significativo. Nesta atividade, os alunos tiveram papel direto dentro do jogo, tanto na elaboração

das questões (atividade 4), quanto no agente de mudança com as cartas surpresas. Considerando que a aprendizagem significativa é progressiva (MOREIRA, 2011), a construção de um subsunçor é um processo de captação, internalização, diferenciação e reconciliação de significados, que não é imediato. Por isso, deve ser desenvolvido através de diversas atividades e sempre buscando ressignificar.

Portanto, acreditamos que o uso desta sequência de atividades seja uma estratégia interessante para o ensino de Física em diversos níveis de ensino, pelas respostas positivas evidentes nos significados mais ricos atribuídos pelos alunos, sobre os conceitos trabalhados. A partir dessa estratégia, os alunos poderão aprender de modo diferente do ensino tradicional. Consideramos que a sequência de atividades teve um papel significativo, em relação à melhoria da aprendizagem, na questão do conteúdo bem como na questão de torná-los sujeitos mais críticos perante sua aprendizagem.

Referências

- ARANTES, A. R. et al. Objetos de aprendizagem no ensino de Física: usando simulações do Phet. **Física na Escola**, v. 11, n. 1, p. 27-31, 2010. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol11/Num1/a08.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2023.
- BATISTA, M. C., SANTOS, O. R., CANOVAS, D. P. S., PEREIRA, R. F. Um Jogo de Tabuleiro como Recurso Didático para o Ensino de Luz e Cores no Ensino Médio. **Revista do Professor de Física**, v. 6, n. 2, p. 55-64, Brasília, 2022.
- GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. **Energia, meio ambiente e desenvolvimento**. 3. ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2008.
- GOMES, M.; JÚNIOR, R. Fundamentos de jogos para professores de Física. In: Simpósio Nacional de Ensino de Física, 22., 2016, São Carlos. **Anais ...** São Carlos, 2016.
- LOPES, M. G. **Jogos na educação: criar, fazer e jogar**. São Paulo: Cortez, 2001.
- MENEZES, L. C. et al. **Coleção quanta física**. 2. ed. São Paulo: Pearson, 2013. v.1.
- MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa crítica**. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 2005.
- MOREIRA, M. A. **Organizadores prévios e aprendizagem significativa**. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 2008.
- MOREIRA, M. A. **Abandono da Narrativa, Ensino Centrado no Aluno e Aprender a Aprender Criticamente**. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 2010.

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

OLIVEIRA, M. B. C. **Sequência de atividades para o ensino de energia e suas transformações, baseada em princípios facilitadores da aprendizagem significativa crítica**. Bagé: UNIPAMPA, 2018. 131f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade Federal do Pampa, Bagé, 2018.

PEREIRA, R. F.; FUSINATO, P. A.; NEVES, M. C. D. Desenvolvendo um Jogo de Tabuleiro para o Ensino de Física. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 7., 2009, Florianópolis. **Anais eletrônicos...** Florianópolis: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências – ABRAPEC, 2009. Disponível em: <http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viienepec/>. Acesso: 02 jun. 2023.

TORRES, C. M. et al. **Física: ciência e tecnologia**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2013. v.1.

TORRES, C. M. et al. **Física: ciência e tecnologia**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2013. v.2.

TORRES, C. M. et al. **Física: ciência e tecnologia**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2013. v.3.