



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**DEPARTAMENTO DE QUÍMICA**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL**

**THAÍS BARRETO MENDES DE ANDRADE**

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA BASEADA EM ESTUDO DE CASO COM**  
**CONTEXTO HISTÓRICO PARA ANALISAR A APRENDIZAGEM DO**  
**CONCEITO DE ENERGIA A PARTIR DA TEORIA DOS PERFIS**  
**CONCEITUAIS**

**RECIFE**  
**2022**

THAÍS BARRETO MENDES DE ANDRADE

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA BASEADA EM ESTUDO DE CASO COM  
CONTEXTO HISTÓRICO PARA ANALISAR A APRENDIZAGEM DO  
CONCEITO DE ENERGIA A PARTIR DA TEORIA DOS PERFIS  
CONCEITUAIS**

Dissertação apresentada à Coordenação do Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional, na Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito para obtenção do título de Mestra em Química.

**Orientador:** Prof. Dr. José Euzebio Simões Neto

**Coorientador:** Prof. Dr. João Roberto Ratis Tenório da Silva

RECIFE

2022

THAIS BARRETO MENDES DE ANDRADE

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA BASEADA EM ESTUDO DE CASO COM  
CONTEXTO HISTÓRICO PARA ANALISAR A APRENDIZAGEM DO  
CONCEITO DE ENERGIA A PARTIR DA TEORIA DOS PERFIS  
CONCEITUAIS**

Aprovada em:

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. José Euzebio Simões Neto (Orientador)  
Departamento de Química – Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

Prof. Dr. João Roberto Ratis Tenório da Silva (Coorientador)  
Núcleo de Formação Docente – Universidade Federal de Pernambuco

---

Profa. Dra. Flávia Cristiane Vieira da Silva (Examinadora Externa)  
Unidade Acadêmica de Serra Talhada – Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

Prof. Dr. Cristiano Barbosa de Moura (Examinador Externo)  
Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca

---

Profa. Dra. Edenia Maria Ribeiro do Amaral (Examinadora Interna)  
Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional – PROFQUI

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Sistema Integrado de Bibliotecas  
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- A554s      Andrade, Thais Barreto Mendes  
Sequência didática baseada em estudo de caso com contexto histórico para analisar a aprendizagem do conceito de energia a partir da Teoria do Perfis Conceituais / Thais Barreto Mendes Andrade. - 2022.  
98 f. : il.
- Orientador: Jose Euzebio Simoes Neto.  
Coorientador: Joao Roberto Ratis Tenorio da Silva.  
Inclui referências e apêndice(s).
- Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Mestrado Profissional em Química (PROFQUI), Recife, 2022.
1. Energia. 2. Estudo de caso. 3. História da Ciência. 4. Perfil Conceitual. I. Neto, Jose Euzebio Simoes, orient. II. Silva, Joao Roberto Ratis Tenorio da, coorient. III. Título

CDD 540

---

Dedico a finalização da minha pesquisa  
a todos que me incentivaram e  
me auxiliaram de alguma forma nessa caminhada.  
Em especial, aos meus pais, que tudo fizeram  
e fazem por mim todos os dias.

## AGRADECIMENTOS

Já sei que não lido bem sob pressão e me vejo hoje, correndo, tentando e lutando, quando mais e mais notícias difíceis de ouvir aparecem. Sabia que não seria fácil, mas não imaginava o quanto tudo isso me consumiria psicologicamente. Foram e ainda estão sendo muitas frustrações, muitas cobranças, tantos medos e anseios ao longo de todo o caminho. Mas ainda assim, vejo pessoas que se tornaram os principais motivos para agradecer.

Primeiramente, gostaria de agradecer a minha família, de maneira geral. Essa base familiar me direciona e me motiva todos os dias a ser alguém melhor. Meus pais são tudo que eu tenho de mais valioso, são eles que me apoiam, que vibram e que movem céus e terras para me fazer feliz. Parece clichê, mas sem eles, absolutamente nada disso seria possível.

Preciso agradecer ao meu noivo, que me mostra os caminhos quando estou aparentemente perdida e desesperada, que aguenta meus estresses, que me acalma e cuida de mim. É com ele que compartilho os melhores e piores momentos da vida. São tantos anos juntos, e a cada dia que passa, tenho mais orgulho e certeza de tudo que construímos em parceria. Obrigada.

Aos meus atuais e ex-alunos, não poderia deixar de agradecer. A energia de vocês me contagia, é em vocês que encontro forças para lutar, para ensinar e para viver. Vocês são a razão de eu ter escolhido fazer o que faço, encontro todos os dias motivação para seguir nessa profissão árdua e sofrida porque tenho vocês comigo.

À Universidade, agradeço por ter conhecido meu atual orientador, o professor Euzebio. Não sou uma pessoa fácil de conviver, tenho certeza disso, mas sempre o tive me dando forças, confiando mais em mim do eu mesma, e me dando choques de realidade quando necessário. Esteve por perto quando nem eu mesma mais acreditava. Lutou e continua lutando para fazer dar certo até o presente momento. Obrigada!

Agradeço demais a professora Edenia Amaral. Ela é uma das profissionais da educação que eu mais admiro, se eu conseguir ser 1/5 do que ela é, já estarei satisfeita. Ao meu coorientador, professor João Tenório, peço desculpas pelas vezes que incomodei e agradeço profundamente a todo apoio e ajuda dos últimos anos.

Por fim, agradeço a Deus e a Nossa Senhora, que fortalecem minha fé a cada novo desafio da vida. Agradeço e dedico todo o meu amor a minha Vó Esailda (em memória)

que partiu para outro plano, mas que ainda se faz presente nas minhas lembranças, no meu dia a dia e no meu coração.

*De tudo o que se aproveita  
De tudo, só quero o agora  
Amanhã, acordo e resmungo  
Eu quero minha vida de volta*

*(Boca Aberta, Pitty)*

## RESUMO

A presente pesquisa de mestrado tem o objetivo de avaliar se uma sequência didática baseada na resolução de estudos de caso com contexto histórico é capaz de auxiliar na aprendizagem do conceito de energia, considerando as zonas do perfil conceitual. A utilização da teoria dos perfis conceituais é justificada por reconhecer os diferentes modos de pensar e formas de falar de conceitos polissêmicos, levando em consideração os diferentes contextos em que assumem valores pragmáticos. A proposta metodológica consistiu nas etapas: elaboração dos casos com contexto histórico, elaboração e aplicação de uma sequência didática associada aos casos, coleta de dados e, por fim, a análise dos dados coletados. A aplicação aconteceu em quatro momentos em uma turma com estudantes do 1<sup>a</sup> e do 3<sup>o</sup> ano do Ensino Médio de uma escola da rede particular situada na cidade de Olinda, região metropolitana do Recife. A análise dos dados buscou reconhecer a emergência das zonas do Perfil Conceitual de Energia e analisou as ordens de aprendizagem para o conceito de energia, a partir da identificação dos modos de pensar nas formas de falar de cada participante. Como resultado deste trabalho, construímos um produto educacional como um material com orientações que auxiliem o professor nos processos de ensino e de aprendizagem do conceito de energia, utilizando como estratégia didática o estudo de caso com contextos históricos.

**Palavras-chaves:** Energia. Perfil conceitual. Estudo de Caso. História da Ciência.

## ABSTRACT

This master's research aims to assess whether a didactic sequence based on the resolution of case studies with historical context can assist in learning the concept of energy considering the zones of conceptual profile. The use of the conceptual profiles theory is justified by recognizing the different ways of thinking and ways of speaking of polysemic concepts, taking into account the different contexts in which they assume pragmatic values. The methodological proposal consisted in the steps: elaboration of the cases with historical context, elaboration and application of a didactic sequence associated with the cases, data collection, and finally, the analysis of the collected data. The application took place in four moments in a class with high school students at a private school located in the city of Olinda, in the metropolitan region of Recife. The data analysis sought to recognize the emergence of the zones of the Conceptual Energy Profile and analyzed the orders of learning for the concept of energy, from the identification of the ways of thinking in the ways of speaking of each participant. As a result of this work, we developed an educational product as a material with guidelines that help the teacher in the teaching and learning processes of the concept of energy, using as a didactic strategy the case study with historical contexts.

**Keywords:** Energy. Conceptual Profile. Case Study. History of science.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>15</b>
2.1 A TEORIA DOS PERFIS CONCEITUAIS .....	15
<b>2.1.1 A proposição de perfis conceituais</b> .....	<b>17</b>
<b>2.1.2 Alguns perfis conceituais encontrados na literatura</b> .....	<b>18</b>
<b>2.1.3 Perfil Conceitual na elaboração de abordagens em sala de aula</b> .....	<b>20</b>
<b>2.1.4 Dimensão da aprendizagem e a relação com as ordens de aprendizagem</b> .....	<b>23</b>
2.1.4.1 Aprendizagem de primeira ordem.....	24
2.1.4.2 Aprendizagem de segunda ordem .....	24
2.1.4.3 Aprendizagem de terceira ordem .....	25
2.2 O PERFIL CONCEITUAL DE ENERGIA .....	26
2.3 HISTÓRIA DA CIÊNCIA E O ENSINO DE QUÍMICA .....	31
2.4 ESTUDO DE CASO E ESTUDO DE CASO HISTÓRICO.....	33
2.5 ABORDAGEM POR ESTUDOS DE CASOS COM CONTEXTOS HISTÓRICOS E A TEORIA DOS PERFIS CONCEITUAIS .....	36
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>38</b>
3.1 CONTEXTO DA PESQUISA .....	38
3.2 ETAPAS DA PESQUISA.....	39
<b>3.2.1 Elaboração da intervenção didática</b> .....	<b>39</b>
3.2.1.1 Primeiro momento: apresentação inicial e questionário de concepções informais .....	39
3.2.1.2 Segundo momento: aula expositiva e dialogada .....	40
3.2.1.3 Terceiro momento: apresentação dos estudos de casos com contexto histórico .....	40
3.2.1.4 Quarto momento: resoluções dos estudos de caso e discussão em grupo .....	45
3.3 APLICAÇÃO DA INTERVENÇÃO DIDÁTICA E INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS .....	45
3.4 ANÁLISE DE DADOS.....	46
3.5 PROPOSTA DO PRODUTO EDUCACIONAL .....	48
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>49</b>
4.1 ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS .....	49
4.2 ANÁLISE DAS INTERAÇÕES DISCURSIVAS NA AULA DIALOGADA .....	61
4.3 ANÁLISE DAS RESOLUÇÕES DOS ESTUDOS DE CASOS .....	76
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>86</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>88</b>
<b>APÊNDICE A – TCLE</b> .....	<b>95</b>
<b>APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO</b> .....	<b>97</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Aprender Química é, muitas vezes, considerada uma atividade difícil e exaustiva pelos estudantes, devido a própria natureza da disciplina e a outros problemas como falta de recursos didáticos, dificuldades na gestão do tempo e falta de estímulo dos professores. Comumente, é explorada em sala de aula de forma descontextualizada, gerando desinteresse pela matéria, bem como dificuldades de aprender e de relacionar o conteúdo estudado ao cotidiano. Contrariamente ao modelo mais tradicional de ensino, defende-se que a aprendizagem de Química deve possibilitar aos alunos a compreensão das transformações químicas que ocorrem no mundo físico de forma abrangente e integrada, para que estes possam julgá-la com fundamentos teórico-práticos (NUNES; ADORNI, 2010).

As formas tradicionais de ensino, que fazem predominantemente o uso de exercícios, mecanismos automatizados priorizando a memorização, não são capazes de formar cidadãos críticos, pois não os fazem aprender Ciências como realidade, mas como uma entidade totalmente desligada dos fenômenos reais, requerendo um poder maior de memorização para fatos, equações e definições, do que o estabelecimento de relações entre o que se ensina e o que explica os fenômenos da natureza (MORTIMER; MACHADO; ROMANELLI, 2000).

Diante disso, a pesquisa em ensino de Ciências vem apontando uma série de propostas alternativas a este ensino tradicional, reduzindo a memorização e buscando relações que apresentem mais significado na vida dos estudantes. A abordagem de aspectos sociocientíficos e de problemas, por exemplo, podem ser realizadas por meio de estratégias de ensino que desenvolvam a participação ativa ou a capacidade de tomada de decisão, em uma forma de ensinar que valoriza diversas atividades como fóruns e debates, projetos, pesquisa de campo, ações comunitárias e estudo de casos.

Destacamos os estudos de caso, que vêm sendo utilizados há muito tempo em diferentes áreas de conhecimento, como sociologia, antropologia, medicina, psicologia, serviço social, direito e administração, com métodos e finalidades variadas (ANDRÉ, 2013). Se trata de uma das variantes do método de Aprendizagem Baseada em Problemas (*Problem Based Learning*, PBL), e é uma metodologia desenvolvida com o intuito de possibilitar aos estudantes o contato com problemas reais, oferecendo a oportunidade de direcionar sua própria aprendizagem, enquanto exploram a Ciência envolvida em situações relativamente complexas (SÁ; FRANCISCO; QUEIROZ, 2007; SILVA; SILVA; QUEIROZ, 2011).

A História da Ciência também pode se apresentar, em sala de aula, como possibilidade para elaboração de estratégias de ensino eficientes, quando o professor recorre a fontes

adequadas e atualizadas, o que pode promover entre seus alunos uma visão mais crítica em relação à Ciência e à construção do conhecimento científico (BELTRAN, 2011). Além disso, destaca-se sua importância no sentido de motivar e seduzir os alunos, tornando as aulas mais interessantes, humanizando a visão de Ciência e mostrando-a como processo e não como um produto acabado, possibilitando melhor compreensão da construção do conhecimento científico ao longo do tempo e sua dinamicidade (MATTHEWS, 1995). Sendo assim, a utilização de um estudo de caso com contexto histórico, apresentada aqui como variante dos estudos de casos históricos, parece ser uma ferramenta com potencial para promover estratégias de ensino visando a aprendizagem de conceitos complexos, como o de Energia.

Existem diferentes ideias sobre como ocorre a construção do conhecimento pelos estudantes. Uma delas é a Teoria dos Perfis Conceituais (MORTIMER, 2000; MORTIMER et al., 2014), que reconhece que um conceito pode ser compreendido de diversas maneiras, marcado pela heterogeneidade do pensamento e da linguagem dos indivíduos inseridos em diferentes contextos sociais. Essas diversas maneiras constituem zonas de um determinado perfil conceitual. Para essa pesquisa, consideramos o perfil conceitual de Energia, proposto por Simões Neto (2016), estruturado em seis zonas, a saber: energia como algo espiritual ou místico, energia funcional/utilitarista, energia como algo material, energia como movimento, energia como agente causal de transformações e energia como grandeza que se conserva. Um ponto de articulação entre o estudo de caso histórico e a teoria dos perfis conceituais seria a possibilidade de que o estudo de caso histórico seja aplicado em uma perspectiva da heterogeneidade do pensamento e da linguagem em que a discussão histórica pode culminar um ensino pautado em uma ciência histórica e socialmente localizadas, portanto em uma aprendizagem mais ampla e relevante.

Ao pensar na dimensão da aprendizagem, na Teoria dos Perfis Conceituais, destacamos a ocorrência de dois processos, um cognitivo e o outro metacognitivo, identificados por meio de elementos para entender a permanência das concepções em estudantes submetidos ao ensino escolar de Ciências, bem como pode redirecionar os caminhos da educação científica (MORTIMER; SCOTT; EL-HANI, 2009; MORTIMER *et al.*, 2014). O enriquecimento dos perfis conceituais (cognitivo) e a tomada de consciência (metacognitivo), como foram chamados os processos, conferem à estudante autonomia na construção do seu próprio conhecimento. Nesta pesquisa, a dimensão da aprendizagem será explorada a partir das ordens de aprendizagens, abordadas no trabalho de Rodrigues e Mattos (2006).

Nesse contexto, assumimos a seguinte questão de pesquisa: Como estudantes constroem significados sobre o conceito de Energia, considerando uma sequência didática com base em estudo de caso com contexto histórico e teoria dos perfis conceituais?

Com base no problema de pesquisa, temos como objetivo geral analisar a potencialidade de uma sequência didática baseada na resolução de estudos de caso com contexto histórico no auxílio da aprendizagem do conceito de energia com base na teoria dos perfis conceituais.

Para auxiliar na obtenção da resposta a questão de pesquisa e alcançar o objetivo proposto, elencamos os seguintes objetivos específicos:

- (i) Identificar as concepções prévias dos estudantes sobre o conceito de energia e os contextos em que essas concepções possuem valor pragmático;
- (ii) Analisar as ideias dos estudantes a partir da utilização de uma sequência didática baseada em estudos de caso com contexto histórico e como se relacionam com as zonas do perfil conceitual de energia (SIMÕES NETO, 2016);
- (iii) Analisar a aprendizagem do conceito de Energia de um grupo de estudantes, a luz da teoria dos perfis conceituais utilizando estudos de caso com contextos históricos.

A presente pesquisa visa contribuir com a compreensão dos processos de ensino e a aprendizagem dos estudantes, fornecendo alternativa metodológica para auxiliar na construção do conhecimento científico, em específico o conceito de energia. Desse modo, a intenção é de trabalhar com o conceito em articulação com as implicações na sociedade, por meio da análise das ordens de aprendizagem a partir do Perfil Conceitual de Energia e da resolução de estudos de caso com contexto histórico, buscando a aprendizagem e a construção de pensamento crítico e reflexivo dos estudantes para enfrentar os possíveis problemas, em contextos científicos ou cotidianos.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção apresentamos as bases teóricas para elaboração e desenvolvimento desta pesquisa, a saber: aspectos centrais da Teoria dos Perfis Conceituais, ordens de aprendizagem, breve histórico do conceito de energia, perfil conceitual de energia (SIMÕES NETO, 2017), história da Ciência e Ensino de Química, estudos de caso e estudos de caso histórico.

### 2.1 A TEORIA DOS PERFIS CONCEITUAIS

Segundo Mortimer e Scott (2003), as salas de aula são lugares sociais complexos, nos quais um professor busca meios de interagir com dezenas de estudantes, com o intuito de desenvolver um ponto de vista particular, objetivando ensinar Ciências para promover nos estudantes uma compreensão de conceitos científicos (EL-HANI; MORTIMER, 2007). Em qualquer sala de aula há uma inevitável heterogeneidade de modos de pensar e formas de falar.

Na década de 1990, Mortimer (1996) estabeleceu perfis conceituais como uma maneira de modelar a heterogeneidade do pensamento e da linguagem em salas de aula de Ciências. Portanto, eles devem ser entendidos como modelos de diferentes maneiras de ver e representar o mundo, que são utilizadas pelas pessoas para significar sua experiência.

Para construir um perfil conceitual é necessário considerar uma grande diversidade de significados atribuídos a um conceito e uma variedade de contextos de produção de significados, incluindo três dos quatro domínios genéticos considerados por Vigotski em seus estudos sobre as relações entre pensamento, linguagem e formação de conceitos (WERTSCH, 1988). Assim, Mortimer e colaboradores (2014) apontam como princípio metodológico que orienta as pesquisas de proposição de um perfil conceitual a ideia vigotskiana de que só é possível ter uma imagem completa da origem de um conceito se o observarmos em diferentes domínios genéticos, que consideram a heterogeneidade dos modos de pensar e formas de falar, úteis em uma boa diversidade de contextos ou domínios de experiência.

Segundo Wertsch (1988), os domínios genéticos foram propostos a partir de estudos que abordam o desenvolvimento do pensamento humano levando em consideração fatores sociais, culturais e históricos. Os domínios ontogenético, sociocultural e microgenético são importantes no caminho metodológico que norteia a proposição de um perfil conceitual.

O domínio ontogenético está relacionado com a evolução humana, concebida desde o princípio até a morte, e pode ser relacionado as aprendizagens individuais resultantes da interação do homem com o meio, acarretando na seleção de comportamentos adequados a determinadas situações. O domínio sociocultural se baseia na construção do comportamento

que ocorre em função do contexto e do período histórico em que o indivíduo está inserido, levando em consideração que o desenvolvimento do comportamento histórico do homem não coincide com o de sua evolução biológica. Por último, consideramos o domínio microgenético, que trata da construção de significados a partir de situações ou fenômenos que circulam o indivíduo e esses fenômenos que o circundam se estabelece devido ao contexto social, em dimensão micro (SIMÕES NETO, 2016; WERTSCH, 1988). Destacamos que o domínio filogenético, diretamente ligado às espécies, associados a questões biológicas, das mudanças na estrutura orgânica e em especial no cérebro, não é inserido na discussão na ampla maioria das pesquisas envolvendo perfis conceituais (WERTSCH, 1988).

Quando se pretende compreender, de forma mais ampla, a comunicação humana e a formação das relações entre sujeito e objeto e/ou sujeito e sujeito, podemos considerar ao menos três dimensões do conhecimento humano: epistemológica, ontológica e axiológica. A primeira está relacionada a produção do conhecimento e as diversas interpretações da natureza, com raízes na história e na filosofia da Ciência, e é capaz de determinar “como” se conhece um objeto. A segunda se refere a natureza dos objetos, ao tentar identificar “o que é” o objeto. Por fim, a dimensão axiológica se relaciona com os valores atribuídos a determinados objetos e busca entender “o porquê” das escolhas e afins, ou seja, é capaz de revelar as motivações e intenções com que um conceito é ou não utilizado pelo indivíduo (RODRIGUES e MATTOS, 2007). A partir disso, é possível identificar processos essenciais que culminam na tomada de consciência, e conseqüentemente na aprendizagem dos conceitos científicos.

É a produção de significados nos diferentes domínios que nos leva a observar compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos que formam os modos de pensar sobre conceitos, possibilitando o reconhecimento de zonas para a construção de um perfil conceitual (MORTIMER, SCOTT, EL-HANI 2009; MORTIMER et al., 2014). Cada zona do perfil corresponde a um modo de pensar, associado a uma forma de falar sobre a realidade, que coexiste com outros modos diferentes, em um mesmo indivíduo.

O perfil conceitual pode se constituir num instrumento para planejamento e análise do ensino de Ciências e a partir dele obstáculos à aprendizagem dos conceitos podem ser identificados e trabalhados em sala de aula numa visão de aprendizagem de Ciências na qual o estudante não obrigatoriamente tem que abandonar as concepções que possui ao aprender novas ideias, científicas ou não-científicas, mas tornar-se consciente dessas diversas zonas e da relação entre elas (MORTIMER, 2011). Aspectos essenciais para estruturação de propostas de perfis conceituais, serão discutidos na próxima seção.

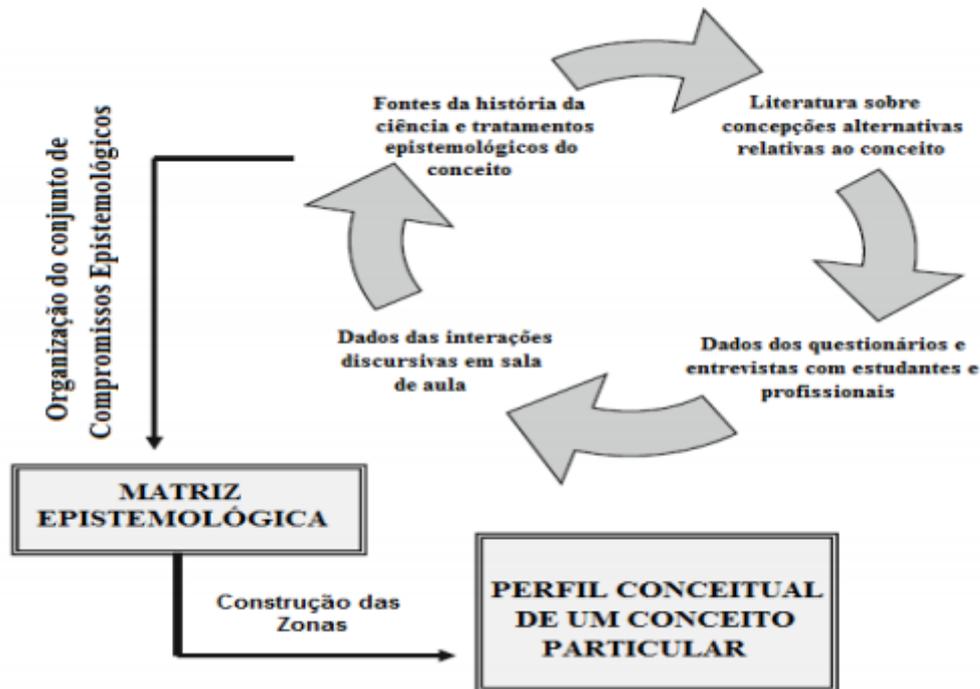
### 2.1.1 A proposição de perfis conceituais

Trabalhos apresentados por Amaral e Mortimer (2006), Coutinho, Mortimer e El-Hani (2007), Mortimer, Scott e El-Hani (2009), Sepúlveda, Mortimer e El-Hani (2013), Amaral e Silva (2013), entre outros, apresentam metodologias de trabalho para a proposição de perfis conceituais. Destacamos o trabalho de Mortimer e colaboradores (2014), no qual os autores apontam requisitos fundamentais para proposição de um perfil sobre determinado conceito: devem ser conceitos centrais da Ciência, necessariamente polissêmicos e utilizados em linguagem científica e também em linguagem cotidiana, para que se possa construir um modelo da heterogeneidade de pensar e falar que pode ser usado em diversos contextos, incluindo a sala de aula.

Ainda, para o processo de elaboração de um perfil conceitual, é estritamente necessário considerarmos uma grande variedade de significados atribuídos a um conceito e uma diversidade de contextos de construção de significados, que incluem, como falamos anteriormente, três dos domínios genéticos de Vigotski (MORTIMER et al., 2014).

Os dados recolhidos das fontes para identificação das zonas de um perfil devem ser tratados de maneira dialógica e não sequencial (MORTIMER, SCOTT, EL-HANI, 2009, p. 05), coletados principalmente de: fontes secundárias sobre a história da Ciência e análises epistemológicas sobre um conceito em estudo; trabalhos na literatura sobre as concepções informais dos estudantes; dados coletados de entrevistas, questionários; e, por fim, gravações de interações discursivas em situações de aprendizagem, dentro e fora das salas de aula. Os dados obtidos a partir dessas fontes devem ser examinados para que possam ser identificados compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos, “que estabilizam formas de falar e modos de pensar sobre os conceitos e, desta forma, possibilitam individualizar zonas de um perfil” (EL-HANI; SILVA-FILHO; MORTIMER, 2014). A figura 1 representa a metodologia de proposição de um perfil conceitual e suas etapas.

**Figura 1:** Metodologia para a proposição de um perfil conceitual.



Fonte: Simões Neto (2016).

Percebemos que, muito mais que uma organização em categorias, na proposição de um perfil conceitual é necessária a construção de uma matriz organizadora da polissemia, para organização, análise e construção das zonas de um perfil. A seguir, apresentaremos alguns perfis conceituais já propostos na literatura.

### 2.1.2 Alguns perfis conceituais encontrados na literatura

É importante destacar que na literatura sobre a proposição de perfis conceituais, temos destaque para conceitos da Química, como no primeiro perfil conceitual proposto, o de átomo e estados físicos dos materiais (MORTIMER, 1995; MORTIMER, 2000). São quatro as zonas propostas para este perfil, sendo a primeira definida a partir de uma visão sensorial da matéria, portanto chamada de zona sensorialista, em que o indivíduo apresenta concepções baseadas em fatores associados aos sentidos. A segunda zona é denominada substancialista e se refere a ideias em que o indivíduo substancializa a concepção de átomo, atribuindo às partículas propriedades de substâncias e materiais que são por elas formados, tais como cor ou mudança de estado físico, por exemplo. Na terceira zona do perfil encontramos concepções clássicas da matéria, ideias que possuem um caráter mais racionalista, baseadas numa visão microscópica da matéria, com o átomo visto como uma partícula material, governada pelas leis da mecânica

clássica. Na última zona do perfil encontramos um nível maior de racionalidade, e o conceito de átomo é explicado com base nas leis da mecânica quântica. As zonas mais científicas para este perfil conceitual são chamadas de racionalista clássica e racionalista quântica, respectivamente.

Mortimer (1997) também propôs um perfil para o conceito de molécula em quatro zonas. A primeira zona diz respeito aos “princípios”, constituída por concepções da filosofia clássica, com um forte compromisso realista, que dá nome a zona, considerando que a base de toda natureza são os princípios. Semelhante ao perfil proposto para átomos e estados físicos dos materiais, a segunda zona é constituída por concepções substancialistas, para as quais a molécula contém todas as propriedades da substância que por elas são formadas. Na terceira zona estão reunidas concepções racionalistas, nos termos considerados pela Química clássica, na qual a molécula é a menor parte da substância, guardando todas as suas características sem que haja mudanças em sua natureza. Na quarta e última zona encontramos concepções presentes na Química moderna, para a qual a molécula não apresenta uma geometria fixa, bem definida, como na zona anterior, e são defendidas ideias de que a sua estrutura está sempre mudando no espaço.

Em estudo mais recente, Pereira (2020) buscou remodelar o perfil conceitual de molécula baseado no perfil pré-estabelecido por Mortimer e Amaral (2014). Foram analisados dados obtidos em livros didáticos indicados para o Ensino Superior, questionários, entrevistas e aulas de Química. Após análise e diálogo entre os dados, foi proposto um novo perfil conceitual de molécula constituído por seis zonas, intituladas: primeiros princípios, substancialismo, átomos geometricamente arranjados, composicionista, interacionista e molécula moderna. As zonas foram delimitadas por compromissos epistemológicos e ontológicos, identificados nas diversas formas de falar e nos modos de pensar reconhecidos nos dados.

Amaral e Mortimer (2001) propuseram um perfil conceitual para o conceito de calor, em cinco zonas: realista, empírica, substancialista, animista e racionalista. Na zona realista são consideradas as ideias relativas às primeiras noções de calor vinculadas à sensação térmica de quente, encontradas em situações do cotidiano. Na zona animista, o calor é apresentado como uma substância viva e/ou com a capacidade de dar vida. Na zona substancialista o calor é tratado com uma substância inerte, a partir de concepções filosóficas vindas desde o período de Aristóteles e Platão até aquelas que imprimiam ao fogo o estatuto de substância, que ainda sobrevive na linguagem e práticas da Química e da tecnologia. Para a zona empírica os autores consideraram a concepção de calor relacionada com as medidas de temperatura. A última zona,

racionalista, apresenta um viés científico, com o calor é visto como energia em trânsito, de um corpo em maior temperatura para um corpo em menor temperatura.

Amaral (2004) apresenta um perfil conceitual relativo à compreensão sobre entropia e espontaneidade, na qual, inicialmente, quatro zonas foram propostas: zona perceptiva/intuitiva, zona empírica, zona formalista e zona racionalista. Em 2014, Amaral, Mortimer e Scott propuseram uma reformulação neste perfil, culminando em apenas três zonas, a saber: zona perceptiva/intuitiva, que exprime a ideia de naturalidade na ocorrência dos fenômenos; zona empírica, relacionada a consideração das condições para ocorrência, e zona racionalista, que exprime o formalismo matemático e a interpretação mais profunda da espontaneidade (AMARAL; MORTIMER; SCOTT, 2014).

Silva (2011) propôs o perfil conceitual de substância em cinco zonas, a saber: essencialista, generalista, substancialista, racionalista e relacional, sendo as duas últimas mais científicas. A zona essencialista considera a substância como a essência das coisas, em uma visão mais ontológica. A segunda zona, generalista, que tem vínculos com o realismo ingênuo, está associada ao pensamento de que qualquer material é uma substância. A zona substancialista está associada a ideias mais estruturadas sobre o conceito, como sua constituição e propriedades, mas terminam por substancializar características como cor, doçura, azedume. Por fim, a quarta e a quinta zona estão mais relacionadas a visão científica. Enquanto a zona racionalista já encontramos a compreensão das dimensões micro e macro para compreensão das substâncias, enquanto que a zona relacional considera substâncias a partir da sua relação com outros conceitos.

Na literatura, são encontrados outros perfis que foram propostos ao longo dos anos, aqui foram expostos apenas alguns como forma de exemplificação. Foram identificados também trabalhos que visam minimizar as dificuldades dos processos de ensino e de aprendizagem utilizando os perfis conceituais. Apresentaremos a seguir, pesquisas que fizeram uso dos perfis conceituais propostos anteriormente, com objetivo de otimizar o processo ensino aprendizagem em sala de aula.

### **2.1.3 Perfil Conceitual na elaboração de abordagens em sala de aula**

Silva e Nóbrega (2017) investigaram os diferentes modos de pensar e falar no perfil conceitual da substância a partir da emergência das zonas. Trabalhando com quarenta e dois licenciandos em Química, que responderam questionários, e com um recorte de quatro destes estudantes visando entrevista posterior, escolhidos pela amplitude de emergência de zonas na

primeira parte da pesquisa. Os autores puderam concluir que a relação entre modos de pensar e modos de falar não é linear, mas mediada por outros elementos, como o nível de conhecimento e o ambiente em que o indivíduo está inserido. Também observaram a necessidade de utilização de mais de uma ferramenta de pesquisa em trabalhos que abordem proposição ou mapeamento de zonas de perfis conceituais, pois o uso dos recursos (entrevistas e questionários) se mostrou limitado levando em consideração o objetivo final da pesquisa.

Sabino e Amaral (2018) objetivaram analisar a emergência de zonas do perfil conceitual de substância e o processo de conceituação vivenciado por alunos quando envolvidos em diferentes atividades em sala de aula. O percurso metodológico foi constituído por duas etapas: planejamento e estruturação de uma sequência de ensino e aprendizagem, utilizando para o seu desenho a perspectiva de Mehéut (2005) e zonas do perfil conceitual de substância proposta por Silva e Amaral (2013), e aplicação das atividades planejadas para análise do processo de conceituação vivenciado por alunos ao longo da sequência. Três aulas foram gravadas em vídeo e posteriormente transcritas e analisadas, um questionário foi aplicado para toda turma e uma entrevista foi realizada com dois estudantes participantes da pesquisa. Os resultados mostraram que quatro das cinco zonas do perfil conceitual de substância emergiram ao longo das aulas e em resposta ao questionário (generalista, utilitarista/pragmática, substancialista e racionalista) e não foi identificado a emergência de ideias representativas da zona relacional. Ainda, apontaram para a importância de o professor ter conhecimento sobre os diferentes modos de pensar o conceito de substância, uma vez que eles desempenham um importante papel, não só no planejamento, mas também na mediação e direcionamento das discussões nas aulas.

Trajano (2016) propôs uma sequência didática dividida em três momentos e aplicada a uma turma de 3º ano do Ensino Médio, com intuito de analisar estratégias para o ensino dos conceitos de entropia e espontaneidade. Para a coleta dos dados, foram utilizados diários de campo e questionários que subsidiaram os resultados e discussão da pesquisa. A proposta da sequência didática para os temas entropia e espontaneidade foram devidamente estruturadas a partir de três diferentes dimensões: o foco de ensino, a abordagem e as ações, dentre as quais merecem destaque a narrativa científica, a exposição empírica e a exposição matemática. As atividades foram fundamentais na observação das zonas do Perfil Conceitual, evidenciando a importância do conhecimento destes na prática docente.

Guimarães, Silva e Simões Neto (2021) trabalharam com a proposição e aplicação de uma sequência didática para discussão dos conceitos de entropia e espontaneidade, a partir da apresentação do perfil conceitual para os conceitos de Amaral, Mortimer e Scott (2014), com três zonas, a saber: zona perceptiva/intuitiva, que exprime a ideia de naturalidade na ocorrência

dos fenômenos, zona empírica, relacionada a consideração das condições para ocorrência, e zona racionalista, que exprime o formalismo matemático e a interpretação mais profunda da entropia e da espontaneidade. Participaram da pesquisa vinte estudantes matriculados em uma disciplina de Físico-Química, na formação inicial de professores, que vivenciaram uma sequência didática em cinco momentos. Os resultados indicaram que o perfil conceitual é uma boa alternativa para planejamento de atividades para a sala de aula, considerando os diversos modos de pensar e que trabalhar com sequências didáticas permite o processo de conceituação e de reconhecimento de contextos e do valor pragmático de cada um dos modos de pensar entropia e espontaneidade.

Trabalhando na interface entre ensino de Ciências e Arte, Souza e Simões Neto (2021) propuseram uma intervenção didática para trabalhar o perfil conceitual de calor a partir da experiência de apreciação e composição de canções e paródias. Para isso, um dos autores compôs duas músicas, em gênero musical forró, para discutir inicialmente o conceito de calor em diversas situações. Os estudantes participantes foram direcionados a composição de canções e/ou paródias abordando os diversos modos de pensar o calor. Por fim, após discussão em sala de aula, foram convidados a reelaborar a composição inicial, visando ampliar a discussão sobre o conceito de calor. Os resultados apontam para uma ampliação das zonas que emergem nas letras das canções, bem como uma maior compreensão dos contextos em que cada modo de pensar tem maior valor pragmático, percebidos a partir de uma entrevista ao final da intervenção.

Buscando a emergência das zonas do perfil de calor e indícios do processo associado de tomada de consciência, Simões Neto *et al.* (2013) utilizaram uma sequência didática centrada na apresentação de contextos de utilização do conceito retiradas de séries de televisão, animes e desenhos animados. Os dados foram coletados por registros em vídeo que foram, posteriormente, transcritos, o que possibilitou perceber a construção de conhecimento relativo ao conceito de calor nas falas e, mesmo apresentando algumas irregularidades, as noções científicas foram construídas e confrontadas com as demais visões. Além disso, foram identificados indícios de uma possível tomada de consciência da multiplicidade das zonas por parte dos estudantes.

No trabalho de Diniz Júnior, Silva e Amaral (2015), levando em consideração pesquisas sobre perfis conceituais e a importância de o estudante tomar consciência dos diferentes modos de pensar sobre um conceito específico, consideraram também importante que o professor tenha consciência dessa pluralidade de sentidos inerentes a um determinado conceito. Portanto, objetivaram identificar zonas do perfil conceitual de calor que emergiram na fala de dois

professores, em aulas de Química, e analisaram as percepções que estes podem apresentar sobre suas concepções. As aulas foram registradas em vídeo, trechos de fala foram transcritos e analisados, e também foram realizadas entrevistas com os professores. Os resultados mostraram a emergência de quatro zonas do perfil conceitual de calor (realista, substancialista, empirista e racionalista), e os autores sugerem que os docentes não têm percepção das suas concepções. Esses resultados apontam para a necessidade de reflexão dos profissionais sobre as suas concepções, de forma que possam adotar estratégias apropriadas para mediar a discussão com os estudantes, guiando-os para a compreensão dos diversos significados que um conceito pode adquirir em situações e contextos diversos.

A partir do estudo de pesquisas encontradas na literatura, é possível perceber que há um crescente interesse, publicação e divulgação de trabalhos envolvendo propostas utilizando o perfil conceitual em sala de aula, o que mostra uma ampliação de interesses sobre a teoria no programa de pesquisa, considerando a sua utilização em situações de ensino e aprendizagem. Na próxima seção apresentaremos a dimensão da aprendizagem da Teoria dos Perfis Conceituais.

### **2.1.4 Dimensão da aprendizagem e a relação com as ordens de aprendizagem**

Perfis conceituais podem ser utilizados como instrumento para planejamento e análise do ensino de Ciências. Assim, com base nesta teoria, é possível a elaboração de estratégias de ensino que foquem na valorização dos diferentes modos de pensar atribuídos a um determinado conceito, considerando as diversidades culturais e os mais variados contextos de cada indivíduo (ARAÚJO, 2014).

De acordo com a teoria, as zonas de um perfil conceitual são construídas considerando compromissos epistemológicos e ontológicos (MORTIMER, 2000), além de compromissos axiológicos (DALRI, 2010), distintos na compreensão de um conceito, e que ganham sentido em contextos de aplicação específicos. Dessa forma, modos de pensar relacionados às ideias do senso comum ganham sentido nos contextos em que são usadas, tendo um grande valor pragmático (MORTIMER; SCOTT; EL-HANI, 2009).

Em relação à natureza da aprendizagem de conceitos, a Teoria dos Perfis Conceituais nos fornece elementos para entender a permanência das concepções informais em estudantes submetidos ao ensino escolar de Ciências, bem como pode redirecionar os caminhos da educação científica, entendendo a aprendizagem de ciências em termos de duas dimensões, ou dois processos, que se relacionam entre si (MORTIMER; SCOTT; EL-HANI, 2009;

MORTIMER et al., 2014), um cognitivo, baseado no enriquecimento dos perfis conceituais, ou seja, no processo associado ao ato de conhecer novas zonas do perfil conceitual para um determinado conceito, e outro metacognitivo, a tomada de consciência da multiplicidade de modos de pensar que constituem um perfil conceitual e dos contextos nos quais esses modos de pensar e os significados podem ser aplicados de modo apropriado e pragmaticamente poderosos.

Para Rodrigues e Mattos (2007) quando o estudante passa a dar significado ao seu objeto de estudo a aprendizagem está sendo efetiva, e ele tomou consciência do que faz, e possivelmente fará generalizações para fora do âmbito escolar. Rodrigues e Mattos (2006) trazem elementos que relacionam as zonas do perfil conceitual e a aprendizagem efetiva, fazendo uso das ideias de Vigotski ao considerar as atividades comunicativas. Para relacionar essa aprendizagem com o perfil conceitual, devemos levar em consideração a meta-consciência. No intuito de estabelecer essas relações, os autores dividem a aprendizagem em três ordens, que serão apresentadas a seguir:

#### 2.1.4.1 Aprendizagem de primeira ordem

Consiste na simples aquisição de novas zonas do perfil conceitual, sendo esta adicionada a qualquer dimensão do perfil, seja epistemológica, ontológica ou axiológica. Se caracteriza por uma forma de aprendizagem mais mecanizada, com estratégias de ensino mais tradicionais, na qual o aluno recebe informações e algoritmos, resumindo sua aprendizagem em um acréscimo de novas zonas. Nesta ordem de aprendizagem os alunos apenas agregam informações de forma simples e objetiva. Em resumo, é como se houvesse no estudante apenas uma reorganização das demais zonas de um perfil conceitual em função da aquisição de novas informações. Podemos dizer que cada informação é sempre uma nova informação e o indivíduo não é capaz de corrigir os erros com base apenas nelas.

#### 2.1.4.2 Aprendizagem de segunda ordem

Busca o conhecimento das zonas que compõem seus perfis conceituais, além das relações que se estabelecem entre cada uma delas ou das relações que se estabelecem entre cada uma das suas dimensões. Sendo assim, além de tomar consciência da existência de novas zonas, o aluno consegue perceber os vínculos entre as diversas zonas deste perfil conceitual. Isto exige do aluno um estado meta-consciente, que representa a consciência do seu próprio perfil

conceitual, a partir da qual ele pode reorganizar as zonas do seu perfil. A partir desta ordem de aprendizagem, ela se torna significativa, ou seja, conceitos já existentes se relacionam com novos conceitos dentro de uma mesma área e esse conhecimento passa a ser o principal fator a influenciar na aquisição de novos conhecimentos na mesma área. Neste caso, o aprendiz adquire a capacidade de “aprender a aprender” e consegue, dentro de contextos determinados, estabelecer comportamentos adequados com poucas tentativas.

#### 2.1.4.3 Aprendizagem de terceira ordem

Os autores definem como a conscientização da relação entre as zonas de um perfil conceitual com seus possíveis contextos de uso. Nele temos a compreensão de quais são os elementos do contexto em que estamos inseridos naquele momento. Conhecer as relações entre as zonas do perfil conceitual e os contextos apropriados de uso, permite que o indivíduo seja capaz de enunciar e de interpretar enunciados significativos na situação apropriada, são essências para o sucesso da comunicação. Por meio desta percepção o indivíduo reorganiza as zonas do seu perfil conceitual e cria prioridades para o uso do conceito, ou seja, reconhece o contexto e a zona do perfil conceitual mais adequada para determinada tarefa ou comunicação.

Dril, Mattos e Rodrigues (2007) afirmam que a meta-consciência está envolvida nessas ordens de aprendizado, e é a partir que o aluno reorganizar as zonas do seu perfil conceitual. A partir desta ordem de aprendizado a aprendizagem se torna significativa, pois o aluno estabelece vínculos entre as zonas do perfil. Desta forma, na aquisição de uma nova zona, o estudante é capaz de estabelecer um conjunto de relações entre as diversas concepções pré-existentes e a que se apresenta (RODRIGUES; MATTOS, 2006). Os autores também evidenciam a importância de salientar que entre as ordens apresentadas não existe uma hierarquia temporal, deste modo, podem ocorrer de forma independente ou mesmo simultaneamente.

Ainda que haja interesse em levar os perfis conceituais para a sala de aula a partir de estratégias de ensino e aprendizagem associadas a teoria, observamos que as ordens de aprendizagem (RODRIGUES *et al.*, 2006) ainda não são tratadas de maneira ampla nas pesquisas. Além disso, foi evidenciada a importância de o professor ter conhecimento sobre os diferentes modos de falar e pensar sobre um determinado contexto, com intuito de promover diálogos e utilizar estratégias adequadas que guie o estudante para tomada de consciência, culminando na aplicação dos conceitos nos mais variados contextos. Sendo assim, percebemos a necessidade de investir em uma proposta que foque em entender, especificamente, como os

alunos são capazes de entender, analisar e utilizar com valor pragmático os conceitos. Nossa proposta vai nesta direção, centrada no conceito de energia.

## 2.2 O PERFIL CONCEITUAL DE ENERGIA

O termo energia vem do grego *energeia* (ἐνέργεια), fazendo parte da teoria do ato e Potência (*Energeia/Dinamis*), na tentativa de resolver a questão da possibilidade de movimento levantada pelos filósofos pré-socráticos. Vale ressaltar que energia é um conceito abstrato, que agrega uma quantidade de fenômenos em torno de sua compreensão e que, ao longo do seu desenvolvimento histórico, passou por mudanças de significados, até chegar à compreensão científica atual.

Simões Neto (2016) apresenta um levantamento histórico, realizado em fontes secundárias, sobre como o conceito de energia é construído ao longo da história. A princípio, serão destacados neste trabalho as mais marcantes e significativas contribuições para evolução do conceito de energia, limitando-se ao cumprimento desse objetivo na presente pesquisa, sem intenção de explorar toda a história ou abranger todo o desenvolvimento deste conceito.

A partir do séc. V a.C., na Grécia, a mitologia foi sendo substituída por uma visão mais filosófica, na qual o Universo era construído a partir de um elemento primordial, o *arché*, que poderia ser a água, segundo Thales (624-546 a.C.), o ar, segundo Anaxímenes (588-524 a.C.), ou o *apeyron* (indefinido, em grego), segundo Anaximandro (610 — 546 a.C.). Empédocles (495 a.C. - 430 a.C.) propôs a teoria dos 4 elementos primordiais, terra, ar, fogo e água, que se transformavam, sob a ação de duas forças, amor e ódio, gerando tudo o que existe (PONCZEK, 2000). Destaca-se, em seguida, a Metafísica Aristotélica que entende a energia como entidade responsável por transformar o ser em uma forma potencial à sua forma final, ou um estágio intermediário, forma atual, já que não é necessário que o movimento chegue ao final da potência. Desta forma, energia se relaciona à transformação ou causa de um processo (ZINGANO, 2002).

O racionalismo do século XVII ganhava cada vez mais espaço e credibilidade com os avanços da Ciência, que ocorreram a partir de Copérnico, Kepler e Galileu, e o homem passa a perceber o Universo como produto de uma evolução que ocorre não mais pela ação direta de um Criador, que molda uma a uma, mas pela existência de leis universais da natureza que podem ser expressas matematicamente (PONCZEK, 2000).

Podemos destacar dois cientistas que fizeram contribuições importantes no desenvolvimento do conceito de energia, Descartes e Leibniz. René Descartes (1595-1650)

acreditava num deísmo, no qual Deus criava a matéria e seu movimento sem nenhuma interferência posterior. Para ele, tudo estava assim pré-determinado pelas condições iniciais com que havia sido criada a obra divina. Não havia nenhuma transcendência da matéria além de sua extensão e seu movimento. A partir dessa premissa básica, Descartes construiu a sua complexa teoria dos vórtices, na qual, por meio de uma longa rede de causas e efeitos, tenta explicar a origem e a evolução do universo até a formação da crosta terrestre. Ficou assim estabelecida a lei geral de conservação do movimento, que, para ele, tinha a sua verdadeira medida como o produto da massa pelo módulo da velocidade do corpo ( $m \cdot v$ ), sendo assim, a grandeza representativa da imutabilidade e perfeição na obra do Criador (DESCARTES, 1998).

Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716) criou um sistema de pensamento próprio, contrário ao de Descartes, acreditando que, para a concepção do Universo, não bastavam apenas a extensão e o movimento da matéria, mas era necessário também introduzir algumas ideias metafísicas, como o esforço, a vontade e a alma. Ele propõe a teoria das mônadas, buscando a verdadeira representação matemática da força (*vis*). Na tentativa de descobrir uma forma mais adequada de achar a verdadeira medida do movimento da matéria, compreendeu que um objeto pesado causaria mais impacto ao atingir o solo do que outro leve, supondo ambos caindo de uma mesma altura e adquirindo, portanto, a mesma velocidade final. O filósofo alemão acreditava que, para medir a força, bastava encontrar uma maneira de medir o impacto causado pelo corpo.

Leibniz nos demonstra que a massa vezes a velocidade ( $m \cdot v$ ) não deve ser a verdadeira medida de uma força, e sim a massa pelo quadrado da velocidade ( $m \cdot v^2$ ), grandeza nomeada de *vis viva*, que começou a disputar com a quantidade de movimento de Descartes ( $m \cdot v$ ) o status de verdadeira medida do movimento e da força de um corpo. A questão foi motivo para grande discussão entre os cartesianos e os leibnizianos e tomou conta de todo círculo científico da época, ficou conhecida como Controvérsia da *Vis-viva* (SILVA, 1995; PONCZEK, 2000).

Em paralelo, as discussões sobre a teoria do calórico, na qual o calor era associado a uma substância responsável pela dilatação dos corpos mediante aquecimento e que poderia ser transferida de um corpo para o outro, sendo tratado como algo material e o objetivo das investigações científicas passa a ser entender o processo de propagação do calor como se fluísse de um corpo para outro de temperatura mais alta para o de temperatura mais baixa (PINHO e ANDRADE, 2002). Outra visão sobre o calor, relacionada ao movimento, era também defendida por vários cientistas da época, entre eles Francis Bacon (1561-1626) e Robert Boyle (1627-1691) em trabalhos publicados, respectivamente, em 1620 e 1650 (ORNELLAS, 2006). Foram essas formas de pensar a natureza do calor que contribuíram para o surgimento de uma

segunda controvérsia relacionada a evolução do conceito de energia, que vamos chamar de controvérsia *fluido versus movimento*.

Essa controvérsia começou a ser esclarecida a partir do trabalho de Benjamin Thomson, o conde Rumford (1753-1814), ao trabalhar na perfuração de canhões em Munique, na Baviera, região da Alemanha (BRICCIA e CARVALHO, 2011; GOMES, 2012). Ele já investigava a natureza do calor por meio da realização de vários experimentos, que culminaram em sua elaboração conceitual de calor e posteriormente na invenção ou aprimoramento de aparelhos como o fogão (STEINLE, 2002).

Segundo historiadores da Ciência foi por meio do experimento do canhão que ele teria começado a pensar na impossibilidade de uma teoria material do calor. Ele observou que o contato das partes metálicas dos canhões parecia produzir uma grande quantidade de calor, e realizou experimentos com intuito de avaliar se esse calor produzido pelo atrito das partes metálicas cessava em algum momento. Constatou que a quantidade de calor parecia ser infinita, pois mesmo atritando por longas horas o calor não findava. Essa percepção conflitava com a teoria do calórico, pois se o calor fosse mesmo um fluido, a sua produção deveria ser finalizada em algum momento já que a quantidade de fluido seria limitada ao volume do corpo em que ele estava contido, como o suco de uma fruta, até o esgotamento (PULIDO; SILVA, 2011).

Vale salientar que o experimento do conde Rumford não foi considerado crucial para provar que o calórico não existia e conseqüentemente a superação da controvérsia fluido versus movimento. Para Medeiros (2009), este trabalho lançou a visão de que o calor deveria ser uma forma de movimento, fornecendo vários indícios que nortearam o caminho daqueles que o seguiram nesse pensamento (GOMES, 2012). Ou seja, esses resultados não chegaram a determinar o enfraquecimento da teoria do calórico, mas podem ser considerados como a base para a consolidação de uma teoria dinâmica do calor (ORNELLAS, 2006; SILVER, 2008). Sendo assim, atribui-se a Teoria dinâmica do calor, a definição de calor (energia) como resultante do movimento das partículas que compõe o sistema (SIMÕES NETO, 2016).

Por fim, associa-se o princípio da conservação de energia como sendo um aspecto marcante e final do desenvolvimento histórico do conceito de energia. Entende-se que, em todo e qualquer processo, a energia não pode ser criada ou destruída, mas unicamente transformada.

Segundo Richard Feynman (1918-1988), a energia é notoriamente matemática e abstrata. Ele aponta que, na Ciência, levando em consideração a conservação de energia, existe uma certa quantidade que não se modifica nas múltiplas modificações pelas quais passa em diferentes fenômenos e processos. Às vezes, parte da energia deixa o sistema (energia liberada, consumida ou dissipada), outras vezes, energia entra no sistema (energia absorvida ou

recebida), fatos que podem ser explicados pelas inúmeras formas de energia existentes, tais como: energia cinética, energia potencial, energia térmica, energia luminosa, energia nuclear, entre outras. Para o autor, existem formas de calcular quantidades de energia, que, quando somadas, fornecem como resultado um total que se conserva. Então, podemos não saber ao certo o que é a energia, mas podemos controlar a sua produção e consumo a partir de modelos matemáticos.

Diante do que foi apresentado, podemos afirmar que o conceito de energia é multidisciplinar, sendo assim, abrange diferentes tipos de áreas das Ciências Naturais em diversos patamares da educação, e, portanto, assume muitos significados dependendo dos contextos em que são utilizados (SIMÕES NETO, 2016). Pensando no processo de ensino e aprendizagem, a energia é um conceito difícil, pois aparece em várias disciplinas, com uma grande variedade de abordagens (BARBOSA; BORGES, 2005), além de estar relacionado a questões cotidianas, com implicações econômicas (OLIVEIRA, 2013) e de ser, do ponto de vista científico, essencialmente teórico (SOUZA, 2007). A dificuldade de aprendizagem pode estar associada a evolução histórica do conceito que é longa e complexa (JACQUES e PINHO-ALVES, 2008); ao conceito de energia apresentar um caráter abstrato e com pouca informação sobre sua natureza (BUNGE, 2000; BARBOSA e BORGES, 2005) e ainda, a popularização do termo, que não é de uso exclusivo da comunidade científica e que podem ser associados a interpretações que causam confusão com outros conceitos e dão origem a utilizações equivocadas (ARIAS, 2002; BARBOSA e BORGES, 2005).

Desta forma, durante as aulas das ciências (Física, Química, Biologia), as ideias científicas e não-científicas dos estudantes entram em algum tipo de diálogo. Sabemos que existem diversas concepções associadas ao conceito de energia, com uma ampla literatura preocupada em reconhecer e classificar tais concepções (PACCA e HENRIQUE, 2004).

Para o conceito de Energia, observando o perfil conceitual proposto por Simões Neto (2016), percebemos que são apresentados vários modos de pensar expressos em seis zonas, considerando diferentes momentos históricos e que ainda emergem em sala de aula. As zonas e suas respectivas descrições estão apresentadas no Quadro 1.

**Quadro 1:** As zonas do perfil conceitual de energia.

ZONA	DESCRIÇÃO
Energia como Algo Espiritual ou Místico	Em alguns contextos, como nas abordagens religiosa ou sobrenatural, essa visão sobre energia assume um valor pragmático considerável em contextos como a energização de ambientes ou energias cósmicas. Uma das justificativas para o contexto em que essa forma

	de pensar a energia tem valor pragmático está no poder da pseudociência, campo de conhecimento que Bunge (2012) define como uma doutrina ou prática que usa a ciência, mas despida do fundamento científico.
Energia Funcional/Utilitarista	Nessa zona, situamos as concepções de energia como algo que é útil e que pode ser usado para garantir conforto aos seres humanos, mas sem nenhuma preocupação com a elucidação da sua natureza ou propriedades sob a ótica da ciência. Associamos essa visão a um compromisso epistemológico realista de senso comum, também chamado de realismo ingênuo, que para Bunge (2012) é uma forma de pensamento deveras efetiva contra a fantasia desenfreada e contra o ceticismo radical, mas que é insuficiente para enfrentar as exigências do rigor de formas mais elaboradas de pensamento.
Energia como Movimento	Essa zona está associada à definição clássica de energia, encontrada em livros e utilizadas na discussão do conceito em esferas acadêmicas: “energia é a capacidade de realizar trabalho”. Entendendo o trabalho do ponto de vista mecânico, a própria definição usual em contextos científicos apresenta uma relação direta com esse modo de pensar o conceito. Assim, uma forma de pensar a energia que está intimamente relacionada ao movimento dos corpos, no sentido de que só existe energia se os corpos estiverem em movimento, parece ser justificada por esse compromisso epistemológico.
Energia como Algo Material	Essa visão de energia como algo material foi bastante forte durante o período de ascensão e apogeu da teoria do calórico. Assumimos um compromisso epistemológico substancialista para fundamentar essa zona. O substancialismo é considerado e bastante recorrente nas formas de falar sobre a energia dos processos químicos (AMARAL; MORTIMER, 2001), na possibilidade de a energia ser armazenada e entendida como uma substância. Ainda, em determinados contextos de utilização uma forma de falar associada ao modo de pensar a energia como algo material ganha valor pragmático destacado, para engenheiros (AMARAL; MORTIMER, 2001) e técnicos de refrigeração (ARAÚJO, 2014).
Energia como Agente Causal das Transformações	Essa zona está associada a forma de pensar a energia como algo que possibilita a ocorrência de diversos fenômenos da natureza, servindo como mecanismo de disparo. Para a constituição da zona energia como agente causal das transformações relacionamos esse modo de pensar o conceito de energia com o determinismo causal, que apresenta a ideia de que todo evento tem uma causa específica. Assim, a visão da energia como algo que pode causar transformações físicas, químicas e bioquímicas está associada a esse compromisso determinista.
Energia como Grandeza que se Conserva	Esse último modo de pensar é associado a contextos mais científicos, nos quais a energia pode ser entendida como o produto do movimento dos componentes microscópicos da matéria, destacando dois conceitos: a conservação e a degradação da energia. Nesse nível de entendimento, encontramos um estágio mais avançado de reflexão, se comparado com as formas de pensar descritas nos contextos anteriores para o conceito de energia (SIMÕES NETO, 2016).

Fonte: Simões Neto e Amaral (2017).

Essas zonas não apresentam hierarquização entre si, apenas estão associadas a diferentes modos de pensar e formas de falar. Algumas dessas zonas podem aparecer predominantemente em contextos menos científicos, enquanto outras estão associadas com contextos de utilização da linguagem científica. As zonas podem ser identificadas em vários contextos, com determinado valor pragmático associadas a elas (SIMÕES NETO, 2016).

A utilização do perfil conceitual de energia, sobretudo em aulas de Química, disciplina que utiliza bastante o conceito em suas unidades didáticas, mas que não apresenta preocupação em explicar sua natureza, constitui outra possibilidade de desenvolvimento de pesquisas futuras utilizando o perfil conceitual proposto. Ressaltamos a importância dos perfis conceituais no empoderamento dos estudantes para que possam agir de forma mais ampla e efetiva sobre o mundo, conhecendo os modos de pensar associados ao conceito e os contextos nos quais possui valor pragmático (SIMÕES NETO, 2016).

### 2.3 HISTÓRIA DA CIÊNCIA E O ENSINO DE QUÍMICA

A Química tem sido frequentemente apresentada em sala de aula por meio de aulas expositivas, apresentação de fórmulas, definição de conceitos e leis de maneira desarticulada e na resolução de exercícios repetitivos que reduzem a aprendizagem a um processo automatizado de memorização. Para romper com o ensino tradicional e mecanizado, o professor deve planejar e desenvolver atividades de ensino que favoreçam o trabalho dos aspectos conceituais, procedimentais e atitudinais simultaneamente com os alunos (CARVALHO, 2003), fazendo-os refletir, argumentar, defender suas ideias e construir o conhecimento. Uma alternativa que vem se destacando e tem atingido proporções relevantes nos últimos anos é o uso da História da Ciência em sala de aula.

A História da Ciência tem mostrado ser um importante recurso didático aliado a prática docente no Ensino de Ciências Naturais de modo a contextualizar alguns conceitos tanto para alunos quanto para os professores do Ensino Médio. Inúmeras pesquisas, principalmente em Ensino de Física e em Ensino de Química, têm abordado os benefícios de se ocorrer tal inserção no ensino (MARQUES, 2006).

Quando se remete às pesquisas que direcionam uma inserção da História da Ciência no Ensino de Ciências, elas nos tem mostrado que tal inclusão apresentam bons resultados quando se estabelece que o objetivo é fazer com que os alunos compreendam o caráter dinâmico e provisório do conhecimento científico e que o professor compreenda a sua importância no ensino (TEODORO, 2000).

Nesse contexto, algumas questões são levantadas sobre a importância e necessidade de utilização de contextos históricos no processo de aprendizagem. A primeira delas consiste em enfatizar que a ideia do passado auxiliando a compreensão do presente e pressupõe a existência de uma continuidade entre um momento e outro. Podemos dizer que a compreensão do passado equivaleria à compreensão de parte significativa do presente. A segunda questão apresentada, destaca as relações de hierarquia e complexidade crescente entre o passado e o presente. O passado seria constituído de elementos simples que foram se tornando complexos por conta de um processo contínuo de elaboração científica, existindo uma relação de modificação progressiva em direção ao presente. Por fim, a terceira questão diz respeito aos elementos normalmente apresentados para a confirmação desse quadro teórico. Os estudantes, enquanto aprendizes de teorias científicas, explicam determinados fenômenos utilizando elementos parecidos com os dos cientistas do passado. Isto confirmaria a existência de um número restrito de alternativas para a reconstrução do conhecimento científico do presente além daquele trilhado pelos cientistas de épocas passadas. Nessa vertente, a história da Ciência passaria a dirigir os procedimentos pedagógicos, buscando no passado a orientação para o presente do ensino (BIZZO, 1992).

Wandersee e Griffard (2002), resumiram em quatro pontos as vantagens da inclusão da história da Ciência no ensino: (1) ensinar aos estudantes a respeito da natureza da Ciência; (2) permitir aos professores explorar eventuais paralelos entre o desenvolvimento de concepções dos estudantes e o desenvolvimento histórico do mesmo assunto; (3) estimular o pensamento crítico dos estudantes; e (4) permitir aos professores a resolução de problemas práticos, como a integração transversal do conhecimento no currículo.

A História da Ciência pode ajudar na compreensão de aspectos associados a complexidade do conhecimento químico e de seu processo de construção, auxiliando na identificação de algumas das dificuldades enfrentadas pelos estudantes, e assim oferecendo contribuições para a melhoria da aprendizagem. A análise do desenvolvimento histórico da Ciência pode auxiliar o estudante a dar significado ao conhecimento químico, vislumbrando as questões que motivaram a proposição de determinados conceitos e do olhar característico que o químico lança sobre a realidade.

Ainda assim, podemos observar que conforme mostrado por Silveira (2002) quando questionou professores de Química sobre a utilização da História da Ciência na sua prática, os professores se queixavam de não possuírem subsídios, além do livro didático e internet, que os auxiliassem em sua própria aprendizagem da História da Ciência. Portanto, há diversas razões para ignorar o seu uso perante os professores de Ciências. Bastos (1998, p. 37) sugere que isso

possa ocorrer devido às deficiências dos cursos de formação de professores, dificultando a apresentação e discussão de tópicos de História da Ciência. Tal posição é evidente em alguns cursos de licenciaturas, não só em relação aos tópicos de História da Ciência, mas também a Filosofia da Ciência.

No entanto, esse quadro parece estar sofrendo alterações ao longo dos anos. De acordo com Neves e Farias (2008), em função das novas diretrizes estabelecidas pelo Ministério da Educação e também pela conscientização por parte dos professores e alunos em relação à importância do estudo da História da Química, os cursos de Química estão passando por processos de reestruturação a qual há inserção de uma disciplina, que antes optativa ou nem existia, que contemple tal conteúdo. As licenciaturas, em sua maioria, estão formando professores na visão mais tradicional de que a Ciência a ser ensinada nas escolas (MORTIMER, 2006, p. 337) o que impossibilita uma discussão e uma reflexão do papel da Ciência, enquanto acadêmicos, na sociedade moderna e como essa forma de construção humana foi sendo desenvolvida durante os séculos.

O diálogo com diferentes áreas do conhecimento é característico da História da Ciência, o que pode auxiliar no desenvolvimento de abordagens interdisciplinares no âmbito escolar e contribuir para o entendimento de conceitos complexos abordados anteriormente. A interdisciplinaridade no ensino tem sido recomendada nas mais recentes reformas educacionais e parece ser um dos ideais mais difíceis de serem colocados em prática, mas diversos trabalhos têm demonstrado como isso pode ser feito em sala de aula, como aponta Zanon (2008). Um caminho possível consiste na abordagem de estudos de caso históricos, conforme propõe Porto (2010). A partir desses estudos, podemos discutir conteúdos das Ciências da Natureza e seus respectivos processos de construção, considerando ainda o contexto histórico e as interações entre ciência e sociedade.

#### 2.4 ESTUDO DE CASO E ESTUDO DE CASO HISTÓRICO

Em educação, tem sido perceptível a preocupação com a adoção de metodologias de ensino que privilegiem o papel do aluno no processo de aprendizagem. Os estudos de caso vêm sendo usados há muito tempo, em diferentes áreas de conhecimento, tais como: sociologia, antropologia, medicina, psicologia, serviço social, direito, administração, com métodos e finalidades variadas (CAJÉN; CASTIÑEIRAS; FERNANDEZ, 2002).

O método de Estudo de Caso é uma variante do método Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), também conhecido como “*Problem Based Learning (PBL)*”. Como muitas

variantes do ABP, o Estudo de Caso é uma metodologia que oferece aos estudantes a oportunidade de direcionar sua própria aprendizagem, enquanto exploram a Ciência envolvida em situações relativamente complexas e buscam explorar habilidades para tomada de decisão em situações similares ao do cotidiano. Na aplicação deste método o aluno é incentivado a se familiarizar com personagens e circunstâncias mencionados em um caso, de modo a compreender os fatos, valores e contextos nele presentes com o intuito de solucioná-lo (SÁ; FRANCISCO; QUEIROZ, 2007).

Em se tratando da aplicação dos Estudos de Caso, percebemos uma variedade nas possíveis estratégias utilizadas. Herreid (1998, *apud* SÁ *et al.*, 2007) classificou tais estratégias e sugeriu que os casos podiam ser explorados no ensino de Ciências a partir da adoção de quatro formatos principais: o de tarefa individual que consiste em uma tarefa que o aluno deve solucionar, que objetiva a elaboração de uma explicação histórica dos eventos que conduziram à sua resolução; o de aula expositiva, que se caracteriza em uma história contada pelo professor aos seus alunos, de maneira muito elaborada e com objetivos específicos; o de discussão, em que o caso é apresentado pelo professor como um dilema e os alunos questionados a respeito das suas perspectivas e sugestões com relação à resolução; e por fim, o de atividades em pequenos grupos, no qual os casos são histórias que devem ser solucionadas e dizem respeito ao contexto social em que os alunos estão imersos, nesse contexto, o importante e essencial é que os casos sejam analisados por grupos pequenos de estudantes, que trabalhem em colaboração.

Herreid (1998) destaca ainda que um bom caso deve incluir algumas características essenciais, a saber: narra uma história, inclui diálogos, é curto, é atual, desperta o interesse pela questão, produz empatia com os personagens centrais, é relevante ao leitor, provoca um conflito, força uma decisão, tem utilidade pedagógica e possibilita generalizações.

Ainda podem ser vistos exemplos de aplicações de Estudos de Caso nos quais os professores utilizam de um ou mais dos formatos citados anteriormente, e também, de professores que adotam um dos formatos, com algumas variações. Vale destacar, uma variante do formato de atividades em pequenos grupos, denominada *método de Múltiplos Casos*, relatada por Tärnvik (2002). Neste cenário, durante um determinado intervalo de tempo, vários casos curtos são apresentados e discutidos em sala de aula e logo após a resolução de cada caso é apresentada pelos alunos. O professor incentiva o estabelecimento de discussões a respeito das soluções encontradas. Neste trabalho, a proposta será utilizar esta última variante mencionada, associada a estudos de casos históricos, que será explorado na próxima seção.

O estudo de caso histórico se caracteriza por elementos que possibilitem o resgate do contexto em que se deu algum problema marcante na Ciência (STINNER *et al.*, 2003). Esse contexto histórico revela os motivos pelos quais certos aspectos do desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia aconteceram, esses aspectos podem incluir as questões pessoais do cientista bem como seu envolvimento com questões éticas, sociológicas, políticas, econômicas e religiosas.

A aproximação dos estudos de caso à história da Ciência se deve à capacidade de os estudos de caso proporcionarem a compreensão de fatos, valores e contextos presentes em sua narrativa, neste caso histórica, impregnada de conflitos e questionamentos de uma época. A análise de casos particulares, buscando características que sejam relevantes e tenham significado abrangente, se constitui em oportunidade de exercitar e desenvolver o pensamento crítico e criativo, que se colocam como objetivos para o ensino de Ciências na atualidade. Sendo assim, a história pode fornecer os casos que serão utilizados pelos educadores para motivar as mais variadas discussões em ensino (DUSCHL, 2005; GOODAY *et al.*, 2008).

Para a construção de um estudo de caso histórico, toma-se como base as orientações de Stinner e colaboradores (2003), que sugere sua divisão estrutural em três partes principais: contexto histórico, experimentos e ideias principais e implicações para a alfabetização científica e o ensino de Ciências.

Em se tratando do trabalho em sala de aula com os estudos de caso históricos, propõe-se uma sequência de três passos (LINHARES e REIS, 2008). No primeiro se realiza a leitura do estudo de caso e os estudantes devem elaborar soluções acerca do problema proposto, dessa forma as ideias iniciais dos alunos ficam evidenciadas. No segundo passo o professor apresenta os conteúdos propostos e necessários para os alunos responderem o problema e podem ser realizadas uma ou várias atividades. No terceiro e último passo o problema deve ser retomado e agora incorporando os conhecimentos adquiridos nas atividades do passo 2. Vale ressaltar que não existe uma “receita” para se trabalhar com os estudos de casos históricos em sala de aula. Os casos a discutir, bem como a forma de trabalhar, precisam ser escolhidos e definidos pelo professor conforme seus objetivos, tendo assim, a necessidade de exercer sua autonomia na tomada de decisões.

Reconhecendo a importância do uso da estratégia de ensino estudo de caso e levando em consideração a história da Ciência, o presente texto de dissertação visou a construção de estudos de caso com contextos históricos, como uma nova variante dos estudos de casos históricos, acreditando na potencialidade da ferramenta em fazer emergir zonas do perfil

conceitual proposto, objetivando a contribuição de uma aprendizagem mais efetiva em consonância com as ordens de aprendizagens apresentadas anteriormente.

## 2.5 ABORDAGEM POR ESTUDOS DE CASOS COM CONTEXTOS HISTÓRICOS E A TEORIA DOS PERFIS CONCEITUAIS

Tal como Sabino (2015), consideramos que uma das maiores possibilidades de utilização de um perfil conceitual, no contexto da sala de aula, é como instrumento central no planejamento de atividades e aulas, uma vez que reconhecer as possibilidades de modos de pensar e formas de falar sobre determinado conceito pode influenciar em uma melhor identificação dos obstáculos na aprendizagem, os contextos de utilização de cada significado em que encontra valor pragmático e trabalhar com estratégias que auxiliem os estudantes a conhecer as diferentes zonas de um perfil conceitual e ter consciência dos diferentes contextos de utilização.

Nesse sentido, estratégias que fazem uso de estudos de caso parecem ser interessantes. Essa ferramenta tem várias aplicações, e é apropriada para pesquisadores individuais, pois dá a oportunidade para que um aspecto de um problema seja estudado em profundidade dentro de um período de tempo limitado. Além disso, é indicado para investigação de fenômenos quando há uma grande variedade de fatores e relacionamentos que podem ser diretamente observados e não existem leis básicas para determinar quais são importantes. São úteis também na exploração de novos processos ou comportamentos, novas descobertas, porque têm a importante função de gerar hipóteses e construir teorias, ou ainda, pelo fato de explorar casos atípicos ou extremos permite a compreensão de processos típicos. Segundo Ventura (2007) evidenciam-se as seguintes vantagens dos estudos de caso: estimular novas descobertas, em função da flexibilidade do seu planejamento; enfatizar a multiplicidade de dimensões de um problema, focalizando-o como um todo e apresentam simplicidade nos procedimentos, além de permitir uma análise em profundidade dos processos e das relações entre eles. Como também, é possível observar que permite a exploração de diferentes modos de pensar e formas de falar, além da tentativa de englobar diferentes contextos e experiências, contribuindo na emergência das diferentes zonas de um perfil conceitual.

A história da Ciência pode estar intimamente associada ao que discutimos até o momento, ao reconhecer que concepções historiográficas da Ciência levam em consideração a influência parcial da natureza no processo social de construção da Ciência. O estudo minucioso de episódios, obras e autores em seus respectivos contextos, na forma de estudos de casos por

exemplo, valorizam a investigação cuidadosa de continuidades e rupturas no processo histórico do desenvolvimento científico. Acreditamos que reflexões sobre questões historiográficas como estas possam contribuir para a formação de educadores e estudantes de Ciência, no sentido de auxiliá-los a desenvolverem abordagens para a história da ciência no ensino que estejam de acordo com os objetivos educacionais da atualidade (PORTO, 2010).

A abordagem histórica pode ser também utilizada como caminhos para identificação de compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos, envolvendo os diferentes modos de pensar na teoria dos perfis conceituais. Sumarizado, podemos dizer que diferentes modos de pensar, estruturados em zonas de um perfil conceitual, apontam para compromissos epistemológicos, ontológicos ou axiológicos distintos, que podem ter associação com os diferentes contextos históricos, culturais e costumes de uma determinada época. Portanto, tem-se a perspectiva de que um contexto se constitui em situações de ensino e aprendizagem, a partir da complexificação da realidade e suas representações, sendo considerado como uma construção social, histórica e cultural compartilhada por meio das interações humanas e da linguagem (RODRIGUES; MATTOS, 2007). Dessa forma, diferentes modos de pensar associados a contextos diversos e modelados por zonas de um perfil conceitual poderão emergir na discussão das múltiplas dimensões implicadas em uma questão.

Serão apresentadas a seguir as etapas metodológicas para aplicação e utilização desses recursos no presente trabalho.

### 3 METODOLOGIA

Neste capítulo apresentaremos a metodologia, enfatizando o contexto pesquisa e as etapas que compõem a elaboração e aplicação da intervenção didática e a metodologia para análise dos dados.

#### 3.1 CONTEXTO DA PESQUISA

A pesquisa está amparada em uma abordagem qualitativa, que tem se tornado, nas últimas décadas, uma importante ferramenta para a pesquisa social, tendo em vista sua capacidade de refletir determinados problemas (SANT'ANA; LEMOS, 2018). Nessa perspectiva, a pesquisa científica se tornou essencial para educação, pois possibilita uma aproximação e um entendimento da realidade a investigar (SILVEIRA; CORDOVA, 2009). André (1986) caracteriza a dinâmica social da pesquisa e do pesquisador como marcadas pelos sinais de seu tempo, de sua realidade histórica, significando, nessa perspectiva, a construção da Ciência como um fenômeno social por excelência. Sendo assim, como atividade humana e social, a pesquisa qualitativa traz consigo uma carga de valores, interesses e princípios, no qual o pesquisador poderá refletir ao longo de seu trabalho de pesquisa.

Os participantes da pesquisa foram estudantes matriculados nas turmas do terceiro ano do Ensino Médio, nas modalidades presencial e remota, de uma escola da rede particular de ensino na cidade de Olinda, região metropolitana de Recife, Pernambuco. Os estudantes da turma assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice A), que foi previamente lido e discutido. Todos foram convidados a participar, e na tentativa de obter um maior envolvimento dos estudantes nas atividades propostas na intervenção didática, as atividades foram associadas a elementos de avaliação. No entanto, deixamos claro para os estudantes investigados que as respostas dadas não seriam corrigidas pela coerência com as concepções científicas sobre o conceito, mas apenas pontuadas a partir de uma análise subjetiva da dedicação em realizar a atividade da forma que foram orientados.

Na próxima seção, vamos explorar as etapas para elaboração da intervenção didática sugerida neste trabalho.

## 3.2 ETAPAS DA PESQUISA

Apresentaremos as etapas de desenvolvimento da pesquisa: elaboração da intervenção didática, elaboração dos casos com contexto histórico, aplicação e instrumentos para coleta de dados e, por fim, a metodologia para análise dos dados coletados.

### 3.2.1 Elaboração da intervenção didática

O modelo do estudo de caso que foi utilizado segue o formato de atividades em pequenos grupos, em que os casos são narrativas que devem ser solucionadas e dizem respeito ao contexto social e/ou profissional em que os alunos estão imersos (SÁ; QUEIROZ, 2010). No entanto, para nós, considerando o caráter histórico associado à trajetória de desenvolvimento do conceito de energia na Ciência moderna. Em específico, vamos considerar uma das variantes deste formato, denominada método de Múltiplos Casos (TARNVIK, 2002), que consiste em apresentar vários casos curtos em pequeno intervalo de tempo, havendo discussão de cada um deles nos grupos que compõem a pesquisa.

A intervenção didática foi pensada visando incluir aspectos importantes e centrais sobre o conceito de Energia, na tentativa de observar os diferentes modos de pensar e formas de falar em contexto do ensino, fundamentais no reconhecimento dos compromissos epistemológicos, ontológicos e/ou axiológicos e possibilitar o reconhecimento das zonas do perfil conceitual de energia, a saber: energia como algo espiritual ou místico, energia funcional/utilitarista, energia como movimento, energia como algo material, energia como agente causal das transformações e energia como grandeza que se conserva. Contemplamos ainda o domínio microgenético para observar a gênese de novos significados. A proposta está organizada em quatro momentos, apresentados a seguir.

#### 3.2.1.1 Primeiro momento: apresentação inicial e questionário de concepções informais

O primeiro momento tem como objetivos principais a apresentação da proposta aos estudantes, discussão e assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) e o levantamento de concepções informais a partir da aplicação de um questionário, com intuito de identificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o conceito de energia. Optamos pela utilização do questionário por ser um instrumento útil para o reconhecimento da realidade sobre

o grupo participante da pesquisa, facilitando o entendimento do pesquisador sobre contextos individual e grupal. O Quadro 2 apresenta as perguntas do questionário.

**Quadro 2:** Questionário para levantamento de concepções prévias

- 1 O que você entende por Energia?
- 2 Quando você escuta **“Esse menino está ligado nos 220v”**, o que você acha que quer dizer?  
Como você entende o significado do conceito de energia nesta situação?
- 3 Seu avô diz: **Coma feijão para ter mais energia, meu filho. Pra crescer forte e saudável.**  
Como você entende o significado do conceito de energia nesta situação?
- 4 No seu cotidiano você necessita do fornecimento de energia para realizar várias atividades.  
Cite exemplos e indique como a energia influencia na realização dessas atividades.
- 5 O que você entende por: (a) Degradação de energia; (b) Conservação de energia.

Fonte: elaborado pela autora.

### 3.2.1.2 Segundo momento: aula expositiva e dialogada

Tem como objetivo a discussão sobre os aspectos do desenvolvimento histórico do conceito de energia a partir de uma aula expositiva e dialogada. Essa estratégia caracteriza-se pela exposição de conteúdos com a participação ativa dos estudantes, considerando o seu conhecimento prévio. Foi ministrada em uma aula, total de 50 minutos, com auxílio de slides interativos, perguntas direcionadas e aspectos principais da evolução do conceito de energia. Os alunos foram estimulados a participar e debater em vários momentos, havendo a oportunidade de expor sua opinião continuamente.

### 3.2.1.3 Terceiro momento: apresentação dos estudos de casos com contexto histórico

Os estudos de casos com contexto histórico foram apresentados no formato de atividades em pequenos grupos, considerando o caráter histórico associado a trajetória de desenvolvimento do conceito de energia na ciência moderna. Foram aplicados vários casos curtos em pequeno intervalo de tempo, havendo discussão de cada um deles nos grupos que compõem a pesquisa, conforme método de Múltiplos Casos proposto por Tarnvik (2002).

Seguindo a proposta de Linhares e Reis (2008), propõe-se uma sequência de três passos que encaminharão os estudantes ao uso adequado este recurso. Os estudantes tiveram acesso a leitura do caso, para que conheçam as personagens, para familiarização com o contexto

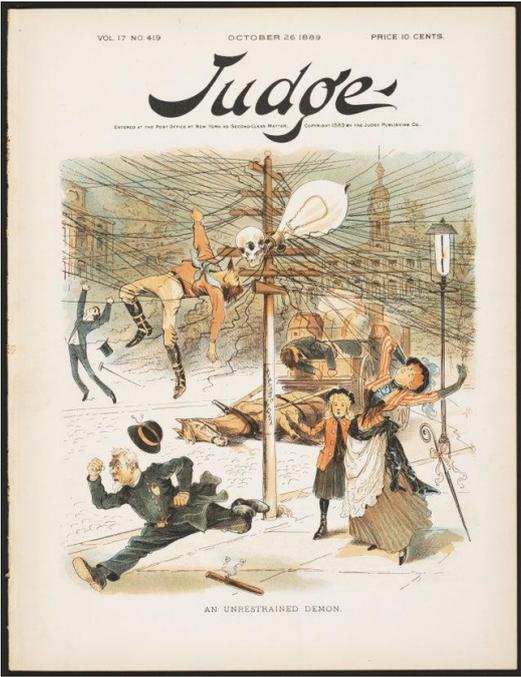
histórico em que o caso está inserido, para planejamento e seleção de materiais e formulação de ideias para solução do caso.

Na busca de fazer emergir em diferentes contextos, os modos de pensar e falar dos estudantes sobre o conceito de Energia, selecionamos a estratégia dos estudos de casos com contextos históricos, variante dos estudos de caso histórico, como artifício para promover a exploração das zonas deste perfil.

Para a construção desses casos foram realizados levantamentos históricos, considerando aspectos importantes e essenciais no desenvolvimento do conceito de energia na história da Ciência. Sendo assim, foram desenvolvidos seis (6) estudos de caso com contexto histórico que buscam explorar cada uma das zonas propostas no perfil. O Quadro 3 apresenta os estudos de casos elaborados nesta etapa:

**Quadro 3:** Estudos de casos com contexto histórico

<p>Caso 1:</p> <p>Energia como algo espiritual ou místico</p>	<p>Quem nunca fez ou ouviu a clássica pergunta "<i>Qual é o seu signo?</i>" que atire a primeira pedra. Desde a antiguidade, o céu e seus detalhes despertam curiosidade dos seres humanos, que se perguntavam o que são aqueles pontos brilhantes e o que significavam. Com o passar dos séculos, foram atribuídas às estrelas diversas funções, e, talvez uma das primeiras surgiu com homens e mulheres da pré-história, a partir da evolução da agricultura e do planejamento da atividade de plantio, por exemplo.</p> <p>O horóscopo, como o conhecemos, nasceu no século V a.C., com uma mistura de filosofia grega, conhecimento matemático egípcio e influências da astrologia milenar da Babilônia. O zodíaco possui doze signos, cada combinação única de seu elemento da natureza (Água, Ar, Fogo e Terra) com a sua energia (Cardinal, Fixo e Mutável), representando a forma que as pessoas interagem com o mundo exterior.</p> 
---	--

	<p>A astróloga escocesa Elizabeth McTennant costumava fazer os mapas astral dos reis prestes a iniciar uma guerra. Realizava rituais para leitura de alinhamento dos astros, visando compreender a relação que existe entre os planetas, as estrelas e suas energias. Assim, era possível identificar aspectos favoráveis, vitória, ou desfavoráveis, derrota. Suponha que você seja a astróloga Elizabeth e que tenha conhecimentos sobre o alinhamento dos astros. Como você usaria o conceito de energia para prever e explicar ao rei Jaime V a total possibilidade de derrota escocesa na batalha de Solway Moss, em 1542?</p>
<p>Caso 2: Energia Funcional/Utilitarista</p>	<p>Historicamente, a relação do ser humano com o processamento de energia surge da sua capacidade de produção do fogo, que foi fundamental para o desenvolvimento de novas tecnologias. Com a energia elétrica, por exemplo, obtivemos a luz, e foi permitida a manutenção dos alimentos em geladeiras e freezers, o uso do ar condicionado, banho quente nos chuveiros e o uso cada vez maior de aparelhos eletrodomésticos e eletrônicos.</p> <p>Ainda assim, você acredita que houve um tempo em que as pessoas divulgavam cartazes e faziam propagandas contra o uso da energia elétrica? A capa da edição de número 419 da revista satírica <i>Judge</i>, de 1889, retrata uma ilustração com vários fios elétricos e um homem morto em um poste, além de mostrar pessoas fugindo e, ao fundo, cavalo e cavaleiro mortos no meio da rua, provavelmente devido a um choque elétrico. Essa imagem vem sendo compartilhada nas redes sociais desde o final de 2019 e voltou a se espalhar, com grande ocorrência, em grupos do WhatsApp nas primeiras semanas de janeiro de 2021.</p> 

	<p>Para esclarecer aspectos relacionados a imagem em questão, uma escola americana no ano de 1891, decide chamar um cientista para falar sobre os riscos que o uso da eletricidade pode causar na sociedade. Você foi o cientista escolhido, e evidentemente entende os benefícios do uso da eletricidade para a sociedade. Como você abordaria o conceito de energia para discussão com os estudantes?</p>
<p>Caso 3: Energia como movimento</p>	<p>O século XVII foi palco para uma grande controvérsia científica, envolvendo a questão de qual seria a verdadeira medida da força-energia<sup>1</sup> de um corpo. De um lado, o filósofo francês Descartes partindo da premissa que Deus, ao criar o mundo, colocou neste uma dada quantidade de movimento que se conserva. Sendo assim, o movimento total constitui a força responsável (causadora) por todos os movimentos no mundo, e foi determinada a grandeza (<math>m.v</math>) como melhor representação da medida. Do outro, o filósofo alemão Leibniz, que argumentou que a quantidade responsável (causadora) por tais movimentos seria a sua <i>vis viva</i>, que é proporcional ao quadrado da velocidade (<math>m.v^2</math>). A grandeza proposta por Descartes mostra-se muito relevante em nosso dia-a-dia, podemos utilizá-la em algumas situações reais relacionadas a colisões. E a <i>Vis Viva</i> de Leibniz tem relação com o deslocamento de uma força newtoniana que arrasta ou puxa um corpo (trabalho). Ambas são, portanto, complementares.</p> <p>Suponha que você seja um eminente cientista, em meados do século XIX, e fica sabendo que ocorrerá um grande debate, mediado por um diretor de uma importante sociedade científica europeia, envolvendo essa controvérsia. De um lado, os apoiadores de Leibniz e do outro, aqueles que defendem fielmente as ideias de Descartes. Sua opinião é extremamente importante nesse meio, sendo assim, indique os motivos pelos quais você apoiaria uma das ideias, com base no conceito de energia. Se posicione escrevendo um texto apontando, no mínimo, dois argumentos que defendam a sua ideia.</p>
<p>Caso 4: Energia como algo material</p>	<p>Uma disputa marcante na história da Ciência foi a controvérsia <b>fluido x movimento</b>, marcada pelo debate entre as teorias substancialista e mecanicista do calor. De um lado, a ideia de calórico, uma substância responsável pela dilatação dos corpos mediante aquecimento e que poderia ser transferida de um corpo para o outro, o calor era tratado como algo material.</p> <p>As contribuições de Joseph Black (1728-1799) e outros cientistas explicavam dilatação dos corpos aquecidos e a transferência de calor a partir da repulsão mútua entre as “partículas de calor”, expandindo o volume do corpo, ou se espalhando de um corpo para outro, em contato direto. Tal acontecimento culminou na invenção do termômetro, dispositivo com escala de medição, que posteriormente possibilitou a diferenciação entre calor e temperatura.</p>

	<p>Outra visão relacionava calor e movimento, e foi defendida por vários cientistas, entre eles Francis Bacon (1561-1626) e Robert Boyle (1627-1691), com trabalhos que envolviam o aumento da temperatura de sistemas mediante atrito. Logo, a transferência de calor poderia ser entendida como a propagação dessas vibrações de um corpo para outro.</p> <p>Benjamin Thompson (1753-1814), o Conde Rumford, foi um filósofo natural defensor da teoria ondulatória do calor e um dos opositores da teoria material do calor ou teoria do calórico. Ele trabalhava na perfuração de canhões em Munique, na Alemanha, e ao observar a fabricação da peça principal da arma, verificou que o atrito produzido pela broca, em contato com o metal, produzia aquecimento suficiente para colocar em ebulição uma quantidade de água usada para resfriar o sistema. O cilindro girava trinta e duas vezes por minuto, com geração de calor, verificável pelo aumento da temperatura. Em cerca de duas horas e meia, a água contida no recipiente entrava em ebulição.</p> <p>Suponha que você é um colega do Conde Rumford e irá refazer o experimento em pequena escala, para entender realmente o que está acontecendo. Como você explicaria a relação entre calor e energia? Pense e indique uma proposta para adaptação para o experimento realizado pelo Conde Rumford.</p>
<p>Caso 5: Energia como agente causal das transformações</p>	<p>Por volta de 1825, Michael Faraday (1791-1867) estabeleceu as ideias centrais da eletrólise. Seus estudos foram impulsionados pela descoberta das propriedades magnéticas da matéria e que “<i>os átomos da matéria devem ser, de algum modo, dotados de energia elétrica</i>”. Além das leis de eletrólise, Faraday foi ainda capaz de realizar descobertas relacionadas ao princípio de funcionamento de geradores e linhas de força magnética.</p> <p>A eletrólise é um processo químico não-espontâneo, que envolve reações de oxirredução, que ocorrem apenas por meio do fornecimento de corrente elétrica. Para que seja eficiente, a corrente elétrica envolvida deve ser contínua e ter voltagem adequada.</p> <p>Imagine que você é um dos cientistas que estavam na apresentação das ideias de Faraday sobre o fenômeno no <i>Royal Institution</i>, em Londres. Como você explicaria o papel da energia nesse processo? Existem outras reações que também precisam de energia para acontecer? Explique.</p>
<p>Caso 6:</p>	<p>Sadi Carnot (1796-1832), com as “<i>Reflexões sobre Potência Matriz do Fogo</i>”, fez contribuições importantes para evolução do conceito de Energia. Com ele, surgem os primeiros indícios associados a Termodinâmica, ao relacionar calor e</p>

<p>Energia como grandeza que se conserva</p>	<p>movimento, e o calor sendo entendido como uma substância que flui de um corpo mais quente para um mais frio, e o fluxo desse calor pode ser utilizado para realização de trabalho útil. Entendeu ainda que, para aumentar a eficiência dos motores, bastava aumentar a diferença de temperatura entre a fonte de calor e o ambiente mais frio. Cientistas do século XIX, perceberam que a energia total do sistema era fixa. Na máquina a vapor, por exemplo, tinha-se a energia térmica (em forma de calor) se modificando para produzir energia mecânica.</p> <p>As primeiras máquinas a vapor foram projetadas pelos inventores, ferreiros e mecânicos ingleses Thomas Newcomen (1662-1729) e Thomas Savery (1650-1715). Logo, outras pessoas aperfeiçoaram essas máquinas. Foi <b>James Watt</b> (1736-1819) quem conseguiu desenhar uma máquina bastante eficiente, que revolucionou a atividade industrial. Esse fato transformou por completo a sociedade, pois o tempo necessário para realizar muitas tarefas repetitivas diminuiu tremendamente.</p> <p>Digamos que você, estudante que vivia no interior da Inglaterra no século XIX, e ouviu falar dos estudos de James Watt, ficando entusiasmado com a possibilidade da montagem de uma máquina perfeita, com eficiência de 100%, com toda energia convertida em trabalho. Como você explicaria, aos seus colegas, o trabalho desenvolvido por Carnot e sobre as possibilidades para construção de uma máquina com 100% de eficiência em plena revolução industrial?</p>
--	---

Fonte: elaborado pela autora.

#### 3.2.1.4 Quarto momento: resoluções dos estudos de caso e discussão em grupo

Os grupos entregaram material escrito contendo as resoluções para cada um dos casos propostos pela professora/pesquisadora. Em seguida, foi realizado um debate em grupo, com intuito de discutir os principais argumentos e instrumentos necessários para resolver os problemas propostos. Além disso, os estudantes foram estimulados a perceber sua capacidade de compreensão e análise crítica do problema, de tomar decisões e trabalhar em grupo, e a habilidade de comunicação oral e escrita nas apresentações.

### 3.3 APLICAÇÃO DA INTERVENÇÃO DIDÁTICA E INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

A aplicação da intervenção didática aconteceu com estudantes do primeiro e terceiro anos do Ensino Médio de uma escola da rede particular de ensino na cidade de Olinda, região

metropolitana de Recife, Pernambuco. A aplicação foi realizada em quatro (4) momentos: o primeiro, o segundo e o terceiro momentos com duração de 50 minutos cada (1 aula) e o quarto momento foi realizado em 100 minutos (2 aulas geminadas).

Todas as etapas da intervenção geraram dados que foram coletados e analisados. No primeiro momento, foram coletadas respostas dos questionários de concepções informais fornecidos aos participantes da pesquisa. Os três momentos seguintes (2º, 3º e 4º momentos) foram gravados em áudio, com a finalidade de identificar nas discussões dos alunos as formas de falar, associadas aos modos de pensar o conceito de energia em diferentes contextos. As resoluções dos estudos de caso também foram coletadas e analisadas.

### 3.4 ANÁLISE DE DADOS

A análise dos dados buscou observar as ordens de aprendizagem para o conceito de energia, considerando o Perfil Conceitual, e a emergência de cada zona na discussão e na resposta final dos instrumentos apresentados, a partir da identificação das formas de falar de cada indivíduo. Mortimer (2001) buscou estabelecer relações entre formas de falar e modos de pensar representativos de zonas de um perfil conceitual e, segundo o autor, os diferentes modos de pensar estão entrelaçados com diferentes formas de falar.

Nessa perspectiva, a análise de falas produzidas em salas de aula foi orientada para identificação de formas de falar dos alunos sobre energia que apresentem características descritas nas zonas de perfil conceitual de energia, buscando associar formas de falar e modos de pensar sobre esse conceito e interligar as diferentes formas de aprendizagens dos conceitos, buscando entender como o aluno reconhece e identifica as diferentes zonas e, a partir da tomada de consciência, como aplica no seu dia a dia os novos conceitos com valores, verdadeiramente, pragmáticos (metacognitivo).

Para cada zona, foram utilizadas características fundamentais de identificação como critérios de análise, os quais serão apresentados no Quadro 4, a seguir:

**Quadro 4:** Critérios de Análise para Emergência das Zonas

ZONA	CRITÉRIOS
Energia como Algo Espiritual ou Místico	Para esta zona, foram considerados contextos associados a tentativa de explicar fenômenos sobrenaturais como na discussão sobre composição da alma ou espírito, “afastamento” de entidades malignas, energização ambiental, relações interpessoais, entre outros. Então, expressões que indicam a energia de pessoas, ambientes, objetivos, foram incluídas e analisadas a partir desta zona do perfil, por

	exemplo, “Não gosto da energia desse lugar”, “Fulana tem uma energia ruim”, “que pessoa carregada é aquela?”.
Energia Funcional/Utilitarista	Buscamos identificar na fala dos participantes aspectos que indiquem energia como algo útil, sendo usada para garantir conforto aos seres humanos, sem nenhuma preocupação com o contexto científico. Situações como energia utilizada nos automóveis e nos eletrodomésticos foram consideradas. Surgiram pensamentos sobre a energia elétrica que “carrega os celulares”, que “iluminam as casas”, entre outros exemplos.
Energia como Movimento	Considerando que “todo corpo que está em movimento, possui energia”, analisamos o modo de pensar a energia que está intimamente relacionado ao movimento dos corpos, no sentido de que só existe energia se os corpos estiverem em movimento. Foram destacadas características na forma de pensar e falar sobre energia como uma entidade relacionada ao movimento, que emerge em palavras como velocidade, exercícios e esforço físico, diretamente ligada ao movimento dos objetos e que pode ser associada as bases do mecanicismo.
Energia como Algo Material	A partir das características desta zona, consideramos que os estudantes estavam expressando suas características quando eles se referirem à energia como uma entidade material ou quase material, como uma substância ou algo concreto. Expressões como “troca de energia” e “absorção/liberação de energia” foram consideradas formas de falar que se enquadram desta zona.
Energia como Agente Causal das Transformações	Buscamos encontrar na fala dos estudantes aspectos que associem o conceito de energia a algo que possibilita a ocorrência de um determinado fenômeno natural, como só sendo possível a ocorrência na presença desta energia. A visão da energia como algo que pode causar transformações físicas, químicas e bioquímicas está associada as características dessa zona. A necessidade de explicar a fotossíntese, por exemplo, em que há recebimento de energia solar para o a efetivação do crescimento das plantas, reforça os modos de pensar e falar associados ao contexto desta zona.
Energia como Grandeza que se Conserva	Esse último modo de pensar foi associado a contextos de aplicação mais científicos, destacando dois conceitos fundamentais: a conservação e a degradação da energia. Situações em que o uso racional do conceito esteja presente nas falas dos estudantes, foram encaixados nesta zona.

Fonte: Elaborado pela autora.

Além disso, a aprendizagem deste conceito por parte dos estudantes, também será analisada. Utilizamos como base as ordens de aprendizagem de Rodrigues e Mattos (2006), que trazem elementos de relação entre as zonas do perfil conceitual e a aprendizagem significativa. Para relacionar essa aprendizagem com o perfil conceitual, deve-se levar em consideração a meta-consciência, sendo assim, as ordens de aprendizagem são divididas em três ordens que foram apresentadas anteriormente. O Quadro 5 apresenta os critérios de análise.

**Quadro 5:** Análise das Ordens de Aprendizagem

ORDEM	CRITÉRIOS
Aprendizagem de Primeira Ordem	Observamos a aquisição, por parte dos estudantes, de novas zonas do perfil conceitual de energia, ou seja, buscar formas de falar relacionadas a modos de pensar que antes não eram expressas pelos estudantes.
Aprendizagem de Segunda Ordem	Observamos se os estudantes conseguiram perceber as relações entre as zonas do perfil conceitual de energia, bem como de suas dimensões.
Aprendizagem de Terceira Ordem	Observamos aspectos da tomada de consciência no viés da relação entre os modos de pensar e os possíveis contextos em que são pragmaticamente mais poderosos.

Fonte: Elaborado pela autora.

### 3.5 PROPOSTA DO PRODUTO EDUCACIONAL

A proposta de produto educacional foi pensada como um material com orientações que auxiliem o professor no processo de ensino e de aprendizagem do conceito de energia, utilizando como estratégia didática o estudo de caso com contextos históricos. O objetivo foi apresentar tais casos como uma variante dos estudos de caso históricos, visando a busca da identificação dos diferentes modos de pensar e falar, considerando o Perfil Conceitual de Energia. Assim, o produto educacional é composto por:

- (1) Apresentação das bases teórico-metodológicas sobre a teoria dos perfis conceituais, de forma diretiva e justificando aos docentes a importância de se considerar diferentes modos de pensar nas aulas de Ciências.
- (2) Abordagem histórica do conceito de energia e apresentação do perfil conceitual (SIMÕES NETO, 2016), para discutir o conceito que destacamos na proposta e apresentar o perfil proposto, para compreensão dos modos de falar.
- (3) Apresentação de propostas dos estudos de casos, relatando como foram construídos.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na presente seção vamos apresentar as análises dos dados obtidos na sala de aula, a partir dos questionários, das discussões durante a aula dialogada e das resoluções obtidas a partir dos estudos de caso com contexto histórico propostos. Os dados foram analisados considerando as zonas para o perfil conceitual de energia, proposto por Simões Neto (2016), buscando identificar nas formas de falar os modos de pensar referentes a cada zona (MORTIMER, 2001).

Inicialmente apresentamos a análise dos questionários, verificando os modos de pensar que emergem nas situações apresentadas. Em seguida, discutimos os resultados obtidos na aula dialogada, durante as discussões que se estabeleceram no decorrer do momento. Por fim, analisamos as resoluções dos estudos de caso, buscando identificar zonas do perfil conceitual para o conceito de energia e as ordens de aprendizagem de Rodrigues e Mattos (2006), considerando os diferentes modos de pensar que circularam nas discussões, no contexto do Ensino Médio.

### 4.1 ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS

Responderam ao questionário vinte e oito estudantes do 1<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> anos do Ensino Médio, mas participaram de todas as etapas da pesquisa um total de 15 estudantes, número que consideramos suficiente para identificarmos a heterogeneidade de modos de pensar o conceito de energia (SEPÚLVEDA, 2010). O questionário foi respondido por cada estudante individualmente, com tempo médio para resposta de 30 minutos. Como informado na metodologia do trabalho, optamos pela utilização do questionário por ser um instrumento útil para o reconhecimento da realidade sobre o grupo participante da pesquisa, facilitando o entendimento para o pesquisador sobre contextos individual e grupal. A análise foi feita para cada questão separadamente e é apresentada a seguir.

#### A) Primeira Questão – O que você entende por energia?

No Quadro 6 apresentamos as respostas dos estudantes para a primeira questão. As resoluções foram colocadas exatamente da mesma forma que estavam nas folhas de respostas.

**Quadro 6:** Respostas da Primeira Questão do Questionários de Concepções Prévias

<b>Estudantes</b>	<b>Respostas</b>
<b>A</b>	Energia é uma das principais bases para o <b>nosso corpo</b> , pois só com ela conseguimos fazer a realização das <b>atividades do nosso dia a dia</b> .
<b>B</b>	Uma <b>força</b> energética.
<b>C</b>	É sinônimo de <b>força</b> .
<b>D</b>	Energia pode ser como a do <b>nosso corpo</b> ou a <b>energia elétrica</b> . No corpo utilizamos para <b>realizar atividades do dia a dia</b> e a elétrica é utilizada para o <b>funcionamento</b> de bens eletrônicos.
<b>E</b>	Energia pode estar relacionada as luzes de uma cidade, mas também tem a energia “acumulada” no <b>nosso corpo</b> que nos faz ficar acordados.
<b>F</b>	Algo que dá <b>força</b> e que acaba.
<b>G</b>	<b>Força/Luz/Poder</b> . Quando treinamos ou fazemos atividades físicas, é um tipo de energia.
<b>H</b>	Energia é uma <b>força</b> agradável.
<b>I</b>	A energia é formada pelos <b>elétrons</b> que vão subindo na camada de valência.
<b>J</b>	Energia é <b>potência</b> .
<b>K</b>	A Energia está presente tanto na Química, quanto na Biologia. Um dos principais exemplos são os carboidratos, os quais fornecem <b>força</b> a célula para que ela mantenha o bom funcionamento. Energia é uma <b>força</b> que nos move e influencia toda nossa vida e <b>funcionamento</b> .
<b>L</b>	Energia é o que <b>transmite</b> para o planeta e para as casas.
<b>M</b>	Trocas de <b>calor</b> .
<b>N</b>	Quanto mais <b>camadas o átomo</b> tiver maior a sua energia, que pode ser aumentada ou diminuída. Pode ser passada de um <b>corpo</b> para

	outro.
<b>O</b>	Energia é <b>uma força</b> elétrica com <b>potência</b> , também se compreende energia de alimento com o <i>fortifícamento</i> do <b>corpo</b> . Basicamente é a troca de <b>calor</b> .

Fonte: Elaborado pela autora.

Os estudantes **A, D, E** e **K** trouxeram o conceito de energia associadas a um corpo e a sua utilização para realizar atividades cotidianas, sendo assim as zonas **energia como movimento** e **energia como algo funcional/utilitarista** foram evidenciadas nestas respostas. Destacamos a associação entre os conceitos de energia e força em grande parte das explicações, dentre as quais destacamos as falas de **B, C, F, G, H, J** e **O**, em que os dois são tratados como sinônimos. A associação entre força-energia e o movimento parece ser bastante forte e presente nas falas dos estudantes, algo que pode ser justificável, já que no desenvolvimento da história do conceito de energia houve um momento marcado pela controvérsia da *vis-viva*, quando ainda não se conhecia bem a distinção entre os conceitos de força e energia, e tais ideias eram utilizadas para tentar encontrar uma justificativa para o movimento dos corpos, a partir das concepções de Leibniz e Descartes (ORNELLAS, 2006).

O participante **F** afirma que a energia acaba, se degrada. Provavelmente, de maneira inconsciente, ao associar o conceito de energia a força, entende que em algum momento essa força se esgota, sem necessariamente assumir, como aponta Amaral e Silva (2013), um nível mais avançado de reflexão.

Já os estudantes **M** e **O** citaram o calor e a possível troca de calor. E os inqueridos **N** e **L** ainda dizem que energia pode ser “transmitida” de um corpo para o outro, para o planeta, nesse caso a energia é vista como na zona **energia como algo material**. Essa visão de energia como algo material foi bastante forte durante o período de surgimento da teoria do calórico, e desde então a energia é vista como algo de existência material ou quase material em diversos trabalhos sobre as concepções informais dos estudantes (SIMÕES NETO, 2016). Ainda, mesmo sem muita utilização na Ciência atual, o substancialismo resiste na linguagem empregada para descrever processos, segundo Amaral e Mortimer (2001).

Os estudantes **I** e **N** trouxeram a ideia da energia interligada aos conceitos de átomos, o último tópico abordado com os estudantes, em situação de aula normal e fora da pesquisa, a abordagem do Modelo de Bohr, e aparentemente por este motivo observamos a associação do conceito de energia a fenômenos estudados na Química. Essas respostas, identificáveis em

nossos alunos, demonstram a não compreensão do que é modelo atômico e energia, no seu formato científico.

A experiência em sala de aula demonstra que o conteúdo é visto de maneira fragmentada, e o aluno apresenta dificuldade em estabelecer relações entre o modelo atômico, o molecular e o comportamento da matéria (MELO, 2013). Segundo Lima Neto (2013), a forma como os modelos são percebidos no cotidiano do aluno difere da forma como estes são construídos na Ciência. Consequentemente, se não é feita com os alunos uma discussão sobre o quanto o modelo científico difere dos seus modelos de sentido comum, muito provavelmente prevalecerá suas concepções cotidianas. Salientamos a importância em adotar uma abordagem histórica na qual o estudante possa perceber que não há um modelo correto, e que a evolução dos conceitos é pertinente e necessária para demonstrar o caráter dinâmico da química facilitando o ensino e a aprendizagem.

Desta forma, observamos nas respostas dos estudantes a influência de concepções que relacionam as zonas: **energia como movimento, energia como algo material, e energia como agente causal das transformações.**

B) Segunda Questão – Quando você escuta “**Esse menino está ligado no 220v**”, o que você acha que quer dizer? Como você entende o significado de energia nessa situação?

Apresentamos as respostas dos estudantes para a segunda questão no Quadro 7 a seguir.

**Quadro 7:** Respostas da Segunda Questão do Questionário de Concepções Prévias

<b>Estudantes</b>	<b>Respostas</b>
<b>A</b>	Que é uma pessoa <b>animada</b> , gosta de brincar. Em relação a energia, significa uma <b>pessoa muito energética</b> .
<b>B</b>	Que a pessoa está <b>muito elétrica</b> na maior voltagem de energia.
<b>C</b>	Que o menino tem muita atividade e <b>muita energia</b> , que <b>funciona</b> como uma bateria ou algo ligado na eletricidade.
<b>D</b>	O menino está com <b>muita energia no corpo</b> , está agitado. A energia não para até ser esgotada.
<b>E</b>	Que ele está <b>rápido</b> , que ele está à frente dos outros naquela

	situação.
<b>F</b>	Quer dizer que a pessoa está <b>muito elétrica</b> , que está cheia de energia.
<b>G</b>	Que <b>não fica parado ou quieto</b> , menino que aperreia muito.
<b>H</b>	Que o menino está com <b>muita energia</b> , nessa situação quer dizer que está muito agitado e <b>não para quieto</b> .
<b>I</b>	Que a criança está <b>muito elétrica</b> , ou melhor, <b>muito ativa</b> .
<b>J</b>	Quer dizer que o menino tem <b>muita potência</b> , ou seja, uma alta voltagem.
<b>K</b>	Significa dizer que o menino está <b>“virado” e agitado</b> , a ponto de ser comparado aos 220 volts.
<b>L</b>	A criança está alterada com <b>muita energia</b> .
<b>M</b>	Quer fazer referência ao comportamento <b>agitado</b> da criança, saturados de hormônios que estimulam os ânimos. Pois a <b>energia costuma mover objetos, auxiliando no seu funcionamento</b> .
<b>N</b>	Que ele está enérgico, que seu corpo está <b>cheio de energia</b> e precisa liberá-la.
<b>O</b>	Significa que ele está <b>muito “elétrico”, agitado</b> , dá ideia de que ele está com <b>muita energia</b> . Nesse contexto, significa eletricidade, corrente elétrica é uma força potente.

Fonte: Elaborado pela autora.

No que diz respeito a questão 2, observamos o uso excessivo de termos como “muita energia”, “cheio de energia” e “muito energética”. Os discentes **A, B, D, F, L, M** e **O** fizeram uso das expressões mencionadas, portanto, destacamos a emergência da zona **energia como algo material**. Já que, nesses contextos, a ideia de energia aparece associada ao conceito de substância, assim, os estudantes associaram energia a algo que tem existência material e que pode ser armazenada nos materiais ou nos corpos.

Na história da humanidade, as primeiras utilizações da energia remetiam ao pensamento funcional, buscando a utilidade da energia, sem entender algo sobre a natureza do conceito. Na

resposta de **C**, energia é comparada a uma bateria ligada na eletricidade, destacando a **zona funcional/utilitarista**, sendo a energia responsável por fornecer a eletricidade aos equipamentos utilizados no dia a dia, por exemplo.

Além disso, o termo em destaque no enunciado da pergunta foi relacionado, por todos os participantes, ao comportamento agitado de uma criança, e energia que dá forças para ela se mexer, andar, correr, etc., destacando-se a **zona energia como movimento**. Observamos nas respostas de **E, G, H e M** a emergência desta zona, em que, de fato, existe uma forma de falar a energia como uma entidade relacionada ao movimento, que remetem a palavras sinônimas de velocidade, exercícios e esforço físico (BAÑAS, MELLADO e RUIZ, 2004), diretamente ligada ao movimento dos objetos ou de pessoas (ASSIS e TEIXEIRA, 2003).

Isso pode indicar como essa questão foi útil na possibilidade de permitir a emergência de mais de uma zona entre os estudantes. Assim, a polissemia do conceito é colocada em evidência, sendo potencializada com o tipo de questão que é colocada.

C) Terceira Questão – Seu avô diz: **Coma feijão para ter mais energia, meu filho. Pra crescer forte e saudável.** Como você entende o significado de energia nesta situação?

Com intuito de analisar o valor pragmático que o conceito de energia tem nesse contexto cotidiano, elaboramos a terceira pergunta. O Quadro 8 apresenta as respostas dos estudantes para essa questão, colocadas exatamente como estavam nas folhas de respostas.

**Quadro 8:** Respostas da Terceira Questão do Questionário de Concepções Prévias

<b>Estudantes</b>	<b>Respostas</b>
<b>A</b>	Pois o feijão ajuda a obter <b>ferro</b> no sangue, deixando a <b>pessoa com mais energia</b> , além de ajudar a não <b>ter doenças</b> , como por exemplo anemia.
<b>B</b>	Pois feijão é um alimento com muitos nutrientes que te <b>dá energia</b> .
<b>C</b>	Que o consumo do feijão <b>transfere a energia</b> dele para quem come.
<b>D</b>	O feijão tem ferro, ou seja, a <b>energia do nosso corpo flui de maneira</b> melhor já que o feijão nos dá <b>força, energia</b> , proteína etc.
<b>E</b>	Pode estar relacionado a que as pessoas <b>não teriam energia</b> , caso <b>não se alimentem</b> adequadamente.

<b>F</b>	Comer para ficar <b>mais forte</b> , para ter uma <b>força</b> que ajude a pessoa a ficar <b>forte e saudável</b> , para não ficar fraco.
<b>G</b>	Feijão tem ferro e <b>dá energia</b> , além disso é muito saudável para nossa saúde.
<b>H</b>	Que o feijão contém <b>energia</b> (ferro) e faz bem para a saúde.
<b>I</b>	Nessa situação, consigo entender que quando a pessoa come feijão ela irá ficar <b>mais forte</b> e com isso, ficará <b>com mais energia</b> que faz com que as pessoas ou coisas fiquem fortes.
<b>J</b>	Feijão é uma <i>fonte de proteína</i> e a unidade formadora das proteínas são os aminoácidos, que tem glicose e causa a energia necessária para o ser humano. Pois a glicose é um produtor de <b>energia</b> .
<b>K</b>	Energia relacionada a <b>força</b> , ânimo para a realização de atividades cotidianas.
<b>L</b>	Na situação o conceito da energia mostra que as pessoas comem muito feijão.
<b>M</b>	O feijão é fonte de macronutriente carboidrato, o corpo utiliza primeiramente os carboidratos como <b>fonte de energia</b> .
<b>N</b>	Nesse caso, o feijão é <i>proteína</i> sendo assim serve <b>como energia</b> para o <b>corpo poder funcionar</b> .
<b>O</b>	Significa que o feijão é alimento “ <b>forte</b> ”, proteico e saudável, fazendo nosso corpo ter sustento, pois fortifica os ossos e o organismo saudável. Assim, nesse contexto, as crianças crescem com uma boa saúde.

Fonte: Elaborado pela autora.

Nas respostas apresentadas para essa questão, a forma de pensar o conceito de energia em viés da zona **energia como movimento** aparece mais que outros modos de pensar nas formas de falar sobre o conceito. Mais uma vez, observamos a associação entre os conceitos de energia e força, os estudantes **D, F, I, K** e **O** usaram as duas palavras como sinônimos, evidenciando a ideia de “quanto mais forte, mais energia o corpo tem”.

Nas resoluções de **A, B, C, E, G, H, J, N e M** comer feijão está associada ao fornecimento ou acúmulo de energia. O termo é utilizado por todos eles e está intimamente associado ao alimento, nesse caso o feijão, como fonte de energia. Essa forma de falar sobre a energia parece associada a um modo de pensar o conceito inerente a zona **energia como agente causal das transformações**, ou seja, ela é essencial para que a atividade física possa ser realizada, possibilita a realização das atividades. Historicamente, podemos observar um vestígio desse modo de pensar a energia na metafísica aristotélica, a partir da noção de potência-ato, na qual apenas com as virtudes da *energeia* que determinado objeto poderia partir do seu estado potencial para seu estado final.

O estudante **L** apresenta uma resposta discordante das demais pela forma que foi escrita, mas aparentemente, a ideia era semelhante, assim sendo, o feijão é tido como alimento necessário para fornecer energia.

D) Quarta Questão – No seu cotidiano você necessita do fornecimento de energia para realizar várias atividades. Cite exemplos e indique como a energia influencia na realização dessas atividades.

No Quadro 9 apresentamos as respostas dos estudantes para a quarta questão, na qual duas abordagens merecem destaque: energia relacionada a prática de exercícios físicos e a energia dos alimentos. A maioria dos participantes da pesquisa fizeram referência ao uso da energia aos movimentos naturais do corpo como caminhar, andar, correr e associados aos exercícios físicos em academia e espaços apropriados.

Por outro lado, observamos que os alimentos são constantemente citados como fonte de energia. Por último, ainda percebemos que os alunos conseguem encontrar relação entre a energia elétrica e o funcionamento dos aparelhos como celular, televisão e outros. Para as respostas dessa pergunta, podemos destacar o surgimento das zonas **energia como movimento, energia como agente causal das transformações e energia funcional/utilitarista**.

**Quadro 9:** Respostas da Quarta Questão do Questionário de Concepções Prévias

Estudantes	Respostas
A	<b>Descansar, comer, ir para a academia, correr.</b> A energia influencia de forma direta nas pessoas, facilitando a realização de

	várias atividades.
<b>B</b>	A energia nos dá disposição para realizar as atividades do nosso dia a dia.
<b>C</b>	A <b>energia elétrica</b> é necessária para utilizar muitos aparelhos e máquinas, já em relação a minha própria energia deriva dos <b>alimentos que consumo</b> , alimentos os quais absorvem energia e transferem energia.
<b>D</b>	Conseguimos <b>energia a partir de alimentos</b> , quanto mais nos alimentamos mais energia acumulamos para realizar as nossas atividades do dia a dia, como <b>caminhar</b> , academia etc.
<b>E</b>	Nas <b>aulas de educação física</b> para poder fazer o que o professor manda, e <b>energia das lâmpadas</b> e ar condicionado seria bom para enxergarmos e não ficarmos com muito calor.
<b>F</b>	<b>Correr</b> , realizar algum esporte, <b>andar, para ter sustento</b> , às vezes, as pessoas que não apresentam energia, não conseguem realizar boas atividades.
<b>G</b>	<b>Atividades físicas</b> (academia, esporte, corrida).
<b>H</b>	<b>Energia elétrica</b> com elas temos acesso à internet e luzes da casa. <b>Energia da fruta</b> (frutose) faz bem para a saúde.
<b>I</b>	<b>Carregar o celular</b> . A energia está presente na tomada que tem os fios, enfim é uma cadeia.
<b>J</b>	<b>Treinar, estudar, comer e gasto calórico basal</b> . Eu gasto energia fazendo essas atividades e até parada.
<b>K</b>	Academia – Energia <b>para fazer os exercícios</b> . <b>Estudar</b> – Energia para focar nos assuntos e poder assimilar. <b>Acordar</b> – Energia para conseguir levantar da cama.
<b>L</b>	Para <b>caminhar</b> precisamos de energia, porque sem energia você não consegue. Você fica desanimado e com preguiça para fazer os outros exercícios também.

<b>M</b>	Me <b>auxiliam a ter disposição</b> , aumentando meu desempenho e produtividade. Por <b>praticar exercícios físicos</b> , antes consumo alimentos fonte de carboidratos, melhorando a execução dos exercícios.
<b>N</b>	<b>Mexer no celular com WiFi</b> : as redes de sinais funcionam como ondas de energia. <b>Digestão da comida</b> : O metabolismo funciona transformando comida em energia.
<b>O</b>	Para <b>fazer exercício físico</b> necessito de me alimentar de proteína, para que consiga correr de forma equilibrada para não ocorrer o caso de a pressão abaixar e sentir fraqueza. Para um estudo produtivo é preciso se alimentar saudavelmente e possuir um tempo de sono equilibrado, para ter energia de conseguir estudar.

Fonte: Elaborado pela autora.

E) Quinta Questão – O que você entende por: (a) Degradação de energia; (b) Conservação de energia

De maneira geral, os estudantes fizeram uso de sinônimos para tentar explicar a degradação e a conservação de energia. Palavras e termos como acabar, destruir, esgotar, desperdício, mau uso, desgaste e escassez de energia foram utilizados na tentativa de explicar a degradação de energia, enquanto os termos guardar, manter, preservar, cuidar e uso adequado vieram associados ao conceito de conservação de energia.

A maioria dos estudantes (**A, B, C, D, E, G, H, I, J, K, L, M e N**) relacionou conservação ao armazenamento de energia, enquanto que a degradação foi associada à utilização, principalmente, à má utilização da energia. A natureza da pergunta pode ter favorecido a emergência da mesma zona na maioria dos estudantes.

As palavras “transformação” e “transformar” foram trazidas nas respostas de **C**, que mostra compreensão mediante processos de transformação de um tipo de energia em outro, sendo capaz, portanto, de identificar a conservação de energia em situações em que existe degradação. No Quadro 10 apresentamos as respostas dos estudantes para a quinta questão.

Quadro 10: Respostas da Quinta Questão do Questionário de Concepções Prévias

Estudantes	Respostas	
	Degradação de energia	Conservação de energia
<b>A</b>	<b>Acabar</b> com a energia do nosso próprio <b>corpo</b> ou no meio em que vivemos (nossa casa).	É <b>preservar e cuidar</b> da energia.
<b>B</b>	<b>Degradar</b> energia.	<b>Conservar</b> energia.
<b>C</b>	A <b>destruição</b> ou <b>transformação irreversível</b> da energia.	<b>Manter</b> em um corpo a energia, sem <b>transformar</b> ou transferir.
<b>D</b>	Quando a energia se <b>esgota</b> sem aproveitamento.	Quando se <b>conserva</b> a energia no nosso dia a dia.
<b>E</b>	Quando a energia <b>acaba repetidamente</b> por causa natural.	Guardar energia, ou seja, <b>poupar</b> para ter energia suficiente durante o dia.
<b>F</b>	Quando deixamos as <b>luzes acesas</b> em situações desnecessárias. Quando deixamos o <b>ventilador ligado</b> o dia todo.	Quando <b>utilizamos energia solar</b> ao invés de energia elétrica.
<b>G</b>	<b>Desperdiçar.</b>	<b>Conservar</b> energia, não usar muito para não acabar.
<b>H</b>	Se <b>acabar a energia</b> vamos ficar sem luz, sem internet, a única que ia sobrar era a energia das frutas.	<b>Conservar energia</b> vai diminuir o valor da conta de luz.
<b>I</b>	É quando <b>usamos</b> ela de forma <b>inadequada</b> ou até mesmo ultrapassa os limites	É quando <b>usamos</b> a energia de <b>forma correta</b> e também só em momentos que realmente precise.

	dela.	
<b>J</b>	<b>Treino intenso</b> , dieta pobre em carboidratos. Já em voltagem, o uso da água exagerado e a diminuição do consumo de carne, que 70% do uso da água vem da agropecuária.	<b>Conservar energia</b> pode ser dentro do corpo evitando a atividades e ingerindo alimentos ricos em carboidratos. Já a energia relacionada a voltagem, o uso de água com moderação.
<b>K</b>	<b>Acabar</b> com a energia, possibilitando a <b>escassez</b> de tal fonte. Essa degradação oferece riscos e pode ser realizada de modo violento.	<b>Manter</b> tal energia. Como algo que não foi tocado até certo momento.
<b>L</b>	Quando <b>usamos</b> de forma <b>inadequada</b> .	Quando <b>usamos</b> de forma <b>adequada</b> .
<b>M</b>	Entendo que a degradação significa <b>separar</b> , nesta perspectiva, vejo como a retirada de energia.	Entendo que tal ação está ligada a <b>manutenção e preservação</b> da energia.
<b>N</b>	Quando a energia é utilizada, assim se <b>desperdiçando</b> e se transformando.	Um processo de <b>preservar</b> energia temporariamente.
<b>O</b>	Quando a potência da energia se <b>desgasta</b> , como por exemplo, quando a bateria do celular é usada, ela vai descarregar.	A energia é <b>guardada e carregada</b> , como se conduzimos a energia para uma bateria e não a usasse ela se conservaria.

Fonte: Elaborado pela autora.

Os dados oriundos da análise do questionário parecem coerentes, já que a diversidade de formas de falar foi significativa. A visão do conceito associada a zona **energia como**

**movimento** é identificada na segunda, terceira e na quarta questão com bastante ocorrência. Dentro dos contextos sugeridos nas questões, acreditamos que a associação entre energia e movimento, muitas vezes feita a partir do conceito de força, é bastante recorrente.

Além disso, identificamos uma grande tendência em buscar entender a energia associada a visão da zona **energia funcional/utilitarista**, ou seja, entendendo que a energia é útil para realizar processos e transformações, mas sem nenhuma preocupação em explicar sua natureza.

Não encontramos a emergência da zona da **energia como algo espiritual ou místico**. Acreditamos ser uma consequência do fato de que nenhuma das perguntas fazia relação a esse contexto, como também de ser um modo de pensar a energia pouco recorrente em situações escolares, sendo assim, não foram mencionadas pelos participantes da pesquisa. De acordo com o número de ocorrência das zonas ao longo da análise dos questionários, elaboramos o seguinte Quadro 11.

**Quadro 11:** Síntese das zonas que emergiram durante o questionário

<b>ZONAS DO PERFIL CONCEITUAL DE ENERGIA</b>	<b>OCORRÊNCIA DAS ZONAS NO QUESTIONÁRIO</b>
Energia como algo espiritual ou místico	Nenhuma
Energia como agente causal das transformações	Três
Energia como movimento	Cinco
Energia funcional/utilitarista	Três
Energia como algo material	Duas
Energia como grandeza que se conserva	Uma

Fonte: Elaborado pela autora.

#### 4.2 ANÁLISE DAS INTERAÇÕES DISCURSIVAS NA AULA DIALOGADA

Uma das etapas da intervenção didática foi a aula dialogada, e nela os dados foram coletados a partir de gravações em áudio. Decidimos analisar as interações discursivas desse momento devido a possibilidade de emergência de modos de pensar a partir das formas de falar, uma vez que todos os estudantes participantes da intervenção estavam envolvidos na atividade

simultaneamente. A condução da aula ficou sob a responsabilidade da professora/pesquisadora, que expôs situações cotidianas em que o uso da energia era evidente. As intervenções aconteceram com intuito de chamar algum dos estudantes ou grupos de alunos para o diálogo.

A partir deste momento da intervenção, foram selecionados episódios, nos quais uma ou mais formas de falar sobre o conceito de energia emergiram nas discussões, respeitando, na íntegra, as falas dos participantes. Apresentaremos alguns dos resultados, a partir dos direcionamentos de análise apresentados na metodologia desse trabalho.

Os estudantes, quando foram informados da necessidade de gravação, tiveram comportamento atípico. Aparentemente, ficaram receosos em falar algo inapropriado. Sendo assim, para garantir mais leveza e espontaneidade, investimos em uma aula mais tranquila, sem pressioná-los para uma participação mais efetiva.

Como recurso didático, utilizamos para discutir o conceito uma apresentação em slides. Trouxemos situações cotidianas, frases e imagens, nas quais foi possível explorar as diferentes zonas do Perfil Conceitual de Energia. Ao iniciar, a pergunta “O que é energia?”, presente no questionário, foi novamente realizada para os estudantes. O Episódio 1, que destaca esse momento, está apresentado no Quadro 12.

**Quadro 12:** Episódio 1 – Diálogo ocorrido a partir da pergunta: O que é energia?

<b>Turno</b>	<b>Sujeito</b>	<b>Fala</b>
<b>1</b>	<b>PESQ</b>	Vocês não precisam se preocupar em estar certo ou errado. Nesse momento inicial, eu só quero saber o que vocês sabem, e que falem sobre tudo aquilo que aprenderam com seus pais, amigos ou até mesmo em sala de aula.  Vamos lá! <u>O que é energia?</u>
<b>2</b>	<b>EST 1</b>	Energia é um conceito presente tanto na <b>física</b> , como na <b>biologia e até na química</b> , e acho que podemos relacionar com os <b>carboidratos, que fornecem energia para as células funcionarem.</b>
<b>3</b>	<b>PESQ</b>	Boa. Onde vocês já ouviram falar de energia?
<b>4</b>	<b>EST 2</b>	Nos carboidratos, como disse minha amiga. Tem alguma

		relação <b>com potência</b> <i>né?</i> E acho que é isso.
<b>5</b>	<b>EST 3</b>	Na Celpe, <i>né?</i>
<b>6</b>	<b>EST 2</b>	Sim, na Celpe que <i>tá</i> muito caro.
<b>7</b>	<b>PESQ</b>	EST 4, o que é energia?
<b>8</b>	<b>EST 4</b>	<b>Troca de calor.</b>
<b>9</b>	<b>PESQ</b>	E o que é calor?
<b>10</b>	<b>EST 4</b>	Sei não, PESQ.
<b>11</b>	<b>EST 5</b>	Eu sei. <b>Energia em trânsito.</b>

Fonte: Elaborado pela autora.

No turno 2 do episódio 1 (Quadro 10), o EST 1 assume que são os alimentos, nesse caso os carboidratos, que “fornecem energia para as células funcionarem”. Essa forma de falar sobre a energia coincide com o modo de pensar a energia como as zonas **energia como algo material** e **energia como agente causal das transformações**, ou seja, apresenta as ideias de que a energia está armazenada nos alimentos e que, ao ser ingerida, se transforma em outro tipo de energia, visando funcionamento do corpo, via transformações do organismo, assim como mencionado anteriormente.

No turno 5, a Celpe, como referência ao fornecimento de energia elétrica, é citada. Diante do contexto utilizado, parece evidenciar, mais uma vez, o uso do modo de pensar associado a zona **energia funcional/utilitarista**, sendo utilizada em benefício do homem, sem uma preocupação sobre sua natureza.

A “troca de calor” aparece associada ao conceito de energia (turno 8), mas ao ser questionado sobre o que é calor, o estudante EST 4 demonstra não saber. Em seguida, alguns estudantes respondem que calor é “energia em trânsito”, conforme aprendem em sala de aula nas disciplinas de Química e Física. Lembramos que na seleção do episódio nem todas as respostas foram satisfatórias, distantes daquilo que foi proposto para o momento, e por isso não compõem os turnos de fala.

Desta forma, percebemos que os contextos associados ao conceito de energia são a energia dos alimentos ou energia elétrica e os modos de pensar associados as zonas **energia como agente causal de transformações** e **energia como algo funcional**, que encontram significado com valor pragmático e que permite explicar os processos de maneira satisfatória.

Após discussão inicial, começamos a apresentação em slides, com o conteúdo da página que está ilustrado na Figura 1.

**Figura 1** - Slide 1 da Aula Dialogada

## ENERGIA NO DIA A DIA

Você possivelmente já ouviu expressões do tipo:

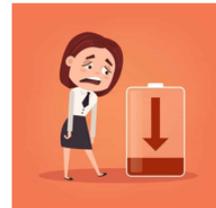
“Não gosto da **energia** desse lugar”.

“Fulana tem uma **energia** muito pesada”.

“Essa situação sugou todas as minhas **energias**”.

“Renovei minhas **energias**”.

“Não fala isso, você vai atrair **energia** ruim”.



Fonte: Elaborado pela autora.

O Quadro 13 apresenta o episódio 2, escolhido por apresentar um momento de discussão de **energia como algo espiritual**, em que observamos a emergência do modo de pensar o conceito de energia em um contexto associado ao misticismo.

**Quadro 13:** Episódio 2 – Diálogo referente ao contexto de energia associada a algo espiritual

Turno	Sujeito	Fala
1	PESQ	Provavelmente alguém já ouviu falar “energia negativa” de um lugar ou pessoa, por exemplo. O que significa?
2	EST 6	É só <b>acender um incenso</b> , professora.
3	PESQ	E já resolve?
4	EST 6	Sim, sim. Ajuda <i>né?</i>
5	EST 7	Aí energia <i>tá</i> como <b>algo mais espiritual</b> .
6	EST 8	O contrário também ajuda, PESQ. Quando <b>coisas boas acontecem</b> , dizemos que a <b>energia é boa, favorável</b> .

Fonte: Elaborado pela autora.

No turno 1, a pesquisadora comenta a existência de energia negativa, em um contexto não científico. Uma constatação que a maioria estudantes aceita como adequada, mesmo sem ter compromissos científicos. Podemos observar isso com os sinais apresentados nos turnos 2, 4, 5 e 6, e existe uma tendência dos demais em concordar com suas falas.

Nesse episódio, percebemos o modo de pensar a energia relacionado a uma visão espiritual ou mística, de maneira aceitável por partes dos participantes, uma vez que o contexto explorado na apresentação propositalmente direcionava a essa forma de pensar. Inferimos que, diferente do questionário, não temos restrição a tal modo de pensar, uma vez que mesmo em situação escolar o contexto apresentado direciona a este significado, pelo valor pragmático.

Dada a continuidade, os estudantes foram apresentados as imagens a seguir, Figura 2, que foram fundamentais para o diálogo explorado no episódio 3 (Quadro 14):

**Figura 2** - Slide 2 da Aula Dialogada



Fonte: Elaborado pela autora.

O diálogo referente ao terceiro episódio está a seguir, no Quadro 14.

**Quadro 14:** Episódio 3 – Diálogo referente ao contexto de energia como agente causal das transformações e funcional/utilitarista

<b>Turno</b>	<b>Sujeito</b>	<b>Fala</b>
<b>1</b>	<b>PESQ</b>	É provável que vocês já tenham ouvido falar no termo “energia” associado a algo representado nessas imagens.

2	EST 9	Sim! Aí no número 1, só lembro de <i>mainha</i> dizendo: menina, desliga essa luz se não <b>vai gastar muita energia</b> . Ou quando ela manda desligar ventilador, chapinha, coisas assim, sabe?
3	EST 10	Não sei se é verdade, mas ouvi dizer que o eletrodoméstico que <b>mais gasta energia em casa</b> é a geladeira. Na verdade, tudo aquilo que muda a temperatura normal do ambiente, gasta muito, <i>né?</i>
4	PESQ	O consumo de energia é maior quando há necessidade de mudança na temperatura ambiente, por exemplo, se tem que aumentar temperatura, como no caso da chapinha, ferro de passar e outros, ou diminuir a temperatura, como é o caso da geladeira ...
5	EST 11	Isso mesmo.
6	PESQ	Mas, e nas imagens aqui do número 2? Conseguem relacionar ao termo “energia”?
7	EST 12	Tipo, acho que a gente coloca gasolina no carro <b>pra dar energia</b> .
8	EST 13	É como se o carro só tivesse <b>energia se tiver combustível</b> , que nesse caso, <b>é a gasolina</b> .
9	EST 14	Acho <i>que</i> eu diria que a gasolina é <b>uma fonte de energia</b> .
10	PESQ	Onde tem energia nessa imagem aqui embaixo? (Apontando para a imagem do trânsito)
Várias vozes ao mesmo tempo indicando a energia na imagem. Os termos citados foram: <b>nos carros, no poste, no semáforo, no farol do carro, entre outros</b> .		

Fonte: Elaborado pela autora.

Assim como observado no Quadro 12, e explorado em sua respectiva discussão, o uso do termo referente ao fornecimento de energia elétrica, é novamente citado. O contexto utilizado parece evidenciar a zona **energia funcional/utilitarista**, em que a energia é percebida

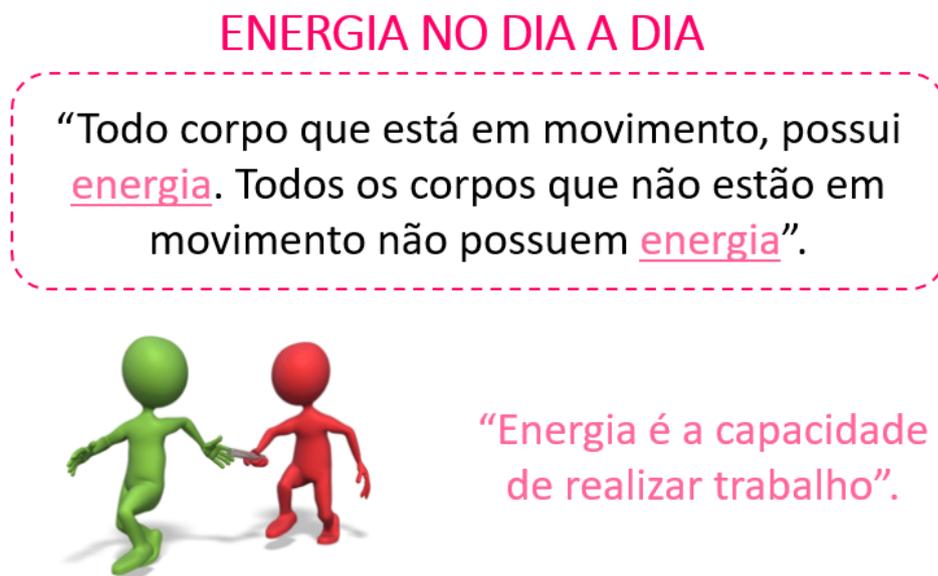
nos processos, mas não existe preocupação em entender o que é e como ela influencia no mundo em que vivemos.

Neste mesmo episódio, observamos uma tendência dos estudantes em se referir à zona **energia como agente causal das transformações**, nos turnos 7 a 9, ou seja, a energia é vista como algo necessário para que aconteçam os processos, e esses estão diretamente condicionados a presença da energia para acontecer.

Sendo assim, nesse episódio, percebemos, a partir das formas de falar, os modos de pensar associados as zonas **energia funcional/utilitarista** e **energia como agente causal de transformações**, mais uma vez, presentes. Aparentemente, são as zonas que mais emergem nos contextos utilizados, talvez pelos estudantes ainda não apresentarem domínio científico sobre o tema.

O momento seguinte foi iniciado pela afirmação apresentada na Figura 3, e o diálogo subsequente, que está descrito no Quadro 15:

**Figura 3** - Slide 3 da Aula Dialogada



Fonte: Elaborado pela autora.

A transcrição das interações permitiu a construção do quarto episódio, apresentado no Quadro 15.

**Quadro 15:** Episódio 4 – Diálogo referente a possível relação entre energia e movimento

<b>Turno</b>	<b>Sujeito</b>	<b>Fala</b>
<b>1</b>	<b>PESQ</b>	“Todo corpo que está em movimento, possui energia. Todos os corpos que não estão em movimento não possuem energia.” O que vocês acham dessa afirmação?
<b>2</b>	<b>EST 14</b>	Eu acho que <i>tá</i> correta a afirmação.
<b>3</b>	<b>EST 15</b>	Eu acho que não.
<b>4</b>	<b>PESQ</b>	Por que não?
<b>5</b>	<b>EST 15</b>	Porque o corpo é feito de átomos, os átomos se chocam até quando estamos parados. <b>Então tem energia.</b>
<b>6</b>	<b>EST 10</b>	Eu concordo em partes. Mas se a gente pensar quando estamos <b>dormindo mesmo</b> , tem <b>gasto de energia</b> ... e <b>precisamos de energia pra respirar</b> , sei lá. Acho que <i>tá</i> errada a afirmação.
<b>7</b>	<b>EST 11</b>	Quando a gente dorme, parece que estamos mais <b>“recarregando” as energias</b> , não?
<b>8</b>	<b>EST 1</b>	<i>Oxe</i> , então um corpo parado <b>tem energia com certeza.</b>
<b>9</b>	<b>EST 2</b>	Claro, <b>energia é energia. Movimento é movimento.</b>
<b>10</b>	<b>EST 3</b>	Mas tipo, o estojo aqui <b>parado</b> , vai ter <b>energia</b> ?
<b>11</b>	<b>EST 4</b>	Acho que vai depender do tipo de matéria.

Fonte: Elaborado pela autora.

A zona generalista do Perfil Conceitual de substância (SILVA e AMARAL, 2013) foi constituída por concepções em que as substâncias são vistas como algo palpável e material, sem que haja esforço em diferenciar outros conceitos importantes como elementos e materiais. As discussões do Quadro 15, confirmam essa percepção, e indicam a ideia de uma forma substancializada de energia, um dos casos que podemos associar ao modo de pensar da zona **energia como algo material**. Essa visão é evidenciada em expressões como *“recarregando energia”* e *“corpo parado tem energia”*.

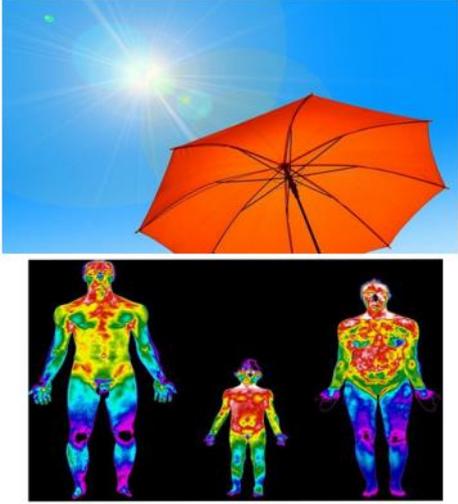
Observamos ainda que os estudantes separaram, de maneira razoável, os conceitos de energia e movimento. Assim, diferente do previsto, um modo de pensar a energia no sentido de que só existe energia se os corpos estiverem em movimento, não foi enfatizado nas falas dos estudantes, ou seja, não emergiu a zona que esperávamos no contexto apresentado, **energia como movimento**.

Seguimos para o momento da aula em que o direcionamento foi para a discussão das perguntas apresentadas na Figura 4.

Figura 4 - Slide 4 da Aula dialogada

**ENERGIA NO DIA A DIA**

- *O que é substância?*
- *O que é calor?*
- *O calor pode ser armazenado nos corpos?*
- *Calor pode ser considerado substância?*



Fonte: Elaborado pela autora.

Construímos, a partir das interações acerca da Figura 4, o episódio 5, apresentado no Quadro 16, no qual queremos destacar o diálogo relacionado ao termo calor e sua possível relação com a energia.

**Quadro 16:** Episódio 5 – Diálogo referente ao termo calor e sua relação com energia

<b>Turno</b>	<b>Sujeito</b>	<b>Fala</b>
<b>1</b>	<b>PESQ</b>	Para iniciar, gostaria que alguém tentasse definir o que é <b>substância</b> .
<b>2</b>	<b>EST 1</b>	É uma <b>mistura</b> .

3	EST 9	Acho que quando os elementos se ligam, formam as substâncias!
4	EST 10	<i>Eita</i> , isso mesmo. Ainda lembro que tinha aquele <i>negócio</i> de substância simples e composta.
5	PESQ	Pensando no <b>conceito de calor</b> , que já foi citado aqui, e o de substância. Alguém saberia me dizer se calor é um tipo de substância?
6	EST 10	Não.
7	EST 11	Sim.
8	EST 1	<i>Oxe</i> , sei não.
9	EST 2	<b>Calor é energia</b> . Energia em trânsito. Então acho que não é uma substância.
10	EST 3	Mas o calor pode ser <b>armazenado como uma substância</b> , né não?
11	EST 4	Se pensar em uma lasanha quente, saindo do forno, <b>libera calor. Pode até armazenar, mas não para sempre.</b>
12	EST 7	Melhor levantar a mão. Calor é substância, sim? (2 pessoas levantaram a mão). E quem acha que não? (As demais, 13 pessoas, levantaram a mão).

Fonte: Elaborado pela autora.

De maneira geral, não tivemos unanimidade na fala dos participantes sobre as características substanciais do calor. Mas a partir do compromisso epistemológico substancialista, a zona **energia como algo material**, conforme demonstramos em discussão anterior, ainda persiste nas formas de falar dos estudantes. Segundo Amaral e Mortimer (2001) o substancialismo é considerado e recorrente nas formas de falar sobre a energia dos processos químicos, como visto anteriormente. No Quadro 16, observamos situações em que se destacam a possibilidade de a energia ser armazenada e entendida eventualmente como uma substância, como fica evidente nos turnos 10 e 11.

Vale ressaltar, no turno 11, que o estudante EST4 fala: “*pode até armazenar, mas não para sempre*”. Conferimos esse modo de falar, as características da **zona energia como grandeza que se conserva**, que é conectada a um compromisso epistemológico racionalista, em que atribui à razão ou ao pensamento, a fonte única de conhecimento humano, mas para isso, o conhecimento precisa ser útil e ter validade universal (HESSEN, 1925/2012). Para Amaral e Mortimer (2001), na consideração de um pensamento racionalista, deve-se estar disposto a abandonar a simplificação e aceitar a complexidade, o que não ocorre com os nossos alunos. Observamos que o estudante tem noção da conservação e degradação da energia, mas que nada mais é, que uma generalização das ideias sobre o tema, de acordo com situações cotidianas por exemplo, mas não necessariamente tomaram consciência daquele conhecimento.

Em seguida, o momento da aula foi dedicado a identificação e posterior discussão de situações cotidianas em que o uso de energia se faz presente, a partir da Figura 5.

**Figura 5** - Slide 5 da Aula Dialogada

## ENERGIA NO DIA A DIA

- *Cite situações do cotidiano em que a Energia possibilita a ocorrência, ou seja, funciona como mecanismo de disparo.*



Fonte: Elaborado pela autora.

O episódio 6, apresentado no Quadro 17, indica as principais situações cotidianas em que os nossos participantes utilizam e reconhecem o conceito de energia.

**Quadro 17:** Episódio 6 – Diálogo sobre energia e situações cotidianas

<b>Turno</b>	<b>Sujeito</b>	<b>Fala</b>
<b>1</b>	<b>PESQ</b>	Vocês seriam capazes de citar alguma <b>situação cotidiana em que a presença da energia</b> é fundamental?
<b>2</b>	<b>EST 1</b>	Ô PESQ, acho que na <b>fotossíntese né?</b>
<b>3</b>	<b>PESQ</b>	Poderia falar um pouco mais?
<b>4</b>	<b>EST 1</b>	É porque tem uma etapa <i>lá</i> que só ocorre na presença de luz, fase clara, eu acho. Essa <b>luz é a energia necessária pro processo</b> , ao meu ver.
<b>5</b>	<b>EST 3</b>	<b>Assistir televisão</b> também é algo que <b>só acontece se tiver energia.</b>
<b>6</b>	<b>EST 6</b>	Acender a luz de casa. <b>Só acende com energia.</b>
<b>7</b>	<b>EST 7</b>	Carregar o celular.
<b>8</b>	<b>EST 1</b>	Treinar perna.
<b>9</b>	<b>EST 2</b>	O quê?
<b>10</b>	<b>EST 1</b>	Só consigo <b>treinar se eu tiver com energia pra isso, ué.</b>
<b>11</b>	<b>EST 4</b>	Acordar.
<b>12</b>	<b>EST 7</b>	Pra estudar.
<b>13</b>	<b>EST 9</b>	Pra vim <i>pra</i> escola todo dia. Tenho que <b>vim andando</b> , não dá. <i>Difícil ser pobre.</i>

Fonte: Elaborado pela autora.

As respostas dadas as situações pelos estudantes foram extremamente relevantes. Observamos diferentes formas de falar sobre o conceito de energia, associada a uma variedade de situações cotidianas. Primeiramente, a energia foi associada a fotossíntese, nos turnos 1, 2 e 4, processo realizado pelas plantas capturam energia solar para transformação em energia química (FARIAS, 2011), enfatizando-se a necessidade de ter energia para que o evento fosse efetivado, portanto, nesse contexto, observamos a emergência da zona proposta na situação contextual, **energia como agente causal das transformações.**

Já nos turnos 5, 6 e 7 observamos diferentes contextos evocados pelos estudantes, mas em todos eles podemos identificar a emergência da zona **energia funcional/utilitarista**, pois localizamos concepções de energia como algo que é útil e que pode ser usado para garantir conforto aos seres humanos. Segundo Simões Neto (2016), na história da humanidade, as primeiras utilizações da energia remetiam a esse pensamento, buscando a utilidade da energia, sem nenhuma preocupação em entender sobre a natureza do conceito.

Dos turnos 8 a 15, temos falas que associam o conceito de energia ao modo de pensar da zona **energia como movimento**, sendo esta uma visão constantemente encontrada. Constatamos que existe uma forma de falar a energia como uma entidade relacionada ao movimento, que emerge em palavras como exercícios e esforço físico (BAÑAS, MELLADO e RUIZ, 2004) como expressado, pelos estudantes, em situações como treinar perna, estudar, acordar e andar.

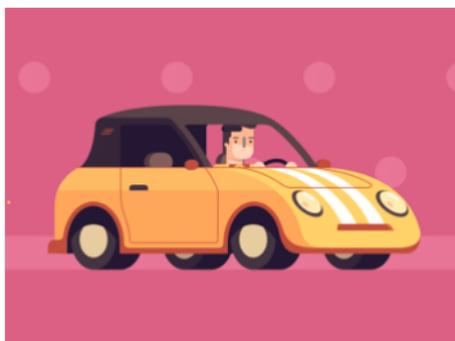
Dessa forma, nesse episódio, percebemos, a partir das formas de falar, os modos de pensar das zonas **energia como agente causal das transformações**, **energia funcional/utilitarista** e **energia como movimento**.

O momento final da parte interativa da aula dialogada foi dedicado a exploração dos conceitos de degradação e conservação de energia, geralmente, associado a contextos de aplicação mais científicos. Trabalhamos a partir da imagem apresentada na Figura 6.

**Figura 6** - Slide 6 da Aula Dialogada

## ENERGIA NO DIA A DIA

- *Imagine agora um carro em movimento ...*



CONSERVAÇÃO

DEGRADAÇÃO

- Se a **energia** se *conserva* e um litro de combustível pode *movimentar* um carro por vários metros, por que não pode *movimentar* o carro *perpetuamente*?

O Quadro 18 explora o diálogo que surgiu através dos conceitos de degradação e conservação de energia, constituindo o episódio 7.

**Quadro 18:** Episódio 7 – Diálogo referente aos conceitos de conservação e degradação de energia

<b>Turno</b>	<b>Sujeito</b>	<b>Fala</b>
<b>1</b>	<b>PESQ</b>	O que você por <b>conservação de energia</b> ?
<b>2</b>	<b>EST 3</b>	Olha, não sei. Mas escuto muito a palavra “conversada” quando falam pra uma pessoa que ela <i>tá</i> muito conversada, do tipo não envelheceu, <i>sabe</i> ?
<b>3</b>	<b>EST 4</b>	Então acho que <b>conservar é manter</b> , né não? Pra energia deve ser a mesma coisa.
<b>4</b>	<b>PESQ</b>	Isso. E como seria o pensamento para degradar energia?
<b>5</b>	<b>EST 8</b>	É a <b>destruição dessa energia</b> .
<b>6</b>	<b>EST 9</b>	Acho que é quando <b>a energia se dissipa</b> .
<b>7</b>	<b>PESQ</b>	Em que momento <b>a gente conserva energia</b> ?
<b>8</b>	<b>EST 1</b>	Quando <b>estamos descansando</b> .
<b>9</b>	<b>EST 4</b>	Ou quando a gente <b>economiza energia</b> .
<b>10</b>	<b>PESQ</b>	Em que momento <b>a gente degrada energia</b> ?
<b>11</b>	<b>EST 4</b>	Claramente quando <b>tô esperando meu ônibus</b> .
<b>12</b>	<b>EST 3</b>	Quando <b>tô usando o celular</b> .
<b>13</b>	<b>PESQ</b>	(Lendo a situação proposta no slide em questão). Porque isso não ocorre?
<b>14</b>	<b>EST 6</b>	Porque temos <b>energia sendo degradada o tempo todo</b> .

Fonte: Elaborado pela autora.

Nos turnos 3 e 4 do episódio consideramos admissível a explicação dos participantes sobre a conservação de energia, mas vale salientar que, as respostas não apresentam rigor científico. É notável que os estudantes EST 3 e EST 4 ouviram falar dessa propriedade, inerente ao conceito de energia como grandeza fundamental das Ciências Naturais, mas sem conhecer

bem os termos utilizados e seus significados, ou seja, parecem reproduzir um discurso sem ter uma apropriação sobre os conceitos, sem domínio da linguagem científica.

A visão da energia como algo que se conserva e/ou degrada, associada a zona **energia como grandeza que se conserva**, aparece nas falas dos estudantes ao longo do episódio, mas é apenas nos turnos 6 e 14 que a propriedade de degradação de energia aparece mais próxima da linguagem científica, quando os estudantes comentam que: "*a energia se dissipa*" (EST 9) e "*energia sendo degradada o tempo todo*" (EST 6).

Logo, no contexto apresentado nesse momento da intervenção, constatamos que os estudantes investigados reconhecem os processos de conservação e degradação da energia, mesmo utilizando um discurso mais próximo do senso comum, embora eventualmente exista a aproximação de um gênero do discurso científico.

Diferente da análise dos questionários, percebemos que todas as zonas do Perfil Conceitual de energia foram presentes nas falas dos estudantes, ou seja, emergiram no discurso. A forma de falar associada a um modo de pensar a **energia como agente causal das transformações** foi identificado em quase todos os momentos da aula dialogada, com exceção dos episódios 4 e 5.

Apenas no episódio 2 a **energia como algo espiritual** emergiu, esse modo de pensar o conceito de energia foi identificado em diferentes falas, mas sob influência do contexto apresentado. Os estudantes demonstraram aceitar e utilizar esse modo de pensar o conceito de energia com frequência, mesmo em situação escolar, devido ao valor pragmático do modo de pensar no contexto trazido pela imagem apresentada.

Nos episódios 1, 3 e 6 fica evidente a presença da **energia como algo funciona/utilitarista**. Os estudantes reconhecem a energia como algo útil e necessário para garantir qualidade de vida dos seres humanos.

Por fim, o modo de pensar o conceito de **energia como algo material** é identificada em contextos associados aos alimentos e os combustíveis, respectivamente, são vistos como energia ou como corpos ou substâncias que são capazes de armazenar energia.

Na continuidade da aula dialogada, apresentamos os aspectos históricos relevantes para a construção da definição do conceito de energia. Pela presença constante da pesquisadora durante o segundo momento da aula, que culminou em maior exposição e menor ocorrência de diálogos, optamos por não considerar episódios extraídos desta parte da intervenção.

A seguir, analisaremos as respostas dos estudos de casos com base nas Ordens de aprendizagem propostas Rodrigues e Mattos (2006).

#### 4.3 ANÁLISE DAS RESOLUÇÕES DOS ESTUDOS DE CASOS

Os estudos de caso com contexto histórico foram aplicados conforme descrito na metodologia. Considerando o caráter histórico associado a trajetória de desenvolvimento do conceito de energia na Ciência moderna, foram desenvolvidos seis estudos de caso que buscam explorar cada uma das zonas propostas no perfil conceitual de energia (SIMÕES NETO, 2016). O material completo está exposto no Quadro 3, na metodologia.

Os estudos de caso foram solucionados em grupos, que entregaram material escrito contendo as resoluções para cada um dos casos propostos. Optamos por analisar, nesse momento, a aprendizagem deste conceito por parte dos estudantes, e para isso utilizamos como base as ordens de aprendizagem de Rodrigues e Mattos (2006), conforme descrito no Quadro 5, também na metodologia.

Ao todo, três grupos entregaram o material com as resoluções. A análise foi feita para cada caso separadamente e está apresentada a seguir.

##### A) Caso 1 – Os astros e a guerra

No Quadro 19 apresentamos as respostas dos grupos para o primeiro caso apresentado. As resoluções foram colocadas exatamente da mesma forma como estavam no material entregue por cada grupo.

**Quadro 19:** Resoluções do primeiro estudo de caso com contexto histórico

<b>GRUPOS</b>	<b>Resoluções</b>
<b>G1</b>	Ele deveria ter previsto com a ajuda dos astros e feito um plano. Porque ao ir à guerra sem um plano, certamente perderiam. Provavelmente, seus soldados estariam com <b>baixa energia</b> , o que não deixava eles se concentrarem na guerra.
<b>G2</b>	Eu usaria o conceito da <b>energia espiritual</b> e a <b>energia do universo</b>

	para sentir uma <b>energia positiva ou negativa</b> para que através disso eu pudesse sentir a derrota ou a vitória do rei. E seria através desses pressentimentos que eu diria se a vitória ou a derrota seria favorável.
<b>G3</b>	Se a pré decisão e probabilidade de derrota podem ser determinadas através do alinhamento dos astros, existe a necessidade de o homem acreditar nisto por meio da sua <b>espiritualidade</b> . E o conceito de energia tem sua relevância pelo fato de elementos da natureza serem considerados as primeiras <b>fontes de energia</b> .

Fonte: Elaborado pela autora.

Em todas as respostas, observamos o uso do conceito de energia associado ao contexto místico e espiritual, consequência do contexto apresentado pelo estudo de caso. De maneira geral, os participantes demonstraram que foi possível adquirir novas informações a partir do trabalho desenvolvido na intervenção e a partir do caso que foi construído. Para Bateson (2006) fica evidenciado tal aquisição, pois os estudantes conseguem construir as decisões necessárias nos casos e formar conceitos, como descrito ainda na primeira ordem da aprendizagem. Sendo assim, é como se cada informação fosse sempre só mais uma informação e o organismo não se mostra capaz de corrigir erros com base nas novas informações, como visualizamos na resposta do G1, em que os estudantes entenderam o contexto, criaram decisões e formaram conceitos, mas não conseguiram idealizar uma resposta coerente para o caso. Percebemos falta de interesse do grupo G1 em responder ao caso coerentemente, momentos antes da aplicação, alguns participantes do grupo sinalizaram não acreditar em signos e horóscopos, depreciando o contexto do primeiro estudo de caso apresentado.

O grupo G2 utiliza o conceito de energia com valor verdadeiramente pragmático para o contexto apontado. Associar termos como “energia positiva ou negativa” a uma possível vitória ou derrota, garante que as informações obtidas ao longo do processo foram relacionadas a modos de pensar que antes não eram expressos pelos estudantes. Nas respostas dos sujeitos, fica claro que eles conseguem distinguir contextos e associá-los a estímulos específicos, também característico da primeira ordem do processo de aprendizagem.

A resolução do grupo G3 corrobora com o explorado anteriormente, quando falas como “*espiritualidade*” são diretamente relacionadas com “*energia*”, “*elementos da natureza*” e “*fontes de energia*”. Neste grupo, a fala: “*e o conceito de energia tem sua relevância pelo fato de elementos da natureza serem considerados as primeiras fontes de energia*” indica claramente uma aprendizagem mais passiva dos aprendizes, na qual as relações estabelecidas

entre zona do perfil conceitual e contextos, apesar de organizadas, são sempre associadas a um significado único, sem maiores variações. Ao tentar ampliar as explicações, o grupo foge do contexto e faz associações confusas e precipitadas. Portanto, o grupo G3, assim como os grupos G1 e G2, para o primeiro estudo de caso, apresentam qualidades descritas na primeira ordem de aprendizagem.

#### B) Caso 2 – A eletricidade e os seres humanos

Baseada na capa da edição de número 419 da revista satírica *Judge*, de 1889, que retrata um cartaz anti eletricidade, já que a energia elétrica ainda era uma novidade à época e muito ainda se discutia em relação à segurança do seu uso, foi elaborado o segundo estudo de caso com contexto histórico e as respostas estão apresentadas no Quadro 20.

**Quadro 20:** Resoluções do segundo estudo de caso com contexto histórico

GRUPOS	Resoluções
1	Por não terem muitos conhecimentos sobre <b>energia</b> , poderíamos trazer situações benéficas e maléficas quanto ao <b>uso de energia</b> . Por exemplo, para coisas ruins como a morte em uma cadeira elétrica. Mas que, devido as grandes vantagens, poderíamos adaptar e utilizar para termos luz o dia inteiro em uma cidade.
2	O choque elétrico provocado por aparelhos que utilizam <b>energia elétrica</b> , consiste na condução dessa energia por todo o corpo e isso causa a lesão. Como cientista, explicaria como ter cuidado ao manipular algo com <b>eletricidade</b> , e que essa mesma energia poderia trazer vários <b>benefícios aos automóveis e a iluminação das nossas ruas</b> .
3	Como sabemos que a energia é a capacidade do sistema de corpos que fornece trabalho mecânico ou seu equivalente, e que também é sinônimo de <b>força, potência, força física</b> entre outros, poderíamos falar da energia elétrica deixando clara as suas vantagens. Como aquela que vai nos ajudar no dia a dia, <b>levando luz</b> a nossas casas e representando um grande <b>avanço na tecnologia</b> .

Fonte: Elaborado pela autora.

Analisando a resposta do grupo G1 para o segundo estudo de caso, detectamos a presença da segunda ordem de aprendizagem. Esta ordem é caracterizada pela consciência do indivíduo em relação as zonas do perfil, e nesse momento, ele é capaz de discernir e relacionar os conceitos internalizados. Podemos perceber, que para essa resposta, foi escolhido utilizar o termo energia como **algo funcional/utilitarista**, destacadas nas falas “*trazer situações benéficas e maléficas quanto ao uso de energia*”, a situação maléfica “*para coisas ruins como a morte em uma cadeira elétrica*” e a situação benéfica “*poderíamos adaptar e utilizar para termos luz o dia inteiro em uma cidade*”. Sendo assim, compreendemos que os estudantes conseguem estabelecer uma leve relação entre as zonas e conseguem, dentro de contextos determinados, estabelecer comportamentos adequados com poucas tentativas.

Como encontrado na resposta do grupo G1, o G2 também indica o termo energia como algo útil e funcional a vida do ser humano, além disso conseguem trazer uma explicação rápida e sutil sobre os efeitos de um choque elétrico, consequência de conceitos estudados no contexto escolar de uma aula de Física ministrada na semana anterior a aplicação desse momento. Conseguimos perceber que, para este grupo, o reconhecimento dos diferentes contextos ainda é algo mecânico e operativo, pois eles têm consciência do enunciado correto, mas não tem ideia de todas as operações possíveis, o que permite associar as características da segunda ordem de aprendizagem.

Também como consequência a uma aula de Física anteriormente citada, o grupo G3 inicia a resolução do segundo estudo de caso com definições científicas do conceito de energia. Em seguida, assim como os demais grupos, mantém o uso da **zona energia funcional/utilitarista** destacando as principais vantagens de seu uso, como argumento para convencer o orientar os ouvintes da palestra, conforme solicitado no caso a ser solucionado.

Portanto, a partir da análise das respostas dos três grupos para o segundo estudo de caso proposto, afirmamos que todos estão coerentes com os aspectos apresentados para a segunda ordem de aprendizagem. Conceitos científicos, abordados em contexto escolar, influenciaram na maioria das respostas, bem como, situações cotidianas e vivências de cada indivíduo. Conseguimos concluir ainda que situações exploradas na aula dialogada foram essenciais na construção das respostas apresentadas pelos grupos, isso porque permitiram o reconhecimento dos diferentes contextos e trouxeram à tona exemplos de atividades cotidianas em que o uso da energia está presente.

C) Caso 3 – A força e o movimento

O século XXII foi marcado pela controvérsia científica da *Vis-Viva*, importante marco na evolução e construção do conceito de energia que temos atualmente. Em função disso, escolhemos o contexto do terceiro estudo de caso. As respostas dos grupos estão apresentadas no Quadro 21.

**Quadro 21:** Resoluções do terceiro estudo de caso com contexto histórico

GRUPOS	Resoluções
1	Nós concordamos com o pensamento de Leibniz, porque ao observarmos uma planta vemos que ela se mantém viva enquanto tem a sua <i>vis-viva</i> , quando acaba simplesmente morre.
2	Acreditamos que a teoria de Leibniz deveria ser apoiada pois complementa a teoria de Descartes, pois define a quantidade da <b>energia e o que seria essa quantidade.</b>
3	A ideia do alemão Leibniz defende a <b>questão da energia cinética</b> , pois é mais coerente o <b>fator de conservação da energia</b> , em relação ao deslocamento de uma <b>força viva que atrai um corpo, logo força de trabalho.</b> Já a ideologia do francês Descartes defende que Deus criou o mundo, dando apenas uma quantidade de movimento, é incoerente pensar que <b>Deus em sua criação limitou uma certa quantidade para movimentar o mundo.</b>

Fonte: Elaborado pela autora.

A partir da fala do grupo G1, deduzimos que é a *vis-via* capaz de manter a planta viva, contexto associado a **zona como agente causal das transformações**, assumindo um compromisso determinista de que eventos só serão possíveis de acontecer, com a energia presente (SIMÕES NETO, 2016). O uso inconsciente dessa zona, e aparente repetição por ter sido utilizada em contexto semelhante outras vezes, indica a permanência na primeira ordem de aprendizagem, que designa especificamente, o surgimento de operações que têm como contorno suas condições materiais de produção mais imediatas, como afirma Rodrigues e

Mattos (2006).

Sem muitos argumentos e explicações, o grupo G2 opta por apoiar as ideias de Leibniz e indica que essas definem energia e sua quantidade. Acreditamos que não houve compreensão do que estava descrito no enunciado do estudo de caso, e que os participantes apenas seguiram estímulos específicos, na tentativa de estabelecer relação com o que foi solicitado. Encontramos, mais uma vez, aspectos relacionados a primeira ordem de aprendizagem, aqui caracterizado pela não consciência dessas operações.

O grupo G3, mesmo que de maneira imprecisa, trouxe aspectos que não foram levados em consideração pelos grupos anteriores. Termos como “*energia cinética*” e “*conservação de energia*” foram utilizados de forma razoavelmente coerente. Nesse sentido, temos a **zona energia como algo que se conversa** sendo empregada e fazendo referência a um contexto mais científico do termo, não tão comum para alunos do Ensino Médio (SIMÕES NETO, 2016), mas justificável por serem, em sua maioria, estudantes concluintes. Avistamos particularidades da segunda ordem de aprendizagem, pois os participantes foram capazes de dialogar e tiveram consciência do fim de suas ações, mas ainda não tem compreensão de todas as zonas e contextos apropriados de uso.

Analisando de maneira geral, entendemos que os grupos G1 e G2 não compreenderam bem o contexto do material apresentado. As respostas de caráter superficial, demonstram falta de domínio sobre o contexto inserido e aparentemente, impediu que conseguissem ampliar e discutir apropriadamente as soluções. O grupo G3, diferente dos demais, tem participantes do 3<sup>a</sup> ano do Ensino Médio, e a partir do que foi construído por eles, conseguimos perceber maior liberdade com o tema e argumentos mais coerentes para a resolução do respectivo caso.

#### D) Caso 4 – O calor e a geração de energia

Outra marcante controvérsia científica, a disputa entre fluído e movimento, relevante pelo debate entre a teoria mecanicista e substancialista do calor, também gerou influenciou na estruturação do conceito de energia que conhecemos hoje. Escolhemos o Conde Rumford e seu experimento como instrumentos para integrar o enunciado do quarto estudo de caso com contexto histórico. As respostas estão apresentadas no Quadro 22, tais quais foram entregues.

**Quadro 22:** Resoluções do quarto estudo de caso com contexto histórico

GRUPOS	Resoluções
--------	------------

1	Ao queimar o combustível, o calor gerado aquece a água de uma caldeira, que se transforma em vapor, que gira uma turbina, transformando a <b>energia térmica</b> (calor) em <b>energia cinética</b> (movimento) e depois em energia elétrica.
2	O calor é simplesmente o <b>deslocamento de energia entre os corpos</b> ou até mesmo <b>entre ambientes</b> , isso acontece por causa da diferença <b>de temperatura entre eles</b> .
3	O calor <b>é a energia térmica em movimento</b> . A energia térmica é como a <b>energia contida num sistema que é responsável por sua temperatura</b> . A adaptação do experimento pode ser feita com a presença de uma batedeira elétrica, a qual será responsável pela geração do movimento e este gerará calor; a água, para resfriar o sistema e uma panela de alumínio representando o metal.

Fonte: Elaborado pela autora.

O grupo G1 apostou em uma resposta mais genérica. Identificamos a não compreensão do enunciado e encontramos o reconhecimento da transformação entre os tipos de energia, mas sem qualquer compromisso em explicar os acontecimentos cientificamente, ou seja, pouca ou nenhuma preocupação com a natureza da Energia. O mesmo ocorre para o grupo G2, que não responde o caso completamente e apresenta uma resposta curta e sem rigor nas explicações. Em ambos os grupos percebemos uma exaustão na resolução dos casos, no momento da aplicação os participantes estavam com pouco interesse, com conversas improdutivas e sem foco para finalizar o processo. Pensamos que aplicar os seis casos em um único dia, pode ter sido prejudicial, já que os estudantes estão em ritmo mais lento pós-pandemia e necessitam de ferramentas mais simples e direcionadas para atingirem o objetivo final (CORDEIRO, 2020).

De acordo com o discutido, evidenciamos a presença dos grupos G1 e G2 na primeira ordem de aprendizagem, pois nesse caso, como afirma Bateson (2006), o aprendiz, por causa de um estímulo específico constrói decisões e formam conceitos, e foi assim que chegaram a uma resposta. O grupo G3 traz os conceitos de calor, energia e movimento como sinônimos. Apresenta uma explicação mais ampla e completa, em comparação com as respostas dos grupos G1 e G2. Foi o único grupo que conseguiu sugerir uma adaptação ao experimento realizado pelo Conde Rumford, trazendo discussões compreensíveis com a realidade e com a condição do caso em questão. Apesar disso, os participantes do grupo G3 parecem estar na primeira ordem de aprendizagem, e por utilizar “energia térmica” para definir calor, além de fazer uso

do conceito de temperatura, aparentemente conseguem corrigir erros com base no histórico de informações, mas costumam executar por adaptação e repetição.

E) Caso 5 – Eletrólise e a não espontaneidade das reações

No penúltimo estudo de caso com contexto histórico, utilizamos a eletrólise como base para formular um enunciado. Consideramos que nem todos os participantes tinham conhecimento sobre o tema e por isso, colocamos no texto as definições básicas. As resoluções para esse caso estão elencadas a seguir no Quadro 23.

**Quadro 23:** Resoluções do quinto estudo de caso com contexto histórico

GRUPOS	Resoluções
1	A <b>energia do fornecimento</b> para o fracionamento de alguma máquina, exemplo, se o celular descarregar ele não vai carregar sozinho, ao botarmos para carregar ele na tomada ele é forçado a carregar.
2	Entendemos que a <b>eletrólise só acontece com a presença de energia</b> . O micro-ondas é um exemplo, onde a energia está presente. Quando ligamos o aparelho, ele fornece calor e esquenta o alimento.
3	<b>Energia de ativação</b> é a energia mínima para que ocorra um processo reacional. A queima da vela seria um exemplo de situação que ocorre apenas na presença de energia.

Fonte: Elaborado pela autora.

Alguns textos que utilizam estudo de caso no ensino de Química indicam que para chegar a uma resolução, há necessidade de utilizar conhecimentos adquiridos em outras disciplinas, bem como a vivência no dia a dia (BRETZ; MEINWALD, 2002). Para esse caso, especificamente, ainda que tenhamos trazido explicações sobre a eletrólise e os participantes com a oportunidade de pesquisar sobre o tema, pressupomos que houve, provavelmente, falha na comunicação ou falta de empenho em corresponder ao que foi solicitado nesse momento da pesquisa.

O grupo G1 vincula o processo eletrolítico a uma “energia do fornecimento”, e utiliza

como exemplo o carregamento de uma bateria. Interpretamos que os participantes entendem o caráter não espontâneo da reação de eletrólise, mas não demonstram familiaridade com o contexto, provavelmente por ser um conteúdo previsto para ser abordado no 2<sup>a</sup> ano do Ensino Médio, e os participantes deste grupo são todos pertencentes a 1<sup>a</sup> série do Ensino Médio.

Por motivos semelhantes aos descritos anteriormente, acreditamos que o grupo G2 também não conseguiu desenvolver o tema, e como exemplo, de forma equivocada, atribuem o processo eletrolítico ao uso de um forno micro-ondas. Observamos a presença de concepções informais bem resistentes, associada a um excesso de simplificações que evitam definir de modo mais específico os conceitos científicos, comportamento comum conforme Bañas e Mellado (2004).

O grupo G3, em sua maioria composto por integrantes do 3<sup>a</sup> ano do Ensino Médio, tinha assistido aula do conteúdo de cinética química, fora do contexto da pesquisa, dias antes da aplicação dos estudos de caso. Sendo assim, observamos uma definição de “energia de ativação” bem comumente encontrada em livros didáticos e reforçada em sala de aula pelos professores.

Em relação às ordens de aprendizagem (RODRIGUES; MATTOS, 2004) não conseguimos reconhecer nas resoluções os parâmetros de classificação para cada uma delas. Não foram utilizadas novas informações e nem zonas diferentes das que já haviam sido visitadas, característicos da primeira ordem de aprendizagem. Os estudantes não foram capazes de relacionar as zonas e suas dimensões, conforme descrito na segunda ordem de aprendizagem. E por fim, não identificamos a tomada de consciência em relação aos modos de pensar e os possíveis contextos, como explorado na terceira ordem de aprendizagem.

#### F) Caso 6 – A degradação e a conservação

No último estudo de caso com contexto histórico buscamos explorar a zona mais científica do conceito de energia, abrangendo conceitos de conservação e degradação de energia. Sugerimos um contexto em que o uso e funcionamento de máquinas estavam presentes, e o personagem escolhido para atrair os participantes foi o cientista James Watt (1736-1819). As soluções para este caso estão apresentadas no Quadro 24.

**Quadro 24:** Resoluções do sexto estudo de caso com contexto histórico

GRUPOS	Resoluções
--------	------------

<b>1</b>	Não seria possível construir uma máquina onde a <b>energia não fosse esgotada</b> , já que, para o funcionamento de <b>uma máquina a energia deve ser transformada</b> . Exemplo: Uma lâmpada que transforma a <b>energia elétrica</b> em uma <b>energia luminosa e energia térmica</b> .
<b>2</b>	Por meio do uso da <b>energia elétrica</b> seria possível criar uma máquina realmente eficiente.
<b>3</b>	Através do ciclo da Carnot seria possível calcular o melhor rendimento teórico da nossa máquina. <b>Haveria dissipação de energia, mas seria mínima, então provavelmente, seria eficiente</b> .

Fonte: Elaborado pela autora.

O grupo G1 reconhece o processo de transformação da energia, e utilizou os termos de maneira adequada. Entendemos que houve compreensão da relação entre a zona e o contexto apropriado de uso, característico da segunda ordem de aprendizagem. Aparentemente, os momentos anteriores contribuíram para formação dos conceitos e ajuste das operações cerebrais, culminando em uma resposta coerente e organizada para esta investigação. Atendendo, em partes, o objetivo da sequência didática que foi favorecer o aprendizado devido ao caráter investigativo, oportunizando a construção e a apropriação dos saberes mediante experiência de aprendizagem ativa (GONÇALVES, 2016).

Para o grupo G2, obtivemos uma proposta de solução extremamente simplificada, sem argumentações e/ou explicações, impedindo-nos de avaliar mais profundamente. Alguns pontos, já discutidos ao longo do trabalho, como exaustão, falta de familiaridade com a ferramenta metodológica, formato de aplicação dos casos e situações relacionadas a fatores externos foram possíveis causadores de resultados não satisfatórios em determinadas soluções para os estudos de casos.

O grupo G3 utilizou o ciclo de Carnot para argumentar a elaboração de uma máquina em que a dissipação de calor fosse mínima, mas comprovamos que não tinham interesse em explicar cientificamente e com precisão a escolha dessa resolução. A forma mais direta e imprecisa, que apresentaram, indica falta de convívio com o tema em questão, e talvez, falta de interesse em dedicar mais tempo para discutir e estudar mais alguns aspectos necessários para elaborar uma solução mais adequada ao caso.

De maneira geral, consideramos as respostas razoáveis, e reconhecemos alguns fatores que poderiam ter sido utilizados para melhorar a eficiência das respostas obtidas ao longo do

processo, entre eles, a elaboração e organização de uma sequência didática com mais elementos que permitissem uma análise mais ampla dos resultados. Em relação aos participantes da pesquisa, percebemos, na maior parte do conteúdo analisado, demonstração de falta de compreensão sobre os objetivos da atividade, que pode ter sido causada pelo desinteresse ou pela falta de costume com o tipo de metodologia utilizada. Ainda assim, conseguimos extrair informações importantes e garantimos uma discussão proveitosa capaz de auxiliar na compreensão do processo de aprendizagem do conceito de energia envolvendo áreas das ciências como Química e Física.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A necessidade do desenvolvimento da capacidade argumentativa dos alunos tem sido amplamente discutida nos últimos anos (MORTIMER e SCOTT, 2002), e reconhecemos a dificuldade de os estudantes aprenderem conceitos polissêmicos utilizados em diversos

contextos. Com intuito de entender como estudantes constroem significados sobre o conceito de Energia, considerando uma sequência didática com base em estudo de caso com contexto histórico e teoria dos perfis conceituais que, elaboramos e aplicamos uma proposta de ensino na qual estudantes do Ensino Médio, em determinado momento da intervenção, foram direcionados a solucionar estudos de caso com contexto histórico. O acompanhamento das atividades dos participantes e a análise do material por eles produzidos nos permitiram tecer algumas considerações sobre o processo de aplicação da proposta e os resultados dela provenientes.

Conforme descrito no primeiro objetivo específico, conseguimos perceber as concepções informais dos participantes, a partir da aplicação e análise do questionário, além de identificar as zonas do perfil conceitual de energia que emergem nas respostas. Cinco das seis zonas propostas para o perfil conceitual de energia no contexto do ensino de Física e Química foram identificadas nas repostas dos questionários. Identificamos uma tendência na utilização do conceito de energia associada a visão **funcional/utilitarista**, bem coerente com o esperado, já que faz referência a maneira como o termo está presente no dia a dia. Por outro lado, não encontramos a emergência da zona de **energia como algo espiritual ou místico**, visão comum no cotidiano, mas como não foi mencionada no enunciado das questões, não emergiu em nenhuma das respostas. Acreditamos que a não emergência está relacionada ao local de aplicação da proposta, a escola, que tende a não considerar aspectos esotéricos entre as discussões realizadas.

Bem como nos questionários, as discussões promovidas pela aula dialogada nos permitiram encontrar a emergência das zonas e os principais modos de falar sobre o conceito de energia. Percebemos que todas as zonas do Perfil Conceitual de energia foram empregadas ao longo deste momento da intervenção.

Os estudos de caso com contexto histórico foram essenciais para análise das ordens de aprendizagem conforme Rodrigues e Mattos (2006). Obtivemos respostas que consideramos razoáveis, e reconhecemos alguns fatores que poderiam ter sido utilizados para melhorar a eficiência das respostas obtidas ao longo do processo, da mesma forma que identificamos fragilidades associadas a postura dos participantes, conforme discutido neste trabalho.

Acreditamos que um dos principais motivos, além dos citados por toda extensão da discussão, que contribuiu com o resultado razoável, foi a recente pandemia da COVID-19, doença causada pelo novo coronavírus e que levou a população ao isolamento social para conter o crescimento das curvas de contaminação em massa e morte de pessoas. Devido ao isolamento, vários setores foram afetados, inclusive o educacional. No Brasil, em março de 2020, as redes

de ensino pública e privada suspenderam temporariamente as aulas, e posteriormente, com o intuito de manter as atividades educacionais durante o período de isolamento, muitas instituições adotaram o ensino remoto, no qual os educadores tiveram que adaptar seus conteúdos para o formato online (CORDEIRO, 2020). Destacamos que o isolamento social involuntário ou forçado, pode trazer inúmeros prejuízos ao ser humano, ocasionando quadros psicológicos de ansiedade e depressão (DOMINGUES, 2019). É importante colocar que o ensino nunca mais voltará a ser o que era antes, e os impactos ocasionados em consequência desse momento, estão cada vez mais presentes no cotidiano, dos nossos estudantes e em nós profissionais.

Sendo assim, reconhecemos a necessidade de investigar ferramentas que nos permita fazer análises mais abrangentes, capazes de identificar mais precisamente a evolução no processo de aprendizagem dos estudantes. Mas ainda assim, destacamos que os parâmetros construídos ao longo desse trabalho contribuem na compreensão da aprendizagem de conceitos polissêmicos, como o de energia. Garantimos também, auxílio aos profissionais de educação que visem elaborar ou utilizar estudos de caso com contexto histórico como ferramenta para despertar uma visão mais crítica, investigativa e independente por parte dos estudantes.

## **REFERÊNCIAS**

ANDRÉ, M. O que é um estudo de caso qualitativo em educação? **Revista da FAEEBA – educação e contemporaneidade**, v. 22, n. 40, p. 95-103, 2013.

AMARAL, E. M. R.; MORTIMER, E. F. Un perfil conceptual para entropía y espontaneidad: una caracterización de las formas de pensar y hablar en el aula de química. **Educación Química**, n. 3, p. 60-75, 2004.

AMARAL, E. M. R.; MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. A **Conceptual Profile of Entropy and Spontaneity: Characterising Modes of Thinking and Ways of Speaking in the Classroom**. In: MORTIMER, E. F., EL-HANI, C. N. (orgs.) *Conceptual Profiles: A Theory of Teaching and Learning Scientific Concepts*. Springer, 2014.

AMARAL, E. M. R.; MORTIMER, E. F. Uma proposta de perfil conceitual para o conceito de calor. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v.1, n.3 p.1-16. 2001.

ARAÚJO, A. O. **O perfil conceitual de calor e sua utilização por comunidades situadas**. 2014. 223 f. Tese (Doutorado em Educação), Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, 2014.

ARIAS, A. G. Falsas energías, pseudociencia y medios de comunicación masiva. **Revista Cubana de Física**, v. 19, n. 1, p. 68-73, 2002.

ASSIS, A.; TEIXEIRA, O. P. B. Algumas considerações sobre o ensino e aprendizagem do conceito de energia. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 1, p. 41-52. 2003.

BAÑAS, C.; MELLADO, V.; RUIZ, C. Las ideas alternativas del alumnado de primer ciclo de Educación Secundaria Obligatoria sobre la conservación de la energía, el calor e la temperatura. **Revista de Educación Campo Abierto**, v. 24, 2004, p.99-126.

BARBOSA, J. P. V.; BORGES, A. T. O Entendimento dos Estudantes Sobre Energia no Início do Ensino Médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. Florianópolis, v. 23, n. 2, p. 182-217, 2005.

BATESON, G. *Steps to na ecology of mind*. Chicago: **The University of Chicago Press**, 2006.

BELTRAN, M. H. R.; RODRIGUES, S. P.; ORTIZ, C. E. História da Ciência em Sala de aula – Propostas para o ensino das Teorias da Evolução. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces** 4, p. 49-61, 2011.

BIZZO, N. M. V. História da ciência e ensino: onde terminam os paralelos possíveis? **Em Aberto**, ano 11, n. 55, p. 29-35, 1992.

BRETZ, S. L., & MEINWALD, J. The language of chemistry. **Journal of College Science**

**Teaching**, 31(4), 220–224, 2002.

BRICCIA, V.; CARVALHO, A. M. P. Visões Sobre a Natureza da Ciência Construídas a Partir do Uso de um Texto Histórico na Escola Média. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciências**, v. 10, n. 1, 1-22, 2011.

BUNGE, M. Energy: Between physics and metaphysics. **Science & Education**, v. 9, p. 457-461, 2000.

CAJÉN, S. G.; CASTIÑEIRAS, J. M. D.; FERNANDEZ, E. G. R. Razonamiento e argumentación en ciencias. Diferentes puntos de vista en el currículo oficial. **Enseñanza de las Ciências**, v. 20, n. 2, p.217-228, 2002.

CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Formação continuada de professores: Uma Releitura das Áreas de Conteúdo**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003.

CORDEIRO, K.M.A. **O impacto da pandemia na educação: a utilização da tecnologia como ferramenta de ensino**. Faculdade IDAAM, 2020.

DALRI, J. A **Dimensão Axiológica do Perfil Conceitual**. 2010. 130f. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências). Programa de Pós-Graduação Interunidades de Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo. 2010.

DESCARTES, R., **Discurso sobre o Método, para bem dirigir a própria razão e procurar a verdade nas ciências**. São Paulo: Editora Universidade de São Paulo, 1998.

DESCARTES R., **Princípios de Filosofia**. São Paulo: Editora Difel, 1962.

DINIZ JÚNIOR, A. I.; SILVA, J. R. R. T.; AMARAL, E. R. M. Zonas do Perfil Conceitual de Calor que Emergem na Fala de Professores de Química. **Química Nova na Escola**, v. 37, n. especial 1, p. 55-67, 2015.

DOMINGUES, Alex Torres. A interiorização da EAD nas instituições públicas de educação no Estado do Mato Grosso do Sul: Avanços e perspectivas. **Horizontes, revista de educação**. v. 7, n.14 (2019).

DUSCHL, R.A. **Using and abusing: relating history of science to learning and teaching science**. Dordrecht: Kluwer Academic Press, 2005.

FEYNMAN, R.P. **Física em Seis Lições**. Rio de Janeiro: Editouro, 2001.

GOGOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**, v. 35, n. 2, 1995.

GOMES, L. C. Ascensão e queda da teoria do calórico. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v.29, n.3, p.1030-1073, 2012.

GONÇALVES, A.V. Sequências Didáticas como instrumento potencial da formação docente reflexiva. **Delta**, 2016.

GOODAY, G.; LYNCH, J. M.; WILSON, K. G.; BARSKY, C. K. Does science education need the history of Science? *Isis*, 99, 2008.

GUIMARÃES, C. R. A.; SILVA, F. C. V.; SIMÕES NETO, J. E. Abordando os conceitos de entropia e espontaneidade a partir da teoria dos perfis conceituais. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 20, 2020. **Anais...**, Recife, 2020.

HESSEN, J. Teoria do Conhecimento. São Paulo: Martins Fontes, 2012.

JACQUES, v.; PINHO ALVES, J. O conceito de energia: os livros didáticos e as concepções alternativas. IN: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 11, 2008. **Anais...**, Curitiba, 2008.

LINHARES, M.P.; REIS, E.M. Estudos de caso como estratégia de ensino na formação de professores de física. **Ciência & Educação**, n. 14, v. 3, p. 55- 74, 2008.

LUCCAS, S., BERNARDELLI, M., COELHO NETO, J., LUCAS, L. Delineamento do perfil conceitual de avaliação de mestrados em ensino. **Revista de Gestão e Avaliação Educacional**, v. 1, n. 1, p. 1-12, 2019.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M.E.D.A. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1986.

MATTHEWS, M. R. História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 12, n. 3: p. 164-214, 1995.

MCCOMAS, W. Uma proposta de classificação para os tipos de aplicação da História da Ciência na formação científica: implicações para a pesquisa e desenvolvimento. In: SILVA, C. C.; PRESTES, M. E. (Orgs). **Aprendendo ciência e sobre sua natureza: abordagens históricas e filosóficas**. São Carlos: Tipografia Editora, 2013. p. 425-448.

MEDEIROS, A. Entrevista com o Conde Rumford: Da teoria do calórico até o calor como uma forma de movimento. **Física na Escola**, v. 10, n. 1, p. 4-16, 2009.

MÉHEUT, M. **Teaching-learning sequences tools for learning and/or research**. In Research and Quality of Science Education (Eds. Kerst Boersma, Martin Goedhart, Onno de

Jong e Harrie Eijelhof). Holanda. Springer. 2005.

MELO, M.R.; NETO, E. G. L. Dificuldades de Ensino e Aprendizagem dos Modelos Atômicos em Química. **Química nova na escola**. Vol. 35, Nº 2, p. 112-122, MAIO 2013.

MORTIMER, E. F. **Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências**. Belo Horizonte: Editora UFMG. 2000.

MORTIMER, E. F. Conceptual Change or Conceptual Profile Change? **Science & Education**, v. 4, p. 268-283, 1995.

MORTIMER, E. F. Para além das fronteiras da química: relações entre filosofia, psicologia e ensino de química. **Química Nova**, v. 20, n. 2, p. 200-207, 1997.

MORTIMER, E. F., EL-HANI, C. N. **Conceptual Profiles: A Theory of Teaching and Learning Scientific Concepts**. Springer, 2014.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P.; AMARAL, E. M. R.; EL-HANI, C. N. Conceptual Profiles: Theoretical-Methodological Bases of Research Program. In: Bases of a Research Program **Conceptual Profiles: A Theory of Teaching and Learning Scientific Concepts**. Springer, 2014.

MORTIMER, E. F., SCOTT, P. H. **Meaning making in secondary science classrooms**. Maidenhead, London: Open University Press, 2003.

MORTIMER, E. F. & SCOTT, P. H. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**. Porto Alegre, 2002.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P.; EL-HANI, C. N. Bases teóricas e epistemológicas da abordagem dos perfis conceituais. IN: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009. **Anais...**, Florianópolis, p. 1-12, 2009.

MORTIMER, E. F.; EL-HANI, C. N.; SEPULVEDA C. **Construção de um perfil conceitual de adaptações: implicações metodológicas para o programa de pesquisa sobre perfis conceituais e o ensino de evolução**. Revista Investigações em Ensino de Ciências, v. 18, n. 2, p. 439-479, 2013.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química: ensino médio**. São Paulo: Scipione, 2011. v. 1.

NUNES, A. S.; ADORNI, D. S. **O ensino de química nas escolas da rede pública de ensino**

- fundamental e médio do município de Itapetinga-BA: O olhar dos alunos.** In: ENCONTRO DIALÓGICO TRANSDISCIPLINAR ENDITRANS. Vitória da Conquista, Brasil. Educação e conhecimento científico. 2010. pp. 1-7.
- OLIVEIRA, J. A. S. **Concepções de alunos do Ensino Médio sobre energia.** In: FREIRE, L. I. F.; MILARÉ, T. Vivências e Experiências no PIBID em Química. Ponta Grossa-PR: Editora da UEPG, 2013.
- PEREIRA, R. R. **Perfil conceitual de molécula: heterogeneidade de modos de pensar e falar no ensino superior de Química.** 178 f. 2020. Tese (Doutorado em Educação), Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, 2020.
- PINHO, S. T. R. & ANDRADE, R. F. S. **Evolução das Ideias da Termodinâmica e da Mecânica Estatística.** In: ROCHA, J. F. Origem e Evolução das ideias da Física. EDUFBA, 2002, pp. 139- 184.
- PORTO, P. A. **História e Filosofia da Ciência no Ensino de Química: em busca dos objetivos educacionais da atualidade.** In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (orgs). Ensino de Química em Foco. Ijuí: Editora Unijuí: 2010, p. 159-180.
- PULIDO, M.D.; SILVA, A.N. Do calórico ao calor: uma proposta de ensino de química na perspectiva histórica. **História da Ciência e Ensino**, v.3, p. 52-77, 2011.
- RAMOS, P.L.P.; PONCZEK, R.L. A evolução histórica dos conceitos de energia e quantidade de movimento. **Caderno de Física da UEFS**, v.9, n.1 e 2, 2011, p. 73-83.
- RODRIGUES, A. M. & MATTOS, C. R. Reflexões sobre a noção de significado em contexto. IN: ENCUESTRO INTERNACIONAL SOBRE APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO, 5, 2006. **Anais...**, Madri, 2006.
- SÁ, L. P.; FRANCISCO, C. A.; QUEIROZ, S. L. Estudos de caso em química. **Química Nova**, v. 30, n. 3, p. 731-739, 2007.
- SABINO, J. D. **A Utilização do Perfil Conceitual de Substância em Sala de Aula.** Recife, 2015. 154 p. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências). Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2015.
- SABINO, J. D.; AMARAL, E. M. R. Utilização do perfil conceitual de substância no planejamento do ensino e na análise do processo de aprendizagem. **Investigações no Ensino de Ciências**, v. 23, n. 1, 245-265, 2018.

- SANT'ANA, W. P.; LEMOS, G. C. Metodologia científica: a pesquisa qualitativa nas visões de Lüdke e André. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar**, v. 4, n. 12, p. 531-541, 2018.
- SEPULVEDA, C. Perfil Conceitual de Adaptação: Uma Ferramenta para Análise de Discurso de Salas de Aula de Biologia em Contextos de Ensino de Evolução. **Tese de Doutorado. Universidade Federal Da Bahia E Universidade Estadual De Feira De Santana**. 2010.
- SILVA, A. S.; BASTOS FILHO J. B. Wich is the true force? Descartes Quantity of Motion or Leibniz vis viva? IN: INTERNATIONAL HISTORY, PHILOSOPHY AND SCIENCE TEACHING CONFERENCES, 3, 1995. **Anais...**, Minneapolis, EUA, 1995, p.1068-1079.
- SILVA, J. R. R. T., AMARAL, E. M. R. Proposta de um Perfil Conceitual para Substância. **Revista Brasileira de Pesquisa Em Educação em Ciências**, v. 13, n. 3, p.53-72, 2013..
- SILVA, J. R. R. T.; NÓBREGA, J. J. S. Relação entre modos de pensar e formas de falar no perfil conceitual de substância. **Educação Química em ponto de vista**, v.1, n.1, 2017.
- SILVEIRA, D. T.; CÓRDOVA, F. P. **A pesquisa científica**. In: GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.
- SILVER, B. L. **A escalada da ciência**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2008.
- SIMÕES NETO, J. E.; SILVA, J.R.R.T.; AMARAL, E. R. M.; CRUZ, M. E. B. Emergência das zonas do Perfil Conceitual de Calor em uma sequência didática. IN: CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EM DIDÁCTIVA DE LAS CIÊNCIAS, 9, 2013. **Anais...**, Girona, 2013.
- SIMÕES NETO, J. E.; AMARAL, E. R. M. Uma proposta para o Perfil Conceitual de Energia nos Contextos do Ensino da Física e da Química. IN: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11, 2017. **Anais...**, Florianópolis, 2017.
- SOUZA, I. B. S.; SIMÕES NETO, J. E. Músicas e paródias como recursos para a identificação de zonas de perfil conceitual de calor no Ensino Médio. IN: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 20, 2020. **Anais...**, Recife, 2020.
- SOUZA, V. C. A. **Os desafios da energia no Contexto da termoquímica: Modelando uma nova ideia para aquecer o ensino de química**. 216 f. 2007. Dissertação (Mestrado em Educação), Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, 20-7.

- STEINLE, F. Experiments in History and Philosophy of Science. **Perspectives on Science**, v. 10, 2002.
- STINNER, A.; MCMILLAN, B.; DON METZ; JILEK, J.; S. KLASSEN. The Renewal of Case Studies in Science Education. **Science & Education**, v. 12, n. 7, p. 617-643, 2003.
- TÄRNVIK, A.; J. The multiple case method. **Coll. Sci. Teach**, v. 32, n. 94, 2002.
- TRAJANO, L. L. Proposta e análise de estratégias para o ensino dos conceitos de entropia e espontaneidade. 2016. 86f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática), Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2016.
- VENTURA, M. M. O estudo de caso como modalidade de pesquisa. **Pedagogia Médica SOCERJ**, v. 20, n. 5, p. 383-386, 2007.
- WANDERSEE, J.; GRIFFARD, P. **The history of chemistry: potential and actual contributions to chemical education**. Dordrecht: Kluwer Academic Press, 2002.
- WERTSCH, J. V. **Vygotsky y la formación social de la mente**. Barcelona: Paidós, 1988.
- ZANON, L. B. **Tendências Curriculares no Ensino de Ciências/Química - um olhar para a contextualização e a interdisciplinaridade como princípios da educação escolar**. In: ROSA, M. I, P.; ROSSI, A. V. (Org.). Educação Química no Brasil - Memórias, Políticas e Tendências. 2ªed. Campinas: Átomo, 2012, p. 235-268.
- ZINGANO, M. Platão e Aristóteles - O Fascínio da Filosofia. **São Paulo: Odysseus**, 2003.

## APÊNDICE A – TCLE



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**DEPARTAMENTO DE QUÍMICA**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

Esta pesquisa tem como título “ESTUDO DE CASO COM CONTEXTO HISTÓRICO COMO ESTRATÉGIA PARA ABORDAR O CONCEITO DE ENERGIA A PARTIR DA TEORIA DOS PERFIS CONCEITUAIS” e está sendo desenvolvida por Thaís Barreto Mendes de Andrade, do Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional, Universidade Federal Rural de Pernambuco, sob a orientação do Professor José Euzebio Simões Neto e co-orientação do Professor João Roberto Ratis Tenório da Silva. A finalidade deste trabalho é contribuir para a discussão do conceito de energia, considerando os diversos modos de pensar organizados em um perfil conceitual e utilizando a estratégia didática de resolução de estudos de caso com contexto histórico.

Solicitamos a sua colaboração para participar da intervenção didática proposta na metodologia, realizando as atividades sugeridas, como também sua autorização para apresentar os resultados deste estudo em eventos da área de Ensino de Ciências e publicar em revista científica nacional e/ou internacional. Por ocasião da publicação dos resultados, seu nome será mantido em sigilo absoluto. Os dados coletados serão armazenados em material físico e em meio eletrônico, preservado por cinco anos e com acesso restrito aos pesquisadores.

Os riscos ao participante estão relacionados a possibilidade de constrangimentos e desconfortos, para amenizá-los, garantimos anonimato quando da apresentação dos resultados, exercício da tolerância a opinião divergentes desde que não contrariem as leis e além da adequação das atividades com o tempo disponível para realização. Os benefícios, diretos ou indiretos, estão envolvidos na possibilidade de proposição de estratégias e metodologias para a sala de aula que considerem a teoria dos perfis conceituais e a utilização de estudos de caso com contexto histórico, buscando contribuição ao programa de pesquisa em perfis conceituais. Para o participante, compreender melhor o conceito de energia e seu desenvolvimento histórico. Os dados serão armazenados em forma física e digital e armazenados por cinco anos e estarão à disposição dos participantes.

Esclarecemos que sua participação no estudo é voluntária e, portanto, o(a) senhor(a) não é obrigado(a) a fornecer as informações e/ou colaborar com as atividades solicitadas pelo Pesquisador(a). Caso decida não participar do estudo, ou resolver a qualquer momento desistir, não sofrerá nenhum dano ou prejuízo. Os pesquisadores estarão a sua disposição para qualquer esclarecimento que considere necessário em qualquer etapa da pesquisa.

Thaís Barreto Mendes de Andrade

-----

Considerando, que fui informado(a) dos objetivos e da relevância do estudo proposto, de como será minha participação, dos procedimentos e riscos decorrentes deste estudo, declaro o meu consentimento em participar da pesquisa, como também concordo que os dados obtidos na

investigação sejam utilizados para fins científicos (divulgação em eventos e publicações). Estou ciente que receberei uma via desse documento.

Data: \_\_\_\_\_

---

Assinatura do Participante ou Responsável

Testemunhas:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Contato dos Pesquisadores Responsáveis:

Thais Barreto Mendes de Andrade, (81) 99608-1125, [thaisquimica26@gmail.com](mailto:thaisquimica26@gmail.com).

José Euzebio Simões Neto, (81) 99472-7740, [euzebiosimoes@gmail.com](mailto:euzebiosimoes@gmail.com).

João Roberto Ratis Tenório da Silva, (81) 99660-4544, [joaoratistenorio@gmail.com](mailto:joaoratistenorio@gmail.com)

Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos - CEP/UFRPE, Prédio Central da Reitoria, 1º andar (ao lado da Secretaria Geral dos Conselhos Superiores) Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n. Campus Dois Irmãos CEP: 52171-900 - Recife/PE - Brasil Fone: +55-81-3320.6638 E-mail: [cep@ufrpe.br](mailto:cep@ufrpe.br)

-----

## **APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO**

### **QUESTIONÁRIO – CONCEPÇÕES INFORMAIS**

- 1.** O que você entende por Energia?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

2. Quando você escuta **“Esse menino está ligado nos 220v”**, o que você acha que quer dizer?  
Como você entende o significado do conceito de energia nesta situação?

---

---

---

---

---

---

---

---

3. Sua avó diz: **Coma feijão para ter mais energia, meu filho. Pra crescer forte e saudável.**  
Como você entende o significado do conceito de energia nesta situação?

---

---

---

---

---

---

---

---

4. No seu cotidiano você necessita do fornecimento de energia para realizar várias atividades. Cite exemplos e indique como a energia influencia na realização dessas atividades.

---

---

---

---

---

---

---

---

5. O que você entende por:

a) Degradação de energia

---

---

---

---

b) Conservação de energia

---

---

---

---