

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS  
CÂMPUS JATAÍ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM EDUCAÇÃO PARA CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

**CARLOS ROBERTO RODRIGUES DE SOUZA**

**UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA ENSINO DA TRANSFORMAÇÃO E  
CONSERVAÇÃO DA ENERGIA SOB A PERSPECTIVA DA TEORIA DA  
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

**JATAÍ  
2019**

**CARLOS ROBERTO RODRIGUES DE SOUZA**

**UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA ENSINO DA TRANSFORMAÇÃO E  
CONSERVAÇÃO DA ENERGIA SOB A PERSPECTIVA DA TEORIA DA  
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Jataí, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Educação para Ciências e Matemática.

Área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática

Linha de pesquisa: Ensino de Física

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Claudino Diogo

**JATAÍ  
2019**

Autorizo, para fins de estudo e de pesquisa, a reprodução e divulgação total ou parcial desta dissertação, em, meio convencional ou eletrônico, desde que a fonte seja citada.

### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação na (CIP)**

SOU/seq	<p>Souza, Carlos Roberto Rodrigues de. Uma sequência didática para ensino da transformação e conservação da energia sob a perspectiva da teoria da aprendizagem significativa [manuscrito] / Carlos Roberto Rodrigues de Souza - 2019. 158 f.; il</p> <p>Orientador: Dr. Rodrigo Claudino Diogo. Dissertação (Mestrado) – IFG – Campus Jataí, Programa de Pós – Graduação em Educação para Ciências e Matemática, 2019. Bibliografias. Apêndices.</p> <p>1. Aprendizagem significativa. 2. Conservação da energia. 3. Sequência didática. 4. Ensino de física. I. Diogo, Rodrigo Claudino. II. IFG, Campus Jataí. III. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 507</p>
---------	--

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Téc.: Aquisição e Tratamento da Informação.  
Bibliotecária – Wilma Joaquim Silva – Câmpus Jataí. Cod. F018/19.

CARLOS ROBERTO RODRIGUES DE SOUZA

**UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA ENSINO DA TRANSFORMAÇÃO E  
CONSERVAÇÃO DA ENERGIA SOB A PERSPECTIVA DA TEORIA DA  
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - Câmpus Jataí, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Educação para Ciências e Matemática.

Esta dissertação foi defendida e aprovada, em 4 de julho de 2019, pela banca examinadora constituída pelos seguintes membros:

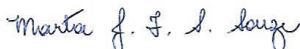
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Rodrigo Claudino Diogo

Presidente da banca / Orientador

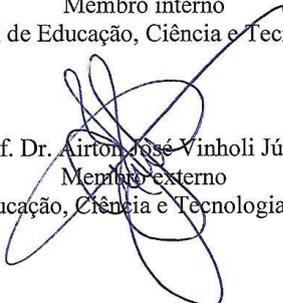
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás



Profa. Ma. Marta João Francisco Silva Souza

Membro interno

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás



Prof. Dr. Ailton José Vinholi Júnior

Membro externo

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul

Dedico este trabalho a Deus, que me sustentou durante a sua realização; às minhas queridas esposa e filhas, pela paciência que tiveram nesta etapa de minha vida; e ao meu orientador, pela paciência.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para que este trabalho fosse concretizado.

Quero pontuar de forma específica, alguns agradecimentos...

A Deus, por cuidar de minha vida durante a realização deste mestrado.

À minha família, pelo apoio e carinho.

Pelo companheirismo dos meus colegas da quinta turma do mestrado.

Ao meu orientador, pela paciência e dedicação na sua orientação.

À instituição, pelo excelente mestrado oferecido e pela oportunidade de cursá-lo.

Aos meus alunos, que se dispuseram a participar da minha pesquisa.

Ao meu colega de mestrado Danilo Vaz Borges de Assis, pelo apoio nas filmagens durante a aplicação do produto desta dissertação.

À direção do Instituto Federal de Goiás Câmpus Jataí, escola em que foi realizada a pesquisa de campo.

O temor do Senhor é o princípio do saber, mas os loucos desprezam a sabedoria e o ensino.

(Provérbios 1:7)

## RESUMO

Esta é uma pesquisa qualitativa, do tipo estudo de caso, que teve como objetivo compreender as contribuições de uma sequência didática (SD), elaborada de acordo com a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), para a aprendizagem significativa do princípio geral de conservação de energia, por alunos do primeiro ano do ensino médio de um curso técnico integral e integrado. A sequência didática foi aplicada em uma turma de primeiro ano do curso Técnico Integrado Integral em Manutenção e Suporte em Informática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Jataí. A sequência didática foi desenvolvida em seis encontros de uma hora e meia de duração, nos meses de dezembro de 2017 e março de 2018. As atividades e recursos da sequência didática foram organizados de modo a favorecer os princípios da diferenciação progressiva e a reconciliação integradora, além de contemplarem momentos de aprendizagem por recepção e aprendizagem por descoberta. Com esta pesquisa, em seus aspectos metodológicos e procedimentais, foram realizadas: revisão de literatura dos artigos e dissertações dos últimos cinco anos na área de ensino de Física, tendo como fundamentação teórica a TAS; aprofundamento teórico sobre a TAS; planejamento e construção da sequência didática; levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos; aplicação do organizador prévio; planejamento e aplicação das outras etapas da sequência didática; análise dos dados coletados. A análise buscou verificar se existem indícios de aprendizagem significativa sobre os conceitos e conteúdos trabalhados inerentes ao princípio geral da conservação de energia. Como resultado, verificou-se uma maior participação dos alunos, motivados pelas atividades propostas e aprendizagem dos conceitos trabalhados.

**Palavras-chave:** Aprendizagem significativa. Conservação da energia. Sequência didática.

## ABSTRACT

This qualitative case study evaluated the contributions of a didactic sequence (DS), elaborated according to the Meaningful Learning Theory (MLT). The case study focused on meaningful learning of the general principle of conservation of energy, by first-year high school students studying Maintenance and Support in Informatics at the Federal Institute of Education, Science and Technology of Goiás, Câmpus Jataí. The didactic sequence was developed in six one and a half hour meetings in December of 2017 and March of 2018. The activities and resources of the didactic sequence were organized to favor the principles of progressive differentiation and integrative reconciliation, while providing moments of reception learning and discovery learning. Within this research, in its methodological and procedural aspects, the following were carried out: a literature review of articles and dissertations from the last five years in the area of physics teaching having MLT as a theoretical basis; a theoretical deepening of MLT; the planning and construction of the didactic sequences; a survey of students' previous knowledge; application of the previous organizer; the planning and application of subsequent stages of the didactic sequence; and an analysis of the collected data. The analysis sought to verify if there were signs of meaningful learning of the concepts and content inherent to the general principle of energy conservation. Results indicated greater student participation in the proposed activities and learning of the concepts taught.

**Keywords:** Meaningful learning. Conservation of energy. Didactic sequence.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - CONTINUUM DA APRENDIZAGEM AUTOMÁTICA À APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA ..	24
FIGURA 2 - ESQUEMA REPRESENTATIVO DO PROCESSO DE ASSIMILAÇÃO .....	32
FIGURA 3 - ESQUEMA DO PROCESSO DE RETENÇÃO.....	33
FIGURA 4- EXEMPLO DE MAPA CONCEITUAL.....	36
FIGURA 5 - MAPA CONCEITUAL.....	53
FIGURA 6- DA AVALIAÇÃO DO TERCEIRO ENCONTRO.....	57
FIGURA 7 - DA AVALIAÇÃO DO TERCEIRO ENCONTRO.....	58
FIGURA 8 - MAPA CONCEITUAL A11.....	81
FIGURA 9 - MAPA CONCEITUAL A10.....	82
FIGURA 10 - MAPA CONCEITUAL A9.....	83
FIGURA 11 - MAPA CONCEITUAL A8.....	84
FIGURA 12 - MAPA CONCEITUAL A7.....	84
FIGURA 13 - MAPA CONCEITUAL A6.....	85
FIGURA 14 - MAPA CONCEITUAL A5.....	86
FIGURA 15 - MAPA CONCEITUAL A4.....	86
FIGURA 16 - MAPA CONCEITUAL A3.....	87
FIGURA 17 - MAPA CONCEITUAL A2.....	88
FIGURA 18 - MAPA CONCEITUAL A1.....	88

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - ETAPAS DO ESTUDO DE CASO .....	51
QUADRO 2 - CATEGORIAS DE ANÁLISE DAS PRODUÇÕES DO(S) ESTUDANTE(S).....	61
QUADRO 3 - FORMAS DE ENERGIA INDICADAS PELOS ALUNOS .....	65
QUADRO 4 - MENÇÃO À TRANSFORMAÇÃO DE ENERGIA POR ALUNO .....	66
QUADRO 5 - CATEGORIZAÇÃO DAS JUSTIFICATIVAS DADAS À MENÇÃO À TRANSFORMAÇÃO DE ENERGIA POR ALUNO .....	67
QUADRO 6 – INDICAÇÃO DA CONSERVAÇÃO DE ENERGIA POR ALUNO .....	67
QUADRO 7 – ANÁLISE DAS QUESTÕES RESPONDIDAS PELOS GRUPOS .....	69
QUADRO 8 - ANÁLISE DAS QUESTÕES RESPONDIDAS PELOS GRUPOS.....	71
QUADRO 9 - ANÁLISE DAS FOLHAS INDIVIDUAIS RESPONDIDAS PELOS ALUNOS.....	71
QUADRO 10 - ANÁLISE DAS QUESTÕES RESPONDIDAS PELOS ALUNOS .....	75
QUADRO 11 - ANÁLISE DAS QUESTÕES RESPONDIDAS PELOS GRUPOS.....	77
QUADRO 12 - ANÁLISE DO MAPA CONCEITUAL.....	80
QUADRO 13 - DESCRIÇÃO DO PRINCÍPIO GERAL DA CONSERVAÇÃO DA ENERGIA.....	89
QUADRO 14 - ANÁLISE DE TODAS AS ETAPAS DA SD POR ALUNO .....	91

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - ABORDAGEM DAS PESQUISAS .....	39
GRÁFICO 2 - ESTRATÉGIAS PARA LEVANTAMENTO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS .....	41
GRÁFICO 3 - ORGANIZADORES PRÉVIOS .....	43
GRÁFICO 4 - INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS UTILIZADOS EM MAIS DE UM TRABALHO ...	44
GRÁFICO 5 - ÁREAS TEMÁTICAS DA FÍSICA .....	45

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - TRABALHOS RELATIVOS À APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E ENSINO DE FÍSICA .....	38
TABELA 2 - RESULTADO DO QUESTIONÁRIO APLICADO AOS PROFESSORES DE FÍSICA .....	52
TABELA 3 - DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIA DAS REPOSTAS NA ATIVIDADE DE LEVANTAMENTO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS .....	54
TABELA 4 – INDICAÇÃO DE PRESENÇA DE ENERGIA POR ALUNO .....	63

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BDTD	Biblioteca Digital de Teses e Dissertações
BTD-CAPES	Biblioteca de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CNPNI	Conceito não presente ou não identificado
CPC	Conceito presente e em construção
CPE	Conceito presente e elaborado
CPI	Conceito presente, mas insuficiente
CTIIMSI	Curso Técnico Integrado integral em Manutenção e Suporte de Informática
ENAS	Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa
ERAS	Encontro Regional de Aprendizagem Significativa
IFECTGJ	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás Câmpus Jataí
MI	Manifestação de incompreensão
RPB	Resposta ou produção em branco
SciELO	Scientific Electronic Library Online
SD	Sequência didática
TAS	Teoria da Aprendizagem Significativa

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>20</b>
2.1	Psicologia da Cognição.....	20
2.2	Tipos de aprendizagem. ....	21
2.3	Conceitos subsunçores .....	24
2.4	Organizadores prévios .....	27
2.5	Condições para a aprendizagem significativa.....	28
2.6	Diferenciação progressiva e reconciliação interativa.....	30
2.7	Assimilação e assimilação obliteradora .....	32
2.8	A verificação da aprendizagem significativa .....	34
2.9	Mapas conceituais.....	36
<b>3</b>	<b>A PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA E A TAs</b> .....	<b>38</b>
<b>4</b>	<b>PERCURSO METODOLÓGICO</b> .....	<b>50</b>
4.1	Uma visão geral .....	50
4.2	Do conhecimento alvo da sequência didática à elaboração e aplicação do organizador prévio .....	52
4.3	O desenvolvimento da sequência didática.....	55
<b>5</b>	<b>ANÁLISE DOS DADOS</b> .....	<b>61</b>
5.1	As categorias de análise .....	61
5.2	Os conhecimentos prévios dos alunos.....	62
5.3	Análise da aplicação do organizador prévio .....	68
5.4	Análise do terceiro encontro da SD: conservação e transformação de energia e formas de manifestação da energia.....	70
5.5	Análise do quarto encontro da aplicação da SD: energia mecânica, conservação da energia mecânica, sistema mecânico conservativo e dissipativo. ....	74
5.6	Análise do quinto encontro da aplicação da SD, avaliação: conservação, energia, formas de energia, transformação e transferência de energia. ....	76
5.7	A avaliação escrita.....	89
5.8	Uma síntese .....	91

<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>93</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>97</b>
	<b>APÊNDICES.....</b>	<b>101</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Na sociedade contemporânea, com o grande desenvolvimento da tecnologia, surge a necessidade de que cada cidadão tenha um conhecimento significativo, que lhe propicie a capacidade de leitura e transformação do contexto social em que vive. Como parte desta realidade, consideramos que a escola tem um importante papel na aprendizagem desse conhecimento e na formação da consciência crítica dos alunos, isto é, segundo Moreira (2000, p. 7)

Trata-se de uma perspectiva antropológica em relação às atividades de seu grupo social que permite ao indivíduo participar de tais atividades mas, ao mesmo tempo, reconhecer quando a realidade está se afastando tanto que não está mais sendo captada pelo grupo.

É por meio desta perspectiva que o aluno deve participar de sua cultura, sem ser subjugado por ela, aplicando os conhecimentos adquiridos de forma significativa.

No que se refere especificamente ao ensino de Física, é recomendável que essa disciplina

[...] contribua para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em transformação (BRASIL, 2000, p. 22).

Assim, diante deste contexto, e da necessidade de promover um ensino de Física que seja transformador da realidade dos meus alunos, algumas questões se tornaram frequentes em minhas reflexões docentes, ao longo de meus 34 anos de docência, tais como: Qual é o melhor método para trabalharmos o ensino de Física? Como promover uma aprendizagem que motive os alunos a aprenderem os conteúdos de forma significativa? Como quebrar o preconceito preexistente que os alunos possuem com a Física quando entram no ensino médio? De que forma podemos diminuir a reprovação em Física no primeiro ano do ensino médio?

Ao longo da minha experiência tenho verificado que o estudo do movimento como introdução à física, no primeiro ano do ensino médio, não tem sido promissor. O movimento e as grandezas relacionadas não têm significado para a maioria dos alunos do primeiro ano do ensino médio. Além disso, eles apresentam dificuldades com os instrumentos de medidas, com a compreensão do significado físico de deslocamento, tempo, posição, velocidade, aceleração e os tipos de movimentos. Apresentam, também, dificuldades motoras quanto ao

uso de régua, esquadro, transferidor, compasso, quando solicitados para fazerem um desenho, gráfico ou um esquema representativo de uma situação física. Esses obstáculos, além de serem desmotivadores para o estudo da Física, perpetuam o preconceito existente com relação à disciplina. Preconceito este que parece estar relacionado com a má formação dos alunos do ensino fundamental, no que se refere ao ensino de ciências naturais e a matemática, e à falta de uma escola pública de qualidade, ao menos na maioria das escolas da minha região.

Outra dificuldade apresentada pelos alunos refere-se à relação entre a linguagem matemática e suas equações com as variáveis físicas. Por um lado, os livros didáticos mais antigos trabalham os conteúdos de física de forma “matematizada”, apresentando pouco ou quase nenhum enfoque do estudo físico do movimento. Por outro, os livros didáticos atuais têm apresentado um texto mais contextualizado dos conceitos estudados, relacionando o conteúdo com o desenvolvimento deles ao longo da História. No entanto, mesmo nessa nova abordagem, os alunos continuam apresentando dificuldades com a linguagem matemática, visto que a maioria dos livros atuais ainda inicia o estudo do movimento a partir de conteúdos que exigem conhecimento e habilidades matemáticas que nem sempre foram aprendidas no ensino fundamental, especialmente o conceito de vetor e as operações vetoriais. Alternativamente, comecei a me questionar se seria possível que a introdução ao estudo da Física, no ensino médio, acontecesse a partir do tema “energia” que, a meu ver, exige menor formalismo matemático. Além disso, o estudo dessa temática não inviabilizaria que o estudo físico do movimento fosse realizado no primeiro ano, já que a energia mecânica é a manifestação da energia que está associada ao movimento.

Com base nesta visão, e nos desejos de melhorar minha prática como professor e de desenvolver uma pesquisa que pudesse resultar em uma ação direta em sala de aula, realizamos uma pesquisa junto aos professores de Física do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de Goiás, Câmpus Jataí (IFECTGJ), com objetivo de definirmos qual o tópico dentro do tema energia deveríamos trabalhar no primeiro ano do curso técnico integral integrado em Manutenção e Suporte em Informática (CTIIMSI). Como resultado dessa consulta aos professores, a temática escolhida foi o princípio geral da conservação da energia. Optamos por esta forma de definição do tema por julgar que as questões de sala de aula devem ser tratadas de forma coletiva por intermédio do corpo docente da escola. O resultado confirmou minhas conjecturas iniciais, de que este seria o principal tema a ser abordado.

Após a escolha do tema, deparei-me com a necessidade de escolha de um referencial para a realização da pesquisa, para que pudéssemos responder às nossas indagações e superar as dificuldades encontradas no ensino de Física. Optamos pela Teoria da Aprendizagem

Significativa (TAS), de Ausubel, por ser uma teoria construída prioritariamente para tratar das questões de aprendizagem em sala de aula. Ausubel, Novak, Hanesian (1980, p. 3) nos falam que: “Teorias e métodos de ensino considerados válidos devem relacionar-se à natureza do processo de aprendizagem em sala de aula e também aos fatores cognitivos e afetivos sociais que o influenciam.”.

Com as definições do tema a ser trabalhado em Física e da fundamentação teórica, tendo como base os meus questionamentos, elegemos como objetivo da pesquisa: compreender as contribuições de uma sequência didática (SD), elaborada de acordo com a TAS, para a aprendizagem significativa do princípio geral de conservação de energia, por alunos do primeiro ano do ensino médio de um curso técnico integral e integrado.

A turma participante da pesquisa era constituída de trinta estudantes, sendo oito alunas e vinte e dois alunos, todos oriundos da escola pública, com a mesma faixa etária, entre quatorze e quinze anos de idade. Vale destacar que o curso Técnico Integrado Integral em Manutenção e Suporte em Informática (CTIIMSI) tem sido o curso técnico mais concorrido da instituição, no qual alunos ingressantes são selecionados por meio de um processo de seleção, constituído pela aplicação de uma prova multidisciplinar. Outro aspecto importante é que a maioria dos alunos apresentavam dificuldades e desinteresse no estudo da Física. Além disso, dos trinta alunos, apenas onze participaram de todas as atividades propostas e entregaram os termos de assentimento e consentimento para participarem da pesquisa, constituindo, assim, a amostra de alunos que foram considerados no processo de análise de dados na investigação do problema de pesquisa.

Para essa investigação, organizamos uma SD, constituída de seis encontros de uma hora e trinta minutos cada. O primeiro encontro serviu para fazer o levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos, por meio de uma atividade intitulada “Afinal de contas o que é energia?”, constituída de vinte e uma imagens e dez palavras ou expressões que os alunos deveriam relacionar ou não com a energia, justificando a escolha. No segundo encontro trabalhamos os organizadores prévios no laboratório de Física, por intermédio de três experimentos e um desafio mental, introduzindo os conceitos de conservação e transformação.

O terceiro encontro ocorreu no laboratório de informática, onde trabalhamos o conceito do princípio geral da conservação da energia por meio da apresentação de um vídeo, de uma aula expositiva e de dois quadros, constituídos por seis figuras que os alunos mais relacionaram com energia e outro com as seis figuras que eles menos relacionaram com energia, no levantamento dos conhecimentos prévios. O quarto encontro também ocorreu no

laboratório de informática, no qual foi apresentado o conceito da conservação da energia mecânica e utilizamos em seguida um simulador.

Já o quinto encontro teve como objetivo principal a avaliação da aprendizagem significativa, ocorreu no laboratório de informática, sendo que, no primeiro momento, utilizamos um simulador, com objetivo de trabalharmos as formas e transformações de energia; no segundo momento, trabalhamos com os alunos o mapa conceitual e o utilizamos como um instrumento de avaliação. Vale destacar que pretendíamos realizar mais encontros, mas em razão da greve dos servidores da instituição e da divisão do quarto bimestre entre dezembro de 2018 e fevereiro de 2019, acabamos adequando a SD a um total de cinco encontros, de modo que a SD se encerrasse em dezembro de 2018. No retorno às aulas, no encerramento do quarto bimestre, realizamos mais um encontro além do planejado, por meio do qual aplicamos na avaliação final uma questão relacionada ao conhecimento do princípio geral da conservação da energia, dado este que consideramos também na avaliação da aprendizagem significativa.

O processo de pesquisa que teve como núcleo a SD sobre o princípio da conservação de energia encontra-se descrito nos cinco capítulos que compõem essa dissertação. No primeiro capítulo tratamos da **fundamentação teórica** da pesquisa, em que são apresentadas as bases da TAS. No segundo capítulo apresentamos a **revisão de literatura**, com objetivo de investigar a produção acadêmica recente relacionada a TAS e estabelecer um diálogo entre a minha pesquisa com os trabalhos já realizados em diferentes estudos sobre o tema pesquisado em um período de cinco anos (2013 a 2017).

O terceiro capítulo trata do **percurso metodológico** empregado na realização da pesquisa, que foi desenvolvida segundo uma abordagem qualitativa, caracterizada como um estudo de caso. Neste capítulo descrevemos todas as etapas da pesquisa: pesquisa junto aos professores do IFECTGJ, para definição do tema de energia a ser trabalhado; construção do mapa conceitual definindo a hierarquia dos conceitos a ser trabalhado de acordo com os princípios da diferenciação progressiva e a da reconciliação integrativa, para planejamento da SD; o levantamento dos conhecimentos prévios e a aplicação dos organizadores prévios para ancorar os novos conceitos.

No quarto capítulo tratamos da **análise dos dados** de todas as etapas da SD, com objetivo de buscarmos os indícios da aprendizagem significativa.

No último capítulo da dissertação, intitulado “**Considerações Finais**”, apresentamos o resultado final de nossa análise e as nossas conclusões e considerações quanto à validação

ou não de nossa SD referente à aprendizagem significativa dos conceitos do princípio geral da conservação da energia.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo trata de apresentar o referencial teórico adotado nesta pesquisa, que é a TAS estabelecida por David P. Ausubel. Discutiremos apenas os fundamentos e os conceitos que estão relacionados diretamente com este trabalho de pesquisa. Dessa forma, serão tratados os seguintes pontos da TAS: psicologia da cognição, tipos de aprendizagem, conceitos subsunçores, organizadores prévios, condições para a aprendizagem significativa, diferenciação progressiva e reconciliação interativa, assimilação e assimilação obliteradora, verificação da aprendizagem significativa e mapa conceitual.

### 2.1 Psicologia da Cognição

A TAS é uma teoria da linha cognitivista, que se propõe em estudar o ato da formação de significados no nível da consciência, ou seja, estuda o ato da cognição. A psicologia cognitivista surgiu para se opor à linha comportamentalista, que afirmava que a influência externa é que era responsável pela aprendizagem, desprezando os aspectos internos da mente de uma pessoa. Já os cognitivistas consideram as particularidades internas da mente e o ato de aprender. Moreira e Masini (1982, p. 3) afirmam que “[...] a psicologia cognitivista preocupa-se com processo da compreensão, transformação, armazenamento e uso da informação envolvida na cognição e tem como objetivo identificar os padrões estruturados dessa transformação [...]”. A aprendizagem, tendo como base a visão cognitivista, é realizada quando as pessoas conseguem armazenar a informação, condensá-la em classes mais genéricas de conhecimento e incorporá-las a uma estrutura no cérebro, de forma que possa ser manipulada e utilizada no futuro (MOREIRA; MASINI, 1982, p. 3-4).

Segundo a TAS, o armazenamento das informações no cérebro humano ocorre de forma organizada e de acordo com a consciência do indivíduo sobre as experiências com o mundo à sua volta, atribuindo significados à realidade em que se encontra. A estrutura cognitiva é constituída das informações advindas das experiências de uma pessoa, que são assimiladas de forma que as informações específicas de um determinado campo do conhecimento são ancorados a conceitos mais gerais e inclusivos da estrutura cognitiva (MOREIRA; MASINI, 1982, p. 4). No campo da Física, por exemplo, se o conceito de energia está presente na estrutura cognitiva do estudante, constitui como conceito subsunçor<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> São conhecimentos específicos existentes na estrutura cognitiva de um indivíduo, que Ausubel definem como conceitos subsunçores ou, simplesmente, subsunçores (*subsumers*) (MOREIRA; MASINI, 1982, p. 7).

para receber novas informações sobre este campo da Física, como tipos de energia e suas transformações. Estas novas informações ancoram-se nos subsunçores da estrutura cognitiva, resultando na ampliação e modificação dos conceitos previamente adquiridos. Esta estrutura pode ser bem organizada ou não, dependendo das abstrações da experiência de vida de cada indivíduo. “Quanto mais estruturada a estrutura cognitiva de uma pessoa, mais facilidade terá para reter os novos conhecimentos de um determinado campo do conhecimento” (MOREIRA; MASINI, 2006, p. 17-18).

Escolhemos a TAS de Ausubel por ser uma teoria desenvolvida para a aprendizagem que acontece em ambientes educacionais. De acordo com Ausubel, Novak e Hanesian (1980, p. 3) “Teorias e métodos de ensino considerados válidos devem relacionar-se à natureza do processo de aprendizagem em sala de aula e também aos fatores cognitivos e afetivos sociais que o influenciam. Assim, a TAS pode nos fornecer elementos para pensar, fazer e interpretar o processo de aprendizagem dos estudantes.

## **2.2 Tipos de aprendizagem.**

Ausubel, na TAS, identifica quatro formas de aprendizagem: significativa, mecânica ou automática, receptiva e por descoberta. A aprendizagem significativa é a mais importante nessa teoria, e em síntese, “[...] é o processo pelo qual uma nova informação se relaciona com um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo.” (MOREIRA; MASINI, 1982, p. 7), isto é, o novo conceito relaciona-se com uma estrutura específica do conhecimento, definido por Ausubel como conceitos subsunçores ou, simplesmente, subsunçores, existentes na estrutura cognitiva do aluno.

Em contraste com a aprendizagem significativa, Ausubel define a aprendizagem mecânica como sendo a aprendizagem de novas informações com pouca ou nenhuma associação com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva do indivíduo (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 9). Nessa forma de aprendizagem, a nova informação é armazenada de maneira arbitrária, fica “solta” na estrutura cognitiva, sem conexão com os subsunçores específicos – ao contrário do que acontece na aprendizagem significativa. A aprendizagem de um conjunto de sílabas sem ligação nenhuma com subsunçores presentes na estrutura cognitiva é um exemplo típico da aprendizagem mecânica. A memorização de leis, fórmulas e conceitos em Física pode ser considerada como um exemplo da aprendizagem mecânica (MOREIRA; MASINI, 1982, p. 9). Outro exemplo, que talvez seja comum nos dias de hoje, refere-se à aprendizagem mecânica realizada na véspera

das provas, e que, passando algum tempo, toda a informação que foi “aprendida” acaba sendo esquecida. Ou, quando o aluno diz que estudou tudo, mas na hora da resolução da prova não consegue responder às questões que exijam a aplicação do conteúdo estudado.

A aprendizagem mecânica não se processa em um “vazio cognitivo”, algum tipo de associação pode existir, entretanto trata-se de uma interação não tão “forte” quanto a que acontece na aprendizagem significativa. Em certas situações a aprendizagem mecânica pode ser desejável ou necessária: por exemplo, em um momento inicial da aquisição de um novo conhecimento. De fato, Ausubel não estabelece as aprendizagens mecânica e significativa como sendo contrárias, e sim como um *continuum* (MOREIRA; MASINI, 1982, p. 9). Por exemplo, enquanto a simples fixação na memória de fórmulas situar-se-ia em um dos extremos desse *continuum* (aprendizagem mecânica), a aprendizagem de relações entre conceitos poderia estar no outro extremo – aprendizagem significativa (MOREIRA, 2009, p. 9).

Além da categorização da aprendizagem como significativa ou mecânica, a TAS identifica as aprendizagens por recepção e por descoberta. A aprendizagem por recepção pode ser automática (mecânica) ou significativa. A aprendizagem por recepção se caracteriza pelo fato de que todo o conteúdo novo a ser aprendido é apresentado ao aluno de forma pronta e acabada. Desse modo, não envolve qualquer descoberta independente por parte do aluno, cabendo a ele apenas internalizar ou incorporar o material (por exemplo: conceito de energia ou um teorema de matemática) que é exposto de forma a tornar-se disponível ou reproduzível em um momento futuro (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 20).

No caso da aprendizagem receptiva, a tarefa ou material potencialmente significativo é compreendida ou tornada significativa durante o processo de internalização, isto é, o novo conceito se integra de forma lógica à estrutura cognitiva. Por exemplo, uma aula expositiva sobre a conservação de energia preparada com um material instrucional potencialmente significativo<sup>2</sup>, onde o tema é apresentado aos alunos a partir das ideias mais gerais e inclusivas e progressivamente diferenciadas em seus detalhes, cabendo ao aluno internalizar os novos conceitos à sua estrutura cognitiva.

Na aprendizagem por descoberta, ao contrário da aprendizagem por recepção, o conteúdo não é apresentado de forma acabada, pronta aos alunos. Em outras palavras,

---

<sup>2</sup> Material de ensino preparado seguindo os pressupostos da TAS de Ausubel e capaz de se relacionar à estrutura cognitiva do estudante.

A característica essencial da aprendizagem por descoberta, seja a formação de conceitos ou a solução automática do problema, é que o conteúdo principal daquilo que vai ser aprendido não é dado, mas deve ser descoberto pelo aluno antes que possa ser significativamente incorporado à sua estrutura cognitiva. (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 20).

Na descoberta, o processo de aprendizagem é bem diferente da aprendizagem por recepção, visto que o estudante

[...] deve reagrupar informações, integrá-las à estrutura cognitiva existente e reorganizar e transformar a combinação integrada, de tal forma que dê origem ao produto final desejado ou à descoberta de uma relação perdida entre meios e fins. Concluída a aprendizagem por descoberta, o conteúdo descoberto torna-se significativo da mesma forma que o conteúdo apresentado torna-se significativo na aprendizagem receptiva (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 21).

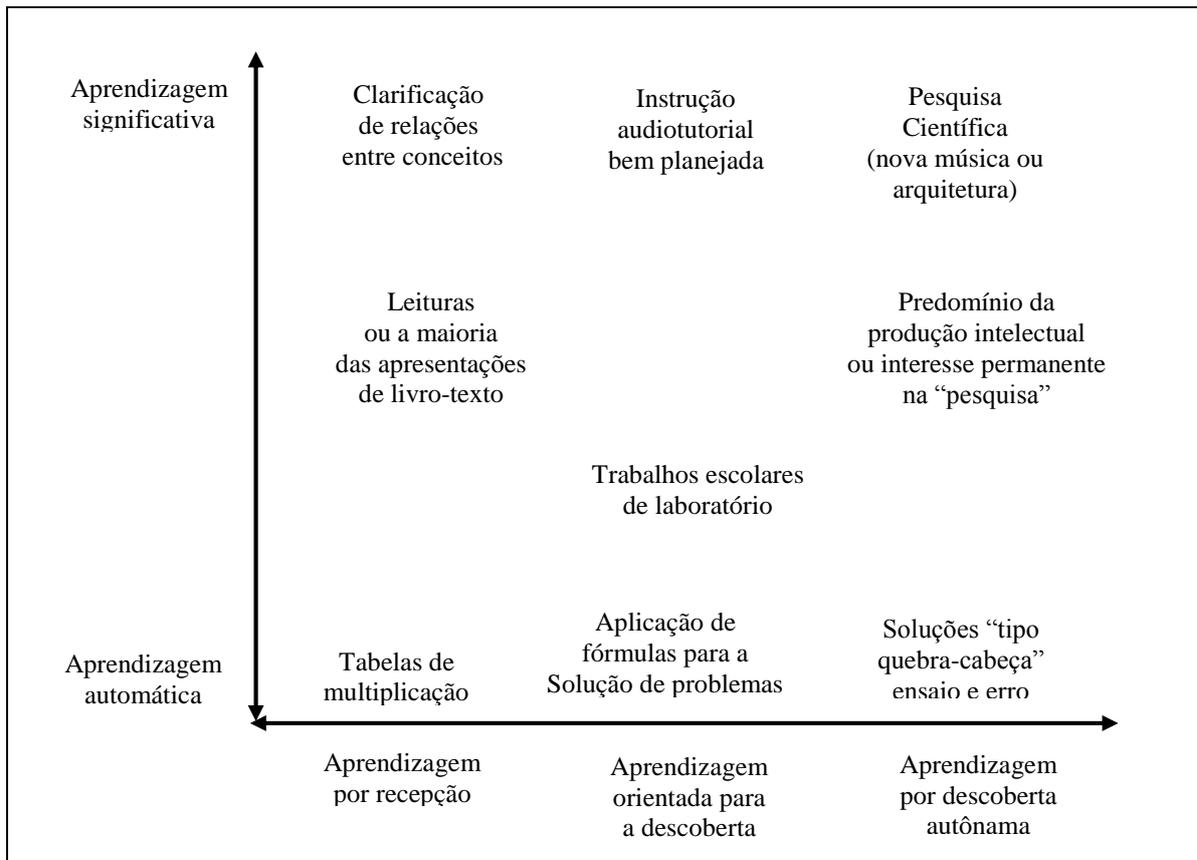
Do ponto de vista psicológico, a aprendizagem por descoberta é mais complexa do que a aprendizagem por recepção, pois envolve uma experiência prévia na solução de problemas antes que o significado surja e possa ser internalizado. Em situações experimentais, a aprendizagem por descoberta nos leva ao *insight* do método científico e nos conduz à redescoberta das invenções conhecidas (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 22). Podemos citar uma aula prática de Física como exemplo: realizamos uma aula experimental, com objetivo de trabalhar os organizadores prévios para aprendizagem significativa do princípio geral da conservação de energia<sup>3</sup>, onde os alunos deveriam, a partir de quatro atividades práticas, compreender o significado das palavras conservação e transformação. Nessa aula, os conceitos de conservação e transformação não foram apresentados a eles de forma pronta e acabada, e, a partir de suas observações, eles deveriam chegar a estes conceitos.

Os dois tipos de aprendizagem podem ocorrer concomitantemente na mesma tarefa de aprendizagem. As relações entre os tipos de aprendizagem estão representadas de forma diagramática, na Figura 1, na qual estas duas dimensões de aprendizagem se apresentam ortogonais entre si:

---

<sup>3</sup> Este exemplo será discutido com mais profundidade no capítulo de análise dos dados desta pesquisa

**Figura 1 - Continuum da aprendizagem automática à aprendizagem significativa**



Fonte: Ausubel, Novak e Hanesian (1980, p. 21).

Segundo Ausubel, Novak e Hanesian (1980), grande parte da aprendizagem que ocorre na escola é por recepção e os problemas do dia a dia são resolvidos por meio da aprendizagem por descoberta. Dessa forma, procuramos incluir em nossa sequência de ensino atividades de aprendizagem por descoberta, como forma de superar essa tendência.

### 2.3 Conceitos subsunçores

Antes de tratar dos conceitos subsunçores é importante esclarecer o que são os conceitos, na TAS,

[...] os conceitos consistem nas abstrações dos atributos essenciais que são comuns a uma determinada categoria de objetos, eventos ou fenômenos, independentemente da diversidade de dimensões outras que não aquelas que caracterizam os atributos essenciais compartilhados por todos os membros da categoria (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 72).

Por exemplo, "ponte" é o termo utilizado para designar uma estrutura de concreto, ferro ou madeira, que serve para que pessoas e veículos possam transpor um vale, um rio ou

outro tipo de obstáculo. Esse conceito representa uma abstração dos diversos tipos de pontes que existem, sejam elas de madeira, de concreto ou de estrutura metálica. À medida que um indivíduo cresce ele incorpora à sua estrutura cognitiva inúmeros e diversificados conceitos.

É necessário ressaltar que os conceitos constituem a “matéria-prima” da TAS, mas de que forma os conceitos são adquiridos pelos seres humanos?

A aquisição de conceitos ocorre de duas formas: pela formação de conceitos e pela assimilação de conceitos (MOREIRA; MASINI, 1982, p. 29). A formação de conceitos ocorre de forma geral na criança em idade pré-escolar, por meio da formação “[...] espontânea de ideias genéricas por meio de experiência empírica-concreta [...]” (MOREIRA; MASINI, 1982, p. 30). De acordo com Ausubel, Novak e Hanesian (1980, p. 77), a formação de conceitos é uma forma de aprendizagem por descoberta abrangendo, ao menos na forma inicial, processos psicológicos subjacentes como:

- a) análise discriminativa de diferentes padrões de estímulo;
- b) formulação de hipóteses em relação a elementos abstraídos comuns;
- c) testagem subsequente dessas hipóteses em situações específicas;
- d) seleção dentre elas de uma categoria geral ou conjunto de atributos comuns sob os quais todas as variações possam ser assimiladas;
- e) relacionamento desse conjunto de atributos a elementos relevantes que sirvam de ancoradouro na estrutura cognitiva;
- f) diferenciação do novo conceito em relação a outros conceitos previamente aprendidos;
- g) generalização dos atributos criteriais do novo conceito a todos os membros da classe;
- h) representação do novo conteúdo categórico por um símbolo de linguagem congruente com o uso convencional. (MOREIRA; MASINI, 1982, p. 30).

Em outras faixas etárias, a formação de conceitos pode ocorrer de forma esporádica, em diferentes situações, mas num nível muito mais elevado de requinte com respeito aos elementos dos processos psicológicos envolvidos do que na idade pré-escolar (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 77).

A assimilação de conceitos acontece em crianças mais velhas e em adultos. Nesse processo, os indivíduos aprendem os novos conceitos pela relação de seus atributos com ideias relevantes presentes na estrutura cognitiva (MOREIRA; MASINI, 1982, p. 10). Essa forma de aprendizagem de conceitos é uma forma de aprendizagem receptiva significativa, mas que não deve ser entendida como um fenômeno perceptual simples ou passivo. Segundo Ausubel, Novak e Hanesian (1980, p. 79), em algumas situações em que o significado de uma

palavra nova não é por si mesma evidente no seu contexto, o processo de aprendizagem não difere da formação de conceitos.

Os conceitos aprendidos ao longo da vida de um indivíduo compõem os conhecimentos dessa pessoa. Esses conhecimentos, de acordo com a TAS, constituem o fator isolado mais importante para a aprendizagem significativa, visto que eles podem incluir, ou não, os subsunçores. Esses conceitos subsunçores são fundamentais para que um determinado conhecimento possa ser aprendido, pois servem de âncora para que a nova informação seja internalizada na estrutura cognitiva do aluno, de forma literal e não arbitrária, para que de fato ocorra a aprendizagem de forma significativa. Na ausência dos subsunçores, não ocorrerá a aprendizagem de forma significativa, e sim a aprendizagem mecânica (MOREIRA; MASINI, 1982, p. 7). Em outras palavras, subsunçores são conhecimentos específicos e relevantes de uma determinada área do conhecimento, presentes na estrutura cognitiva de uma pessoa, por meio dos quais as novas informações se ancoram, e por assimilação eles são transformados em subsunçores mais gerais e inclusivos.

Na área da Física, por exemplo, se o conceito de conservação de energia e suas transformações já existirem na estrutura cognitiva do estudante, eles servirão de subsunçores para novas informações referente às diferentes formas de energia e à conservação da energia mecânica. No exemplo dado, uma concepção intuitiva de conservação de energia e suas transformações serviriam como subsunçor para novas informações sobre energia e os processos de sua transformação, contudo, na medida em que esses novos conceitos fossem aprendidos de forma significativa, resultaria um crescimento e elaboração dos conceitos subsunçores iniciais. Como resultado, os conceitos de conservação de energia e suas transformações ficariam mais elaborados, mais inclusivos e mais capazes de servir de subsunçores para novas informações relativas à conservação de energia e suas transformações ou similares. Essa ancoragem da nova informação tem como resultado o crescimento e a modificação do conceito subsunçor. Estes subsunçores existentes na estrutura cognitiva podem se apresentar de forma abrangente e bem desenvolvida ou limitada e pouco desenvolvida, conforme a frequência com que ocorre a aprendizagem significativa em junção com um dado subsunçor (MOREIRA; MASINI, 1982, p. 8).

A nossa pesquisa buscou favorecer a aquisição dos conceitos de “conservação” e de “transformação”, por meio de atividades práticas e desafio mental, utilizando a aprendizagem por descoberta.

## 2.4 Organizadores prévios

Como dito anteriormente, para que a aprendizagem significativa ocorra é preciso que levemos em consideração o que o aluno já sabe. Ao investigarmos os conhecimentos prévios dos alunos podemos verificar se eles possuem os subsunçores que atuarão como âncoras para que a aprendizagem do novo conteúdo ocorra de forma significativa. Mas, e quando o aluno não tem os subsunçores necessários para que ocorra a aprendizagem significativa de um determinado conceito?

Ausubel, Novak e Hanesian (1980, p.143), em resposta a esta pergunta, nos falam que a principal estratégia apresentada, para intencionalmente manipular a estrutura cognitiva, é introduzir os organizadores prévios antes do próprio material de aprendizagem, para que possam facilitar o estabelecimento de uma disposição significativa para a aprendizagem. Estes organizadores são apresentados num nível de abstração mais elevado, maior generalidade e inclusividade, do que o novo material a ser aprendido. Deste modo, na ausência dos subsunçores, utilizamos os organizadores prévios para “[...] preencher o hiato entre aquilo que o aprendiz já conhece e o que precisa conhecer antes de poder aprender significativamente a tarefa com que se defronta” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 144).

A importância pedagógica dos organizadores prévios se dá em virtude de que eles podem facilitar a aprendizagem posterior mesmo nos casos em que o material utilizado para o ensino e a aprendizagem subsequentes não seja bem elaborado:

Não importa quão bem organizado seja o material de aprendizagem, ainda assim é razoável esperar que a aprendizagem e a retenção possam ser facilitados para a maioria dos aprendizes pelo uso de organizadores antecipatórios num nível apropriado de inclusividade. (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 145).

Os organizadores prévios (antecipatórios), elaborados de forma a facilitar a apreensão do material a ser aprendido, apresentados de forma familiar ao aluno, têm um efeito favorecedor na aprendizagem e na retenção dos novos conceitos a serem estudados.

Em nossa pesquisa, aplicamos o organizador prévio com objetivo de trabalharmos os seguintes conceitos “conservação” e “transformação”, por meio de atividades práticas e desafio mental, por intermédio da aprendizagem por descoberta. Estes dois conceitos não foram relacionados pelos alunos com a energia, na atividade de levantamento dos conhecimentos prévios. Após a aplicação do organizador prévio, introduzimos o estudo do princípio geral da conservação de energia.

## 2.5 Condições para a aprendizagem significativa

Segundo Ausubel, Novak e Hanesian (1980, p. 34-39), o cerne do processo de aprendizagem significativa está em que as ideias, simbolicamente expressas, são associadas às informações previamente adquiridas pelo estudante por meio de uma afinidade não arbitrária e substantiva (não-literal), ou seja, a nova informação se liga a alguma ideia relevante existente na estrutura cognitiva do estudante. Conforme esses autores, a aprendizagem significativa exige também que o estudante manifeste uma disposição para relacionar o novo material à sua estrutura cognitiva e que o material a ser aprendido seja potencialmente significativo para o estudante.

A primeira condição evidencia que, independente do quanto for significativo o material a ser aprendido, se o estudante não quiser aprender, e sua intenção for somente memorizar, a sua aprendizagem tenderá a ser uma aprendizagem mecânica. Essa motivação para a aprendizagem depende de três elementos: o impulso cognitivo, o impulso afiliativo e a motivação pelo engrandecimento do ego (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 332). Esses componentes da motivação referem-se, respectivamente, a sentir-se recompensado pelo sucesso na tarefa de aprendizagem, à necessidade de aprovação por determinadas figuras – como pais e professores, e à necessidade de obter um *status* em razão de uma habilidade ou de uma competência (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 332-337). Em nossa pesquisa buscou-se estimular o impulso cognitivo, por meio da realização de atividades diferenciadas das aulas tradicionais de Física, tais como as que buscavam favorecer a aprendizagem por descoberta.

A segunda condição para que a aprendizagem significativa ocorra refere-se à natureza do material a ser utilizado. É fundamental que o material da aprendizagem possa se relacionar de maneira substantiva e não arbitrária à estrutura cognitiva do estudante, ou seja, o material precisa ser potencialmente significativo. Dessa maneira, o material e o conteúdo devem ser apresentados de forma a terem um significado lógico para os estudantes, sendo que “Denomina-se significado lógico a propriedade do material da aprendizagem propriamente dita que determina se ela é ou não potencialmente significativa” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p.36).

Para que o material da aprendizagem seja potencialmente significativo, facilitando a aprendizagem significativa, temos que observar alguns princípios na sua elaboração. Primeiramente temos que considerar a hierarquia conceitual dos conceitos. Segundo Ausubel, Novak e Hanesian (1980), o ser humano, na sua estrutura cognitiva, armazena as informações

no cérebro de forma altamente organizada, formando uma hierarquia conceitual, onde os elementos mais específicos se unem a conceitos mais gerais e inclusivos (MOREIRA; MASINI, 1982, p. 7-8). Assim, a sequência do material deve permitir o movimento dos conceitos mais gerais para os mais inclusivos e vice-versa, permitindo a realização da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora<sup>4</sup>. A promoção da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa, no assunto a ser ensinado, ativa mais subsunções e facilita a aprendizagem significativa (MOREIRA; MASINI, 1982, p. 42-43). Um outro princípio a ser considerado é o da consolidação, segundo o qual temos de insistir no domínio do que está em estudo antes de introduzir novos materiais e conteúdo, gerando permanente prontidão na matéria de ensino e grande probabilidade de sucesso na aprendizagem, que deve ser organizada de forma sequencial (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 165).

Outro fator que determina o potencial significativo do material de aprendizagem está ligado à estrutura cognitiva do estudante e não ao material da aprendizagem. De acordo com Ausubel, Novak e Hanesian (1980, p. 37),

[...] para que a aprendizagem significativa ocorra de fato, não é suficiente que as novas informações sejam simplesmente relacionadas (de forma não arbitrária e substantiva) a ideias correspondentemente relevantes no sentido abstrato do termo (a ideias correspondentemente relevantes que alguns seres humanos estão aptos a aprender sob circunstâncias apropriadas) é também necessário que o conteúdo ideacional relevante esteja disponível na estrutura cognitiva de um determinado aluno.

Na estrutura cognitiva do aluno devem estar presentes os conceitos subsunções específicos com os quais o novo material possa relacionar-se, para que ocorra a aprendizagem significativa. Em nossa sequência de ensino buscou-se garantir essa disponibilidade por meio da utilização de um organizador prévio e, também, pela organização da sequência e de suas atividades.

Em síntese, as condições para que a aprendizagem significativa ocorra depende dos seguintes fatores: se o material instrucional for potencialmente significativo e da disposição do aluno para aprender significativamente. Todos estes fatores devem ser levados em consideração ao se preparar uma sequência didática potencialmente significativa, de acordo com a TAS.

---

<sup>4</sup> Definidos na seção 8 deste capítulo.

## 2.6 Diferenciação progressiva e reconciliação interativa

À medida que a aprendizagem significativa acontece, e por meio de sucessivas interações entre o subsunçor e as novas informações, os conceitos são desenvolvidos, elaborados e diferenciados. O desenvolvimento do conceito é facilitado segundo Ausubel, Novak e Hanesian (1980) quando os elementos mais gerais, mais inclusivos do conceito são introduzidos em primeiro lugar, e depois é progressivamente diferenciado em seus detalhes e especificidade. Ainda de acordo com esses autores, o princípio da diferenciação progressiva deve ser considerado ao se programar o assunto a ser estudado, isto é “[...] as ideias mais gerais e mais inclusivas da disciplina devem ser apresentadas em primeiro lugar. São então progressivamente diferenciadas, em termos de detalhe e especificidade [...]” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 159).

Para estabelecerem o princípio da diferenciação progressiva, os autores se basearam em dois pressupostos:

- (1) É menos difícil para os seres humanos compreenderem os aspectos diferenciados de um todo previamente aprendido, mais inclusivo, do que formular o todo inclusivo a partir das suas partes diferenciadas previamente aprendidas.
- (2) Num indivíduo, a organização do conteúdo de uma disciplina particular consiste de uma estrutura hierárquica na sua própria mente. As ideias mais inclusivas ocupam uma posição no topo desta estrutura e abrangem proposições, conceitos de dados factuais progressivamente menos inclusivos e mais diferenciados (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 159).

No entanto, o planejamento do conteúdo a ser ensinado não deve proporcionar somente a diferenciação progressiva, “[...] mas também explorar explicitamente, relações entre proposições e conceitos, chamar atenção para diferenças e similaridades importantes e reconciliar inconsistências reais ou aparentes.” (MOREIRA; MASINI, 1982, p. 21). Esse processo é denominado, na TAS, de reconciliação integrativa, ou integradora. É importante destacar que os livros didáticos, em sua maioria, separam ideias e tópicos em capítulos e seções que, normalmente, acabam orientando o ensino em uma direção que acabam orientando o ensino em uma direção contrária à do princípio da reconciliação integrativa. Essa abordagem pode agir como um obstáculo para a aprendizagem significativa (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 159 - 160).

Moreira e Masini (1982, p. 21-22) resumem esses dois princípios da TAS da seguinte forma:

- a) diferenciação progressiva é o princípio pelo qual o assunto deve ser programado de forma que as ideias mais gerais e inclusivas da disciplina sejam apresentadas antes e, progressivamente diferenciadas, introduzindo os detalhes específicos necessários. Essa ordem de apresentação corresponde à sequência natural da consciência, quando um ser humano é espontaneamente exposto a um campo inteiramente novo de conhecimento;
- b) reconciliação integrativa é o princípio pelo qual a programação do material instrucional deve ser feita para explorar relações entre ideias, apontar similaridades e diferenças significativas, reconciliando discrepâncias reais ou aparentes.

Em circunstâncias práticas de aprendizagem, a maior dificuldade está na aparente contradição entre as ideias já estabelecidas na estrutura cognitiva e os conceitos novos (MOREIRA; MASINI, 1982, p. 22). Diante desta dificuldade, o aluno poderá não levar em consideração uma nova ideia como válida; buscar departamentalizá-la como aspecto isolado, sem relacioná-la a conhecimentos anteriores, ou, ainda, buscar uma reconciliação integrativa de acordo com um subsunçor mais inclusivo. Esta aparente contradição pode ser solucionada com facilidade pelo princípio da diferenciação integrativa.

Podemos utilizar a diferenciação progressiva na elaboração de organizadores prévios construídos em ordem decrescente de inclusividade. Eles podem ser utilizados também pelo princípio de reconciliação integrativa, indicando de forma explícita as ideias relacionadas, aprendidas previamente na estrutura cognitiva. Segundo Moreira e Masini (1982, p. 22), “[...] os organizadores devem mobilizar todos os conceitos válidos da estrutura cognitiva potencialmente relevantes para desempenharem o papel de subsunçor com relação ao novo material.”

Para que ocorra o arranjo sequencial da tarefa, temos como fundamento a progressiva viabilidade em estabelecer relevantes ideias na estrutura cognitiva, para que ocorra a aprendizagem significativa. Com o objetivo que ocorra o arranjo sequencial da tarefa, temos de ter um conhecimento do nível das funções cognitivas, do conhecimento dentro da área a ser ensinada, e uma análise da hierarquia do conhecimento a ser absorvido, considerando uma ordenação que promova a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa.

Como exemplo, nas atividades da SD, utilizamos o simulador computacional e aulas expositivas (aprendizagem receptiva), para trabalharmos a diferenciação progressiva da conservação e transformação e a reconciliação interativa com os conhecimentos existentes na estrutura cognitiva dos alunos.

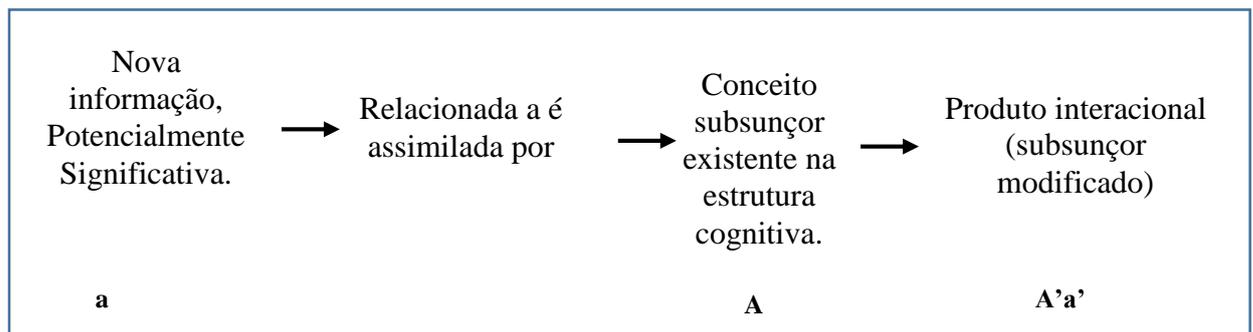
## 2.7 Assimilação e assimilação obliteradora

Já vimos que a aprendizagem significativa acontece com a interação entre a nova informação e os subsunçores presentes na estrutura cognitiva do aluno. Segundo a teoria da assimilação, essa interação ocorre da seguinte forma: a nova aprendizagem significativa modifica a natureza da nova informação incorporada na estrutura cognitiva, bem como os conceitos e proposições básicas (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 133).

Em outras palavras, o subsunçor existente na estrutura cognitiva do aluno, vamos representar por **A**, e a nova informação, apresentada ao aluno de forma potencialmente significativa, será representada por **a**. Ocorrendo a aprendizagem significativa relacionando **A** com **a**, após a ocorrência da relação e assimilação de **a** por **A**, formam um produto interacional **A'a'**, que nada mais é do que um subsunçor modificado.

Ausubel, Novak e Hanesian (1980) descrevem o processo da assimilação, representando simbolicamente da seguinte maneira, de acordo com a Figura 2

**Figura 2 - Esquema representativo do processo de assimilação**



Fonte: (MOREIRA; MASINI, 1982, p.16)

Como exemplo, se o conceito de energia mecânica deve ser aprendido por um estudante que já possui o conceito de energia armazenado em sua estrutura cognitiva, a nova informação específica (energia mecânica) é assimilada pelo conceito mais geral, ou inclusivo, já sedimentado na estrutura cognitiva (energia). Nesse processo de assimilação, não somente o conceito de energia mecânica adquirirá significado para o estudante, mas também o conceito geral de energia que já possuía será modificado, tornando-se mais inclusivo e seu conceito de energia incluirá o conceito de energia mecânica.

A ancoragem ou assimilação tem um efeito facilitador na retenção. Isto ocorre porque as novas informações assimiladas permanecem disponíveis durante o momento de retenção, por certo período de tempo variável a nova informação permanece dissociável de seu subsunçor e, conseqüentemente, podem ser interpretadas como entidades individuais, conforme o esquema apresentado na Figura 3.

**Figura 3 - Esquema do processo de retenção**

$$A'a \rightleftharpoons A' + a$$

Fonte: (MOREIRA; MASINI, 1982, p.17)

Em outras palavras, o produto da interação **A'a**, durante certo tempo é dissociável em **A'** e **a'** facilitando, assim, a retenção de **a'**. De acordo com nosso exemplo, o conceito subsunçor de energia modificado pela interação com o novo conceito de energia mecânica, também modificado pela interação com o subsunçor, durante certo tempo pode dissociar, facilitando a retenção do conceito de energia mecânica.

Ausubel, Novak e Hanesian (1980, p. 108) nos afirma que:

A experiência universal indica que o grau de dissociação, ou a força da dissociação, se encontra no limite máximo após a aprendizagem, e, portanto, que os novos significados, na ausência da prática direta ou indireta, estão disponíveis no máximo naquela ocasião (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 108).

Os autores nos alertam que durante a aprendizagem, se o material instrucional não apresentar atividades para que o aluno coloque em prática de forma direta ou indireta a nova informação, ela pode cair no esquecimento.

A retenção é possibilitada pela ancoragem das novas ideias e informações pelos conceitos bem estabelecidos, mais amplos e diferenciados. No entanto, os significados das novas ideias, no decorrer do tempo, têm a tendência de serem assimilados ou reduzidos pelos significados mais estáveis das ideias estabelecidas. É importante que o processo de assimilação também explique o mecanismo de esquecimento subsequente de ideias que foram aprendidas significativamente.

Segundo Moreira e Masini (1982, p. 18)

As novas informações tornam-se, espontânea e progressivamente menos dissociáveis de suas ideias-âncora (subsunçores) até que não mais estejam disponíveis, i. e., não mais reproduzíveis como entidades individuais. Atinge-se então um grau de dissociabilidade nulo, e **A'a'** reduz-se simplesmente a **A'**. O esquecimento é, portanto, uma continuação temporal do mesmo processo de assimilação que facilita a aprendizagem e a retenção de novas informações. (MOREIRA; MASINI, 1982, p. 18).

A ocorrência da assimilação obliteradora é uma continuação natural da assimilação, e o subsunçor não volta à forma original. A assimilação obliteradora produz um resíduo **A'**, que é o subsunçor modificado.

Vale destacar que, ao considerarmos uma única interação A'a', estamos apresentando uma forma simplificada da aprendizagem significativa e do processo de assimilação, pois uma nova informação pode relacionar-se com outros subsunçores, dependendo da relevância do subsunçor.

## **2.8 A verificação da aprendizagem significativa**

De acordo com Ausubel, Novak e Hanesian (1980, p. 122-123), a apreensão genuína de um conceito ou conteúdo implica a retenção de significados claros, precisos, diferenciados e transferíveis (que possam ser utilizados em diferentes situações). Entretanto, se avaliarmos o conhecimento adquirido pedindo ao aluno que simplesmente descreva os atributos essenciais de um conceito ou os elementos essenciais de uma teoria, ele poderá nos dar uma resposta oriunda de uma aprendizagem mecânica.

Nem sempre é fácil verificar se houve a aprendizagem significativa. Diante deste fato é proposto que “[...] os testes de compreensão devem no mínimo ser apresentados num contexto um pouco diferente daquele em que o material de aprendizagem foi originalmente encontrado [...]” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 122). A forma mais simples de se fazer esta verificação é solicitar ao estudante que diferencie entre ideias relacionadas mas não iguais ou escolha os elementos característicos de um conceito ou teoria a partir de uma relação contendo elementos tanto dos conceitos quanto das teorias relacionadas (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p.122).

Segundo Ausubel, Novak e Hanesian, (1980, p. 122), a única maneira válida de testar se os alunos de fato aprenderam significativamente as ideias que são capazes de verbalizar é a solução criativa de problemas. Além disso, os autores nos alertam que devemos ter cuidado, pois, se um aluno não conseguiu resolver um conjunto de problemas, não quer dizer que ele não aprendeu o conteúdo “estudado de forma significativa, pois a resolução de problemas requer outras habilidades e qualidades, como poder de raciocínio, flexibilidade, sensibilidade de problema, improvisação e astúcia tática, para compreender princípios subjacentes”<sup>5</sup>. (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p.122).

Outra forma de verificar a ocorrência da aprendizagem significativa, que não exija o domínio de outras habilidades como na resolução de problemas, ocorre quando o estudante entra em contato com um novo tipo de questões sequencialmente dependente. Estas questões não dependem de outros requisitos para o seu entendimento, mas exigem uma interpretação

---

<sup>5</sup> Refere-se ao que está implícito, oculto, ou que não se manifesta claramente.

para serem respondidas, requerendo que o aluno busque em sua estrutura cognitiva elementos para responder as questões, isto é, questões ou atividades que sejam diferentes das apresentadas durante o processo de ensino e aprendizagem.

Ao procurarmos verificar a aprendizagem significativa, seja por meio de questionários ou pela solução de problemas, não podemos nos esquecer da possibilidade da aprendizagem mecânica. Assim, esses instrumentos de avaliação da aprendizagem devem ser formulados e apresentados “[...] sob uma roupagem nova e desconhecida e que exija uma transformação máxima do conhecimento existente.” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 123).

Assim, ao verificarmos a ocorrência da aprendizagem significativa, temos de elaborar questões e problemas que não sejam familiares e que requeiram uma completa mudança do conhecimento existente, elaborado numa situação distinta do material instrucional ou da sequência didática que foi desenvolvida.

Em nossa pesquisa, procuramos avaliar a aprendizagem significativa, ao longo da aplicação da SD, por intermédio do relato escrito após análise e discussão das atividades propostas. No quinto encontro utilizamos, além do relato escrito, outro instrumento de avaliação da aprendizagem significativa, a construção de um mapa conceitual pelos alunos, instrumento proposto por Novak (MOREIRA, 2012, p. 5). Após o retorno das férias (para término do quarto bimestre de 2018), aplicamos uma questão com objetivo de avaliarmos a aprendizagem significativa.

Para fins de conclusão, ensinar sob

[...] uma abordagem ausubeliana, em termos de significados, implicam as seguintes etapas: 1) identificar a estrutura de significados aceita no contexto da matéria de ensino; 2) identificar os subsunçores (significados) necessários para a aprendizagem significativa da matéria de ensino; 3) identificar os significados preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz; 4) organizar sequencialmente o conteúdo e selecionar materiais curriculares, usando as ideais de diferenciação progressiva e reconciliação interativa como princípios programáticos; 5) ensinar usando organizadores prévios, para fazer pontes entre os significados que o aluno já tem e os que ele precisaria ter para aprender significativamente o conteúdo de ensino, assim como para o estabelecimento de relações explícitas entre o novo conhecimento e aquele já existente e adequado para dar significados aos novos conteúdos de aprendizagem (MOREIRA, 2012, p. 6).

Este é um resumo das etapas propostas por Ausubel para que ocorra a aprendizagem significativa.

## 2.9 Mapas conceituais

O uso de mapas conceituais é uma técnica desenvolvida por Joseph Novak, na década de setenta do século vinte, e os seus colaboradores na Universidade de Cornell, nos Estados Unidos. A teoria que fundamenta esta técnica é TAS de David Ausubel, isto é, foi desenvolvida para promover a aprendizagem significativa (MOREIRA, 2012, p. 5). É preciso destacar que os mapas conceituais não devem ser confundidos com organogramas ou diagramas de fluxo, pois não apresentam sequência, direcionalidade ou temporalidade e não representam hierarquias organizacionais ou de poder (MOREIRA, 2012, p. 1). Em síntese, os

Mapas conceituais são diagramas de significados, de relações significativas; de hierarquias conceituais, se for o caso. Isso também os diferencia das redes semânticas que não necessariamente se organizam por níveis hierárquicos e não obrigatoriamente incluem apenas conceitos. Mapas conceituais também não devem ser confundidos com mapas mentais que são livres, associacionistas, não se ocupam de relações entre conceitos, incluem coisas que não são conceitos e não estão organizados hierarquicamente. Não devem, igualmente, ser confundidos com quadros sinópticos que são diagramas classificatórios. Mapas conceituais não buscam classificar conceitos, mas sim relacioná-los e hierarquizá-los (MOREIRA, 2012, p. 1).

Na figura 4 apresentamos um exemplo de mapa conceitual na área de Física como ilustração:

**Figura 4- Exemplo de mapa conceitual**



Fonte: PARANÁ. Secretaria da Educação<sup>6</sup>.

Mapas conceituais podem ser aplicados como recursos em todas as etapas do processo educativo, desde o planejamento e a preparação do material educativo, passando pela organização da sequência de ensino e a avaliação da aprendizagem significativa.

<sup>6</sup> Disponível em: <http://www.fisica.seed.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=78>. Acesso em: 20 jul. 2019.

A análise de mapas conceituais é essencialmente qualitativa, pois não existem mapas conceituais certos ou errados. Entretanto, o mapa conceitual pode revelar inconsistências nas relações entre os conceitos, que sugerem uma aprendizagem incorreta. Além disso, a ausência de determinados conceitos e relações indica que tais conceitos não foram aprendidos.

De acordo com Moreira (2012, p. 7, grifo do autor), “um professor nunca deve apresentar aos alunos o mapa conceitual de um certo conteúdo e sim **um** mapa conceitual para esse conteúdo segundo os significados que ele atribui aos conceitos e às relações significativas entre eles”.

Tanto o mapa construído pelo professor como recurso didático como o mapa construído pelo aluno em uma avaliação são idiossincráticos, isto é, a forma de ver própria de cada um.

O mais importante não é a forma gráfica na construção dos mapas, mas a disposição das ideias e conceitos (BARBOSA; ALVES; JESUS BUMHAM, 2005, p. 3), para que possamos compreender claramente como o aluno relaciona os conceitos apreendidos. Desta forma compreendemos que, na aplicação do mapa conceitual como instrumento de avaliação, não no sentido de testar o conhecimento, atribuindo nota ao aluno, mas no sentido de obter informações sobre o tipo de estrutura que o aluno vê para um dado conjunto de conceitos (MOREIRA; MASINI, 1982, p. 52).

A preocupação do professor com relação ao mapa conceitual deve ser em procurar interpretar as informações fornecidas pelo aluno, a fim de obter indícios de aprendizagem significativa. Segundo Moreira (2012, p.8), “Explicações do aluno, orais ou escritas, em relação a seu mapa facilitam muito a tarefa do professor nesse sentido”.

Há vários aplicativos desenvolvidos para a construção de mapas conceituais, o mais utilizado é o Cmap Tools: <http://cmap.ihme.us>.

Na seção 5.3, página 80, apresentamos um roteiro para orientar os alunos na confecção do mapa conceitual.

Na pesquisa utilizamos o mapa conceitual para organizar o conteúdo de acordo com dinâmica da estrutura conceitual do conteúdo, considerando a diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, com objetivo de planejar a sequência didática e como um dos instrumentos de avaliação da aprendizagem significativa.

### 3 A PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA E A TAS

O objetivo deste capítulo é investigar a produção acadêmica recente sobre a TAS de Ausubel, aplicada à aprendizagem de conceitos relacionados à energia. Para isso, realizamos uma revisão de literatura nas seguintes bases de dados: Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa (ENAS), Encontro Regional de Aprendizagem Significativa (ERAS), Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD), *Scientific Electronic Library Online* (SciELO Brasil) e Biblioteca de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (BTD-CAPES). A delimitação temporal da pesquisa foi de cinco anos, isto é, de 2013 a 2017, em razão de se almejar apenas a produção científica mais recente. Inicialmente, para o levantamento dos trabalhos, utilizamos os mecanismos de busca de cada base, tendo sido adotados os seguintes descritores (palavras-chave): princípio geral da conservação da energia, aprendizagem significativa de Ausubel, ensino médio e ensino de Física. Entretanto, com esses parâmetros não encontramos nenhum trabalho relacionado com a aprendizagem significativa do conceito de conservação de energia ou do princípio geral da conservação da energia.

Diante desse insucesso, mudamos os nossos descritores para: aprendizagem significativa, ensino de Física, ensino médio. Essa alteração nos critérios de pesquisa permitiu que encontrássemos 33 trabalhos<sup>7</sup>, os quais foram desenvolvidos em diferentes níveis de ensino, conforme disposto na Tabela 1.

**Tabela 1 - Trabalhos relativos à aprendizagem significativa e ensino de Física**

BASE DE DADOS	Nº de trabalhos	Ensino médio	Ensino fundamental	EJA <sup>8</sup>	Curso Superior
ENAS/ERAS	7	3	2	1	1
BDTD	18	14	3	1	0
SciELO Brasil	7	6	1	0	0
BTD-CAPES	1	1	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>33</b>	<b>24</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>1</b>

Fonte: elaboração do autor, 2018.

É importante ressaltar que nem todos os trabalhos encontrados estão relacionados ao ensino médio, que é o nível em que a nossa pesquisa de mestrado foi desenvolvida e que foi uma das palavras-chave adotadas para a seleção inicial dos trabalhos.

<sup>7</sup> As informações referentes aos trabalhos selecionados (autores, título, público-alvo e base de dados) encontram-se dispostas no apêndice A.

<sup>8</sup> EJA – Educação de Jovens e Adultos

Após a delimitação do *corpus* a ser analisado, realizamos a leitura do resumo dos trabalhos com o objetivo de identificar os seguintes parâmetros: o tema da pesquisa, a metodologia adotada, o processo de verificação dos conhecimentos prévios, o uso dos organizadores prévios, os instrumentos de coleta de dados e o público-alvo da investigação. Caso essas informações não fossem encontradas, realizava-se a leitura integral do trabalho.

Observamos que a maioria das pesquisas foi realizada no ensino médio (72,7%), provavelmente devido ao fato de que é nesse nível de ensino que a Física passa a existir como uma disciplina isolada. É fundamental destacar que foram encontradas poucas pesquisas sobre a aprendizagem significativa de Física no ensino médio profissionalizante, que é o campo no qual desenvolvemos nossa investigação. Foram encontrados apenas três trabalhos (representando 9,1% do *corpus*): Mendes (2014), Barbosa (2014) e Gomes (2017).

A análise dos trabalhos selecionados também buscou a apreensão de outros parâmetros a fim de possibilitar a caracterização de alguns aspectos procedimentais das pesquisas, os quais se encontram dispostos no apêndice B. A partir desses dados foi possível elaborar o Gráfico 1, que mostra as abordagens das pesquisas analisadas e seus respectivos percentuais:

**Gráfico 1 - Abordagem das pesquisas**



Fonte: elaborado pelo autor, 2018.

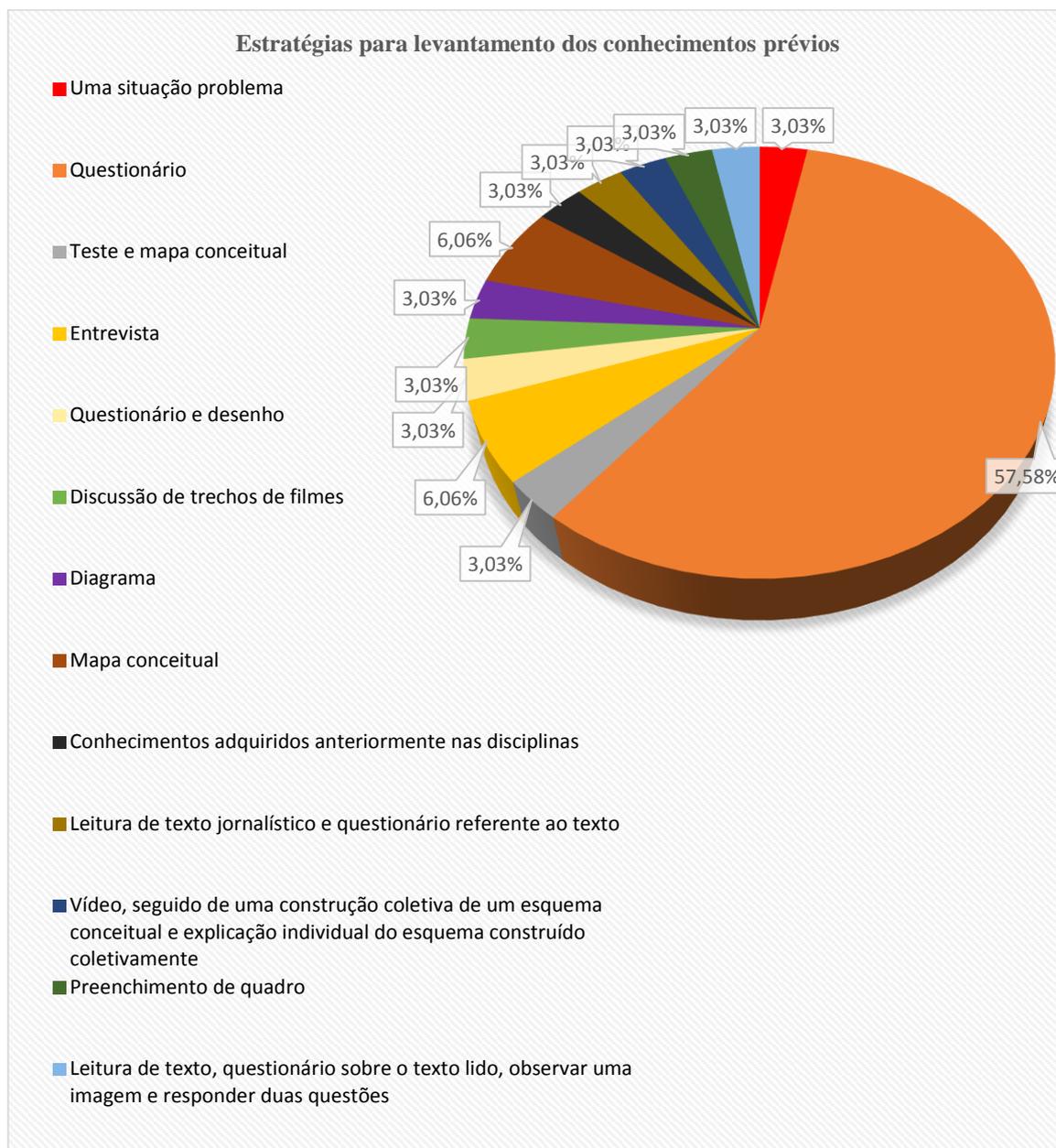
A pesquisa qualitativa é uma metodologia de investigação voltada para os aspectos de caráter subjetivo de uma determinada questão ou objeto a ser analisado. Por um lado, nessa abordagem, o pesquisador identifica e analisa dados que não podem ser mensurados numericamente e sua opinião pode estar integrada à pesquisa. Por outro lado, a pesquisa quantitativa é uma metodologia de investigação voltada para os aspectos de caráter objetivo, visando compreender a dimensão estatística de determinada questão. Nesse tipo de pesquisa o investigador busca ser um observador neutro, sem influenciar o conteúdo das informações a

serem coletadas. Na pesquisa quali-quantitativa, ocorre uma “união” das duas modalidades, para obtenção de uma análise mais profunda do assunto da pesquisa.

Segundo a TAS, conhecer o que o aluno já sabe é a etapa inicial e fundamental para que o professor desencadeie um processo que leve seus alunos à aprendizagem significativa. Assim, em nossa análise, verificamos como os trabalhos lidam com os conhecimentos prévios dos alunos, conhecimentos estes que podem atuar como o que Ausubel nomeia de subsunçores. Pudemos constatar que 31 (93,9%) trabalhos fizeram o levantamento dos conhecimentos prévios e 2 (6,1%) consideraram os conhecimentos trabalhados em disciplinas já cursadas pelos discentes como sendo os conhecimentos prévios. No trabalho de Ribeiro (2015) foram considerados os conteúdos trabalhados nas disciplinas que eram pré-requisitos para a disciplina na qual a pesquisa foi realizada, e, no trabalho de Pires e Veit (2016), as autoras consideraram os conhecimentos do ensino fundamental e os conhecimentos adquiridos em um ambiente de aprendizagem. Entretanto, vale considerar que esses autores assumiram um risco ao adotarem tal abordagem, visto que os alunos podem não ter aprendido significativamente os conteúdos das disciplinas cursadas por eles. Mas, mesmo com essa ponderação, verificamos que 100% dos pesquisadores consideraram os conhecimentos prévios, que é um dos pré-requisitos para que ocorra a aprendizagem significativa de acordo com a TAS.

Dada a importância de se conhecer o que o aluno sabe, é fundamental o uso de instrumentos que consigam revelar esses conhecimentos. Nos trabalhos analisados foram identificadas diferentes estratégias para o levantamento dos conhecimentos prévios, que estão descritas no Gráfico 2:

**Gráfico 2 - Estratégias para levantamento dos conhecimentos prévios**



Fonte: elaborado pelo autor, 2018.

No Gráfico 2, verificamos que existe uma variedade de estratégias para levantamento dos conhecimentos prévios, e a mais utilizada é o questionário com 57,58% dos trabalhos analisados. Se considerarmos os outros instrumentos que estão associados ao questionário (questionário e desenho; leitura de texto jornalístico e questionário referente ao texto; leitura de texto, questionário sobre o texto lido, observar uma imagem e responder a duas questões) temos uma porcentagem ainda maior, no valor de 69,7%. Damos destaque a outro instrumento de coleta de dados que é o mapa conceitual, que foi desenvolvido a partir da TAS. Se considerarmos o mapa conceitual associado a outro instrumento (teste e mapa conceitual), ficaria em segundo lugar com 9,09%. Por fim, é válido ressaltar que a variedade de

instrumentos utilizados para o levantamento destes conhecimentos se deve à grande relevância que eles representam para que o aluno aprenda significativamente.

Quanto à utilização dos conhecimentos prévios no planejamento do material instrucional para a aprendizagem significativa, verificamos que, dos 33 trabalhos analisados, apenas 9 (27,3%) mencionam no texto que utilizaram os conhecimentos prévios para planejamento das atividades de ensino e 24 (72,7%) não mencionaram a utilização ou não deixaram explícito o uso dos conhecimentos prévios no planejamento da sua pesquisa. Este é um resultado relevante, tendo em vista que, segundo a TAS, o principal fator que influencia na ocorrência da aprendizagem significativa é o que o aluno já sabe. De acordo com Ausubel, Novak e Hanesian (1980, p. 137, grifo nosso), “Se tivéssemos que reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio, diríamos: **o fator singular mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra isto e ensine-o de acordo**”. Desse modo, para que se possa elaborar um material instrucional que seja potencialmente significativo, é imprescindível que o material seja elaborado a partir daquilo que o aluno sabe. Entendemos que a aprendizagem não acontece como uma simples assimilação dos conceitos ensinados pelo educador, mas uma reorganização e desenvolvimento dos conhecimentos prévios dos alunos, que é um processo complexo que tem como resultado uma aprendizagem conceitual.

Caso o levantamento dos conhecimentos prévios revele que os alunos não possuem os subsunçores necessários para a aprendizagem significativa de um determinado tema, a TAS orienta que seja feito o uso de organizadores prévios. Os organizadores são estratégias ou materiais que busquem garantir que os aprendizes tenham os conhecimentos necessários à aprendizagem significativa do conhecimento que se objetiva ensinar. Quanto aos organizadores prévios, nossa revisão verificou que 21 (63,64%) trabalhos não mencionaram no texto a utilização dos organizadores prévios; 4 (12,12%) apresentaram a estratégia utilizada como organizador prévio e 8 (24,24%) informam que os organizadores prévios foram utilizados, mas não apresentam as estratégias que foram trabalhadas, e em um destes trabalhos foi relatado que as estratégias e materiais foram desenvolvidos e aplicados pela escola participante da pesquisa e não pelo pesquisador e o autor, ao avaliar a aprendizagem significativa dos alunos participantes, destacou que os organizadores prévios foram trabalhados de forma não satisfatória pela escola participante da pesquisa<sup>9</sup>:

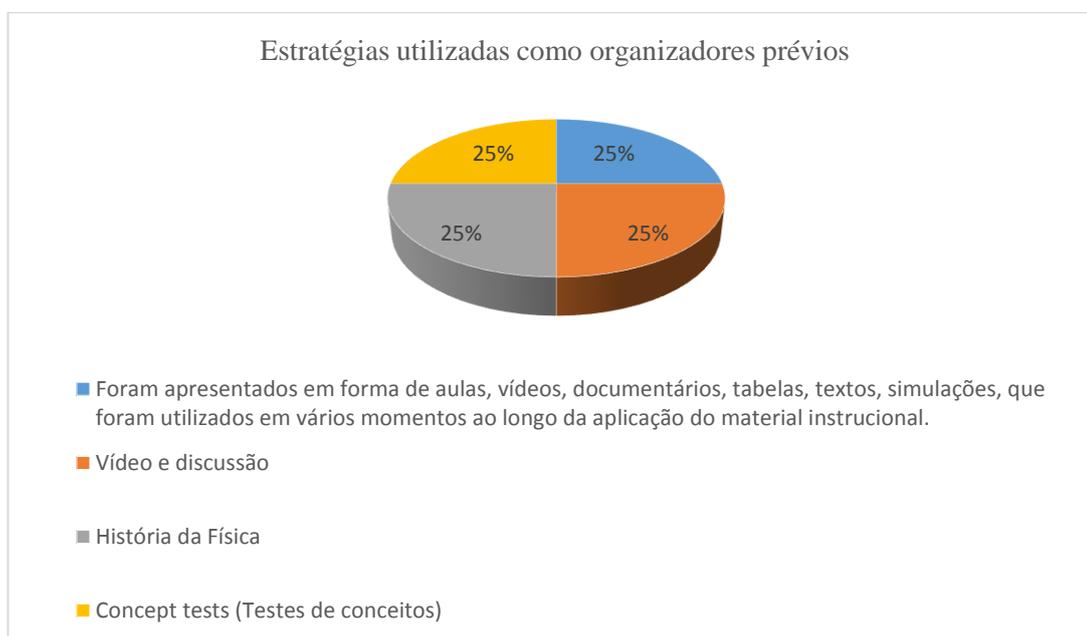
---

<sup>9</sup> Esse trabalho foi realizado a partir de uma parceria entre a escola participante e um museu.

Em nossa apreciação final, em ambos os estudos, pelas dificuldades mostradas nos resultados apresentados pelos diferentes mecanismos avaliativos, podemos dizer que os subsunçores da maioria dos alunos não eram adequados para compreensão dos fatos de maior complexidade tratados na programação. O sistema escolar não estava preparado e nem acostumado a trabalhar na perspectiva da aprendizagem significativa. (FARIAS, 2014, p. 7).

No Gráfico 3 apresentamos as estratégias utilizadas como organizadores prévios, relatadas nas pesquisas analisadas:

**Gráfico 3 - Organizadores prévios**

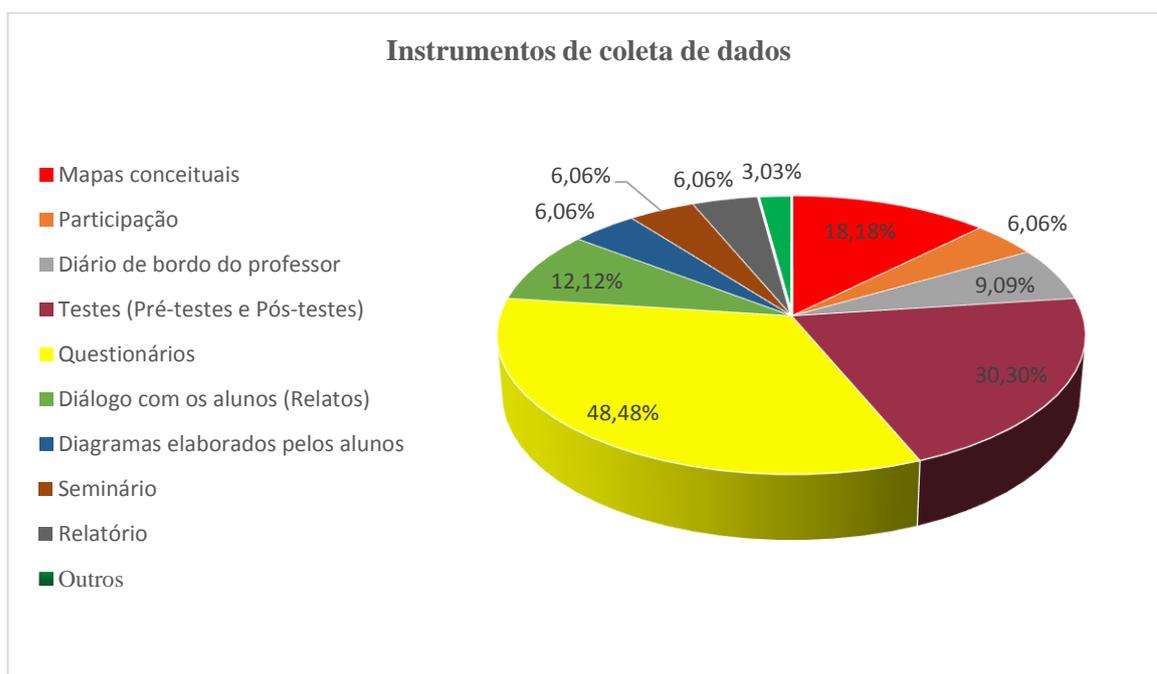


Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Temos de ressaltar que se os alunos possuírem os conhecimentos prévios necessários para a aprendizagem significativa, não há necessidade dos organizadores prévios. Além disso, caso não seja viável verificar os conhecimentos dos alunos, é possível utilizar os organizadores prévios de modo a tentar assegurar que determinados conceitos estejam disponíveis na sua estrutura cognitiva.

Outro aspecto que foi considerado na revisão de literatura, mais ligado à questão metodológica, refere-se aos instrumentos de coleta de dados das pesquisas. Nesse caso, todos os 33 trabalhos relataram os instrumentos utilizados, no total de 24 instrumentos de coleta de dados.

Apresentamos, no Gráfico 4, os instrumentos de análise de dados que foram utilizados em mais de um trabalho. Os instrumentos que foram utilizados em apenas um trabalho estão inseridos em outros. O nosso objetivo foi destacar os instrumentos mais utilizados para coleta de dados nas pesquisas analisadas.

**Gráfico 4 - Instrumentos de coleta de dados utilizados em mais de um trabalho**

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

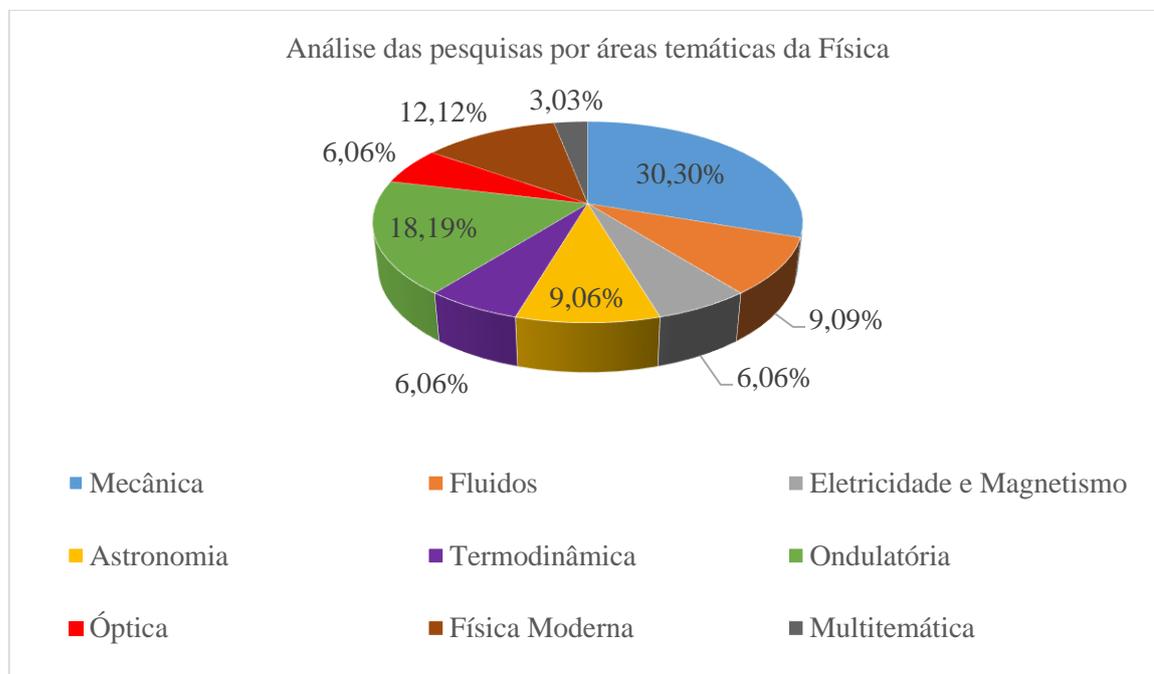
Legenda: Outros – construção de modelos por meio de oficinas; postura do aluno diante das atividades propostas; resolução de problemas; registros escritos voltados à pesquisa; fóruns de discussão; atividades no *moodle*; entrevistas; atividades de modelagem computacional; caça-palavras; listas de exercícios; registros gravados em áudio das atividades desenvolvidas em sala de aula; debates; questões problematizadoras; mapa mental.

É notória a predominância do uso do questionário enquanto forma de coleta de dados, tendo sido utilizado em dezesseis trabalhos (48,48%). Tendo em vista que os mapas conceituais foram adotados em apenas seis trabalhos (18,18%), percebe-se que o uso desse recurso, que é oriundo da TAS, ainda é pequeno, ao menos no *corpus* aqui analisado. Os testes foram utilizados em dez trabalhos, totalizando 30,03%. O diário de bordo foi adotado em 9,09% dos trabalhos e 6,06% das pesquisas fizeram uso de diagramas elaborados pelos alunos e 6,06% analisaram a participação nas aulas: “[...] avaliação da aprendizagem que foi qualitativa e contínua, baseada na postura dos estudantes diante da proposta apresentada, sua participação e frequência às aulas e ao laboratório, além da construção de mapas conceituais.” (SANTANA; VALENTE; PALHETA, 2014, p. 4); “[...] verificaram aprendizagem significativa pelo nível de evolução nos testes, através da observação da participação dos alunos em sala de aula e nos conteúdos desenvolvidos e apresentados nas atividades pedagógicas como seminários, relatórios e também relatos em sala.” (SANTOS; MATOS; SILVA, 2014, p. 4).

Os demais instrumentos de coleta de dados perfazem 3,03% de utilização. O nosso trabalho utilizou os seguintes instrumentos para coleta de dados: testes, questionário, mapa conceitual e relatos escritos pelos alunos.

A análise dos trabalhos permitiu, também, a identificação da área temática e dos conteúdos de Física que foram alvo das pesquisas<sup>10</sup>. No Gráfico 5, apresentamos as áreas temáticas identificadas nos trabalhos.

**Gráfico 5 - Áreas temáticas da Física**



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

A área da Física que foi mais pesquisada nos trabalhos analisados é a Mecânica, seguida da Ondulatória e da Física Moderna. Destacamos que um dos trabalhos foi desenvolvido com base em uma feira de ciências, e apresentou diversas áreas da Física, por meio da realização de exposições referentes aos conteúdos de Mecânica, Termodinâmica, Óptica e Eletricidade e Magnetismo. Em razão dessa característica, esse trabalho foi considerado como sendo da área multitemática.

De todos os trabalhos analisados, apenas quatro (12,1%) se dirigiram para a aprendizagem de conceitos e conhecimentos relacionados à energia e que, de certa forma, se aproximam do tema trabalhado em nossa pesquisa. O primeiro trabalho tem como título “Dificuldades na aprendizagem significativa do conceito de energia a partir de uma ação integradora Escola Museu para introduzir a alfabetização científica na escola” (FARIAS, 2014). A pesquisa realizada por Farias (2014) teve como objetivo fazer com que o Centro de Ciências, ao trabalhar em conjunto com a escola, produzisse uma aprendizagem significativa dos conceitos de energia e promovesse a alfabetização científica dos alunos. A pesquisa foi qualitativa, envolvendo uma narrativa descritiva em triangulação com as avaliações escritas,

<sup>10</sup> Os conteúdos, ou tópicos, de Física que foram trabalhados nas pesquisas analisadas encontram-se listados no apêndice C.

os conhecimentos prévios foram levantados por meio de testes e mapa conceitual, o texto do artigo não apresentou com clareza como foram utilizados os conhecimentos prévios e quais foram os organizadores prévios utilizados. Os instrumentos de coleta de dados utilizados foram testes e mapa conceitual. A dificuldade encontrada neste trabalho foi que o sistema escolar não se mostrou potencialmente significativo para obter resultados mais favoráveis, diante das dificuldades mostradas por professores e alunos. Segundo o autor, seria necessário ter sido disponibilizado mais tempo nas disciplinas envolvidas. Apesar das dificuldades enfrentadas, o autor considera que o trabalho obteve um desempenho satisfatório para certa quantidade de alunos.

O segundo trabalho relacionado com a energia tem como título “Uma abordagem multidisciplinar em sala de aula sobre o consumo e riscos do uso da energia elétrica” (SANTOS; MATOS; SILVA, 2015), pesquisa realizada por meio de um projeto multidisciplinar sobre os principais conceitos de energia envolvendo três disciplinas: Física, Química e Geografia. É uma pesquisa qualitativa, baseada em dados descritivos, na qual os conhecimentos prévios foram levantados por meio de um pré-teste, envolvendo conceitos gerais e específicos de cada disciplina. Os conhecimentos prévios foram considerados para o planejamento das atividades. Os organizadores prévios foram elaborados com base nos conhecimentos prévios levantados. Os instrumentos de coleta de dados utilizados foram testes de compreensão aplicados em todas as etapas da aplicação da sequência didática, participação do aluno em sala de aula, seminários, relatórios e relatos em sala de aula. Ao comparar as médias das três disciplinas (Geografia, Química e Física) participantes da pesquisa, verificou-se que houve uma evolução nos resultados das avaliações quando comparamos as primeiras avaliações com as últimas. Verificou-se que a proposta apresentada produziu um resultado positivo, quanto à aprendizagem significativa referente ao consumo e riscos do uso da energia elétrica.

O terceiro trabalho intitulado “Abordagem interdisciplinar a partir da temática energia: contribuições para uma aprendizagem significativa na EJA”, desenvolvido por Gomes (2014), tem uma abordagem qualitativa, envolvendo várias disciplinas. A proposta da pesquisa partiu do diagnóstico dos alunos da EJA e de seus conhecimentos prévios, que foram levantados por meio de questões. Não foi mencionado na pesquisa como os conhecimentos prévios foram trabalhados e nem que organizadores prévios foram planejados para buscar garantir que os alunos tivessem os subsunçores necessários à aprendizagem significativa. Os instrumentos de coleta de dados foram: questionários, avaliação e diário do professor. Como resultado da análise dos dados, o autor considera que houve uma evolução conceitual em

relação ao conceito de energia. Pelos dados obtidos foi constatado que os alunos tiveram um grande aproveitamento, apresentando satisfação em participar das aulas, que é um fator importante na aprendizagem significativa.

O trabalho “Elaboração e avaliação de um material instrucional baseado na teoria da aprendizagem significativa: estudo de transformação de energia com o uso de uma maquete.”, desenvolvido por Muniz (2016), merece destaque, visto que está mais diretamente relacionado à nossa pesquisa. É uma pesquisa quali-quantitativa, e fundamentada na construção de um material instrucional, composto de três instrumentos: *concept tests*<sup>11</sup>, experimento e maquete, envolvendo os conceitos relativos à transformação de energia. Como a pesquisa tem uma característica quantitativa, foi trabalhada com duas turmas: uma experimental e outra de controle. Os conhecimentos prévios foram levantados a partir de um pré-teste, com dez questões de múltipla escolha e questões abertas. A partir dos conhecimentos prévios foi preparado o organizador prévio por meio do instrumento *concept tests*. O pré-teste foi aplicado nas duas turmas. A avaliação da aprendizagem significativa foi realizada quali-quantitativamente, comparando o pré-teste com o pós-teste aplicado nas duas turmas. O resultado da avaliação concluiu que o material instrucional aplicado nesta pesquisa é potencialmente significativo. Os instrumentos de coleta de dados são pré-teste e pós-teste. Para análise dos dados foi utilizado do teste estatístico de *Wilcoxon*<sup>12</sup>, não pareado para a análise quantitativa. Os autores identificaram uma diferença entre o pré e o pós-teste, sendo mensurado um crescimento estatisticamente significativo para um nível de significância de 95%. A análise estatística, bem como a análise qualitativa das respostas dos alunos nos testes apresentados mostraram que os instrumentos propostos pelo material desenvolvido contribuíram para a motivação dos alunos e a promoção da aprendizagem significativa para o conceito de transformação de energia.

Dos trabalhos analisados, identificamos três trabalhos aplicados no mesmo contexto da nossa pesquisa, isto é, em um curso técnico integrado ao ensino médio. O primeiro trabalho tem como título “Modelagem Computacional e simulações em Física usando o software *Modellus*: uma abordagem alternativa no ensino de cinemática”, pesquisa realizada por Mendes (2014), que tem como objetivo verificar as evidências da aprendizagem significativa no ensino de cinemática escalar, utilizando a Tecnologia de Informação e

---

<sup>11</sup> *Concept tests* é utilizado para promover a negociação de significados, uma importante estratégia proposta pela TAS. A negociação é feita entre os próprios alunos e com o professor, conforme orientação do *Peer instruction* (Instrução pelos colegas – IpC) (MUNIZ, 2016, p. 31)

<sup>12</sup> O teste de *Wilcoxon* pareado é utilizado para comparar se as medidas de posição de duas amostras são iguais no caso em que as amostras são dependentes. Disponível em: <[www.portalaaction.com.br/técnicas-não-paramétricas/teste-de-wilcoxon-pareado](http://www.portalaaction.com.br/técnicas-não-paramétricas/teste-de-wilcoxon-pareado)>. Acesso 22 out. 2018

Comunicação (TIC) no ensino de Física. O público-alvo da pesquisa são os alunos do curso técnico em Informática integrado ao ensino médio, do Instituto Federal do Amapá – Câmpus Laranjal do Jari. A ferramenta tecnológica utilizada para auxiliar no ensino e na aprendizagem da Física é o software *Modellus*<sup>13</sup>. A pesquisa é fundamentada na TAS e na modelagem computacional de fenômenos naturais de cinemática escalar. Metodologicamente, é uma pesquisa que entrelaça uma abordagem quali-quantitativa em um estudo de caso educacional. A pesquisa faz uso de grupo experimental e de controle. Foram utilizados instrumentos de coletas de dados que favoreceram a análise dos subsunçores (questionário de perfil e conhecimentos prévios) e questionários (pré-teste, pós-teste e de satisfação), com objetivo de verificar a aprendizagem. Quatro atividades de modelos conceituais da cinemática foram desenvolvidos por intermédio da simulação computacional, constituindo o tratamento metodológico. Como resultado, verificou-se uma mudança de atitude, postura e concepção dos alunos participantes da pesquisa em relação à disciplina de Física, aumentando a disposição para aprender, tão importante para que ocorra a aprendizagem significativa. Houve uma aprendizagem significativa dos conceitos de cinemática. A ferramenta aplicada demonstrou ser potencialmente significativa para os alunos participantes da pesquisa.

A pesquisa realizada por Barbosa (2014) foi desenvolvida junto aos alunos do 2º ano do curso técnico em Automação Industrial – Forma integrada, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Rio-Grandense - Câmpus Camaquã. O objetivo da pesquisa foi analisar as potencialidades dos simuladores computacionais no processo de ensino e aprendizagem por meio de uma abordagem transversal sobre o efeito estufa. É uma pesquisa qualitativa com viés exploratório e delineamento metodológico de um estudo de caso, tendo como base teórica a TAS. O instrumento computacional utilizado foi o simulador PhET<sup>14</sup>. Os instrumentos de coleta de dados foram pré-teste, roteiro de atividades e pós-teste. Os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o tema foram levantados por meio de um questionário. O objetivo da pesquisa foi realizar o levantamento das concepções prévias dos estudantes sobre o efeito estufa, e avaliar o crescimento conceitual sobre o tema, que foi realizado por meio do pré-teste. O autor conclui que o simulador PhET tem potencial para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem.

---

<sup>13</sup> *Modellus* é um *software* poderoso e atraente, destinado ao ensino-aprendizagem da Física e áreas afins. Disponível em: [http://www.if.ufrgs.br/computador\\_ensino\\_fisica/modellus/modellusI\\_introducao.htm](http://www.if.ufrgs.br/computador_ensino_fisica/modellus/modellusI_introducao.htm). Acesso em: 20 jul. 2019

<sup>14</sup> Simulador PHET - Fundado em 2002 pelo Prêmio Nobel Carl Wieman, o projeto PhET Simulações Interativas da Universidade de Colorado Boulder cria simulações interativas gratuitas de matemática e ciências. <[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR](https://phet.colorado.edu/pt_BR)> Acesso em: 20 jul. 2019

O trabalho intitulado “O modelo Padrão no ensino médio: um tratamento elementar” foi uma pesquisa realizada por Gomes (2017) em uma unidade escolar da rede municipal de ensino, na cidade de Barueri, Estado de São Paulo, na turma de 3º ano do ensino médio de cursos técnicos em Hospedagem e Serviços Públicos. O objetivo da pesquisa foi o ensino do modelo padrão, da Física Moderna e Contemporânea, utilizando uma metodologia variada: jogo, atividade prática, visitas técnicas (físicas e virtuais), vídeos e outros. Foram trabalhados os conceitos de partículas elementares constituintes da matéria, forças de interação, construção dos aceleradores de partículas e as tecnologias envolvidas na construção, que direta ou indiretamente contribuem com as tecnologias voltadas para a sociedade em diferentes áreas do conhecimento. Foi realizado o levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos sobre a estrutura da matéria e, com base nas respostas dos alunos, foi planejado o desenvolvimento das próximas atividades. O levantamento dos dados para análise se deu de várias formas: mapa conceitual, questionário, resolução de exercícios e relatórios. É uma pesquisa quantitativa na proposta inicial, e devido ao caráter das avaliações finais, foi feita uma avaliação qualitativa dos dados. O resultado da análise mostrou, de forma geral, que os alunos compreenderam a importância do estudo da Física Moderna e Contemporânea e suas tecnologias. Os principais objetivos da pesquisa foram alcançados.

Diante da análise dos dados da revisão de literatura, destacamos a importância do nosso trabalho dentro do contexto das pesquisas efetuadas nos últimos cinco anos, nas bases de dados considerados, pois, no âmbito da revisão de literatura feita, não foi encontrado nenhum trabalho direcionado para o ensino e aprendizagem do “princípio geral da conservação da energia” no ensino médio técnico e profissionalizante, utilizando a TAS.

## 4 PERCURSO METODOLÓGICO

Neste capítulo apresentaremos todas as etapas do percurso metodológico da pesquisa. É importante destacar que, tendo em vista que a elaboração e a aplicação da SD ocorreram após o levantamento e a análise dos conhecimentos prévios, decidimos por incluir essa análise neste capítulo, a fim de tornar mais compreensível algumas das decisões e ações tomadas no decorrer da pesquisa.

### 4.1 Uma visão geral

Esta pesquisa foi realizada seguindo uma abordagem qualitativa, por atender às seguintes características apresentadas por Godoy (1995):

- a) Ambiente natural como fonte direta de dados e o pesquisador como instrumento fundamental.
- b) É descritiva.
- c) O significado que as pessoas dão às coisas é a preocupação essencial do pesquisador.
- d) O investigador utiliza o enfoque indutivo na análise de seus dados.

Dentre as modalidades de pesquisa qualitativa, nosso trabalho pode ser caracterizado como um estudo de caso. Segundo Triviños (1987, p. 133), o estudo de caso “[...] é uma categoria de pesquisa cujo objetivo é uma unidade que se analisa aprofundadamente [...]”.

A escolha pela realização de um estudo de caso originou-se do interesse de compreender como uma sequência didática, elaborada de acordo com a TAS, poderia contribuir para a aprendizagem significativa de alunos do primeiro ano do CTIIMSI do IFECTGJ.

A turma participante da pesquisa era constituída de trinta estudantes, sendo oito alunas e vinte e dois alunos, todos oriundos da escola pública, com a mesma faixa etária, entre quatorze e quinze anos de idade. Advindos da classe social média e baixa. Vale destacar que o curso CTIIMSI tem sido o curso técnico mais concorrido da instituição, onde alunos ingressantes são selecionados por intermédio de um processo de seleção, constituído pela aplicação de uma prova multidisciplinar. Além disso, merece destaque o fato de que a maioria dos alunos apresentava dificuldades e desinteresse no estudo da Física. Os encontros foram realizados nas aulas normais dos alunos conforme o horário da instituição. O pesquisador é o professor titular da turma, ministrando aulas desde o início do ano. Além disso, dos trinta

alunos, apenas onze participaram de todas as atividades propostas e entregaram os termos de assentimento e consentimento para participarem da pesquisa, constituindo, assim, a amostra de alunos que foram considerados no processo de análise de dados na investigação do problema de pesquisa.

O estudo de caso foi desenvolvido, temporalmente, nas seguintes etapas principais descritas no Quadro 1.

**Quadro 1 - Etapas do estudo de caso**

<i>Etapa</i>	<i>Período</i>	<i>Ações</i>
1	Agosto de 2017	Aplicação de questionário junto aos professores de Física para definição do tema a ser trabalhado. Análise dos dados.
2	Setembro a outubro de 2017	Planejamento do instrumento de coleta de dados utilizado para levantamento dos conhecimentos prévios. Análise dos dados.
3	Novembro 2017	Aplicação do instrumento de coleta de dados para levantamento dos conhecimentos prévios. Análise dos conhecimentos prévios e elaboração do organizador prévio e da sequência didática.
4	Dezembro 2017	Aplicação do organizador prévio e prosseguimento no planejamento da sequência didática. Aplicação da sequência na turma-alvo da pesquisa. Análise dos dados
5	Março 2018	Avaliação escrita. Análise dos dados.

Fonte: Dados da pesquisa

No mês de agosto de 2017, planejamos e aplicamos um questionário junto aos professores de Física do IFECTGJ (apêndice D), com objetivo de definir o tema de energia a ser trabalhado na pesquisa. Optamos por esta forma de definição do tema por julgar que as questões de sala de aula devem ser tratadas de forma coletiva por intermédio do corpo docente da escola. Após a análise do questionário, definimos o tema: “Princípio geral da conservação da energia”. Durante os meses de setembro e outubro de 2017, planejamos o instrumento de coleta de dados a ser aplicado junto aos alunos participantes da pesquisa, com objetivo de levantar os conhecimentos prévios a respeito do tema a ser trabalhado. Aqui é importante destacar que, devido ao atraso do período letivo do IFECTGJ, tivemos de esperar o início do quarto bimestre (mês de novembro) para realizarmos o levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos, tendo em vista que, conforme o planejamento didático anual, esse tema deveria ser ministrado apenas no quarto bimestre. Após a realização desse levantamento, demos continuidade ao planejamento da sequência didática, com objetivo de promover uma aprendizagem significativa do conceito do princípio geral da conservação da energia.

No mês de dezembro de 2017, enfrentamos outro desafio: haveria o recesso de fim de ano, seguido de férias, o que levaria a mais de um mês de intervalo entre as duas partes do

quarto bimestre. Assim, decidimos ajustar e desenvolver a sequência didática em três encontros de 1h30min.

#### 4.2 Do conhecimento alvo da sequência didática à elaboração e aplicação do organizador prévio

Para determinarmos quais os conceitos relacionados à energia que seriam trabalhados no desenvolvimento da sequência didática, realizamos uma pesquisa junto aos professores de IFECTGJ. Essa pesquisa teve como objetivo investigar os conceitos relacionados à energia que os docentes consideram que os alunos deverão ter aprendido ao fim do primeiro ano do CTIIMSI. Além disso, buscou-se identificar quais os conhecimentos prévios necessários para a aprendizagem significativa desses conceitos.

Repassamos aos sete professores de Física do IFECTGJ um questionário, constituído de três questões e que se encontra no Apêndice D. A primeira questão consistia em uma lista de vários conceitos para que eles escolhessem dois conceitos que julgassem primordiais para a aprendizagem dos alunos do primeiro ano de CTIIMSI. A Tabela 2 exhibe a distribuição de frequência dos conceitos indicados pelos professores:

**Tabela 2 - Resultado do questionário aplicado aos professores de Física**

Conceito	Frequência	%
<i>Energia mecânica</i>	1	7,14
<i>Princípio geral da conservação da energia</i>	5	35,72
<i>Trabalho</i>	3	21,43
<i>Conservação da energia</i>	3	21,43
<i>Energia</i>	1	7,14
<i>Potência</i>	1	7,14
<b>TOTAL</b>	14	100

Fonte: Elaborado pelo autor.

Como resultado desta consulta, com um percentual de 35,72%, o tema escolhido foi o princípio geral da conservação da energia, constituindo o tema de energia norteador para o planejamento e desenvolvimento da sequência didática.

Considerando o princípio geral da conservação da energia, construímos um mapa conceitual, elencando os conceitos de forma hierárquica do conceito mais geral para os específicos. Esse mapa foi elaborado para orientar o planejamento e o desenvolvimento da sequência didática e levou em consideração os conceitos e conhecimentos que os professores de Física do IFECTGJ indicaram como necessários para a aprendizagem do princípio geral da conservação da energia. O mapa conceitual se encontra na Figura 5.



**Tabela 3 - Distribuição de frequência das repostas na atividade de levantamento dos conhecimentos prévios**

Situação	Tipo	Descrição	Número - Alunos		Percentual	
			SIM	NÃO	SIM (%)	NÃO (%)
1	Figura	Música (som de alto-falante)	27	3	93,1	6,9
2	Figura	Transmissão via satélite	24	6	80,0	20,0
3	Figura	Petróleo	22	8	73,3	66,7
4	Figura	Lâmpada acesa	30	0	100,0	0
5	Figura	Jogador	26	4	89,7	10,3
6	Figura	Usina nuclear	26	4	89,7	10,3
7	Figura	Chama	18	12	62,1	37,9
8	Figura	Jovem de bicicleta	26	4	89,7	10,3
9	Figura	Mola esticada	15	15	50,0	50,0
10	Figura	Foguete	24	6	80,0	20,0
11	Figura	Engrenagens	15	15	50,0	50,0
12	Figura	Sistema Terra-Lua	19	11	63,3	36,7
13	Figura	Estátua	7	23	23,3	76,7
14	Figura	Molécula	21	9	70,0	30,0
15	Figura	Esfera parada sobre a mesa	16	14	53,3	46,7
16	Figura	Carro em movimento	26	4	89,7	10,3
17	Figura	Arqueiro	17	13	56,7	43,3
18	Figura	Sol – planta	27	3	93,1	6,9
19	Figura	Refeição (alimento)	21	9	70,0	30,0
20	Figura	Conjunto pilha e lâmpada	28	2	93,3	6,7
21	Figura	Pilha	26	4	89,7	10,3
22	Palavra	Força	26	4	89,7	10,3
23	Palavra	Conservação	6	24	20,0	80,0
24	Palavra	Movimento	26	4	89,7	10,3
25	Palavra	Deslocamento	18	12	60,0	40,0
26	Palavra	Massa	7	23	23,3	76,7
27	Palavra	Velocidade	22	8	73,3	26,7
28	Expressão	Carga elétrica	27	3	93,1	6,9
29	Expressão	Leis de Newton	17	13	56,7	43,3
30	Palavra	Peso	9	21	30,0	70,0
31	Palavra	Trabalho	11	19	36,7	63,3

Fone: elaborado pelo autor

A partir da análise dos dados verificamos que o item que os alunos menos relacionaram com energia foi a palavra “conservação”, com apenas 6 alunos (20,0%) dos 30 que participaram da atividade de levantamento dos conhecimentos prévios. A falta do entendimento sobre a relação entre os conceitos de “conservação” e de “energia”, associado aos altos percentuais de indicação da presença de energia nas situações apresentadas na atividade, indicou a necessidade de se trabalhar com o conceito de “conservação”, a fim de se garantir a subsequente aprendizagem significativa do “princípio da conservação de energia”. Observamos também, por meio da análise, que os alunos não conseguem relacionar as formas de energia presentes em cada figura ou palavras selecionadas com suas transformações, ao

fazerem suas justificativas. Dada a relação intrínseca entre “conservação” e “transformação de energia”, esses dois conceitos foram elencados como os subsunçores que deveriam ser trabalhados antes do início da sequência para o ensino do “princípio da conservação de energia”. É necessário destacar que, nesse momento da pesquisa, a análise dos conhecimentos prévios foi feita com base nos dados de todos os alunos. Entretanto, a análise da aprendizagem significativa, que se encontra no capítulo 4, foi feita considerando apenas os alunos que participaram de toda a sequência didática e entregaram as fichas de assentimento e consentimento (onze alunos). Além disso, a análise com foco no grupo de alunos que participou de toda a sequência didática também indicou os conceitos de “conservação” e de “transformação”, como sendo os menos elaborados.

Dessa forma, foi proposto como organizador prévio uma atividade (vide apêndice F) que objetivou levar o aluno a compreender o significado de “conservação” e de “transformação”, suprimindo a ausência dos subsunçores necessários para ancoragem dos novos conhecimentos. No dia 1 de dezembro de 2017, os alunos participantes foram conduzidos ao laboratório de Física para realizarem a atividade do organizador prévio referente ao significado de conservação e de transformação. Os alunos foram divididos em seis grupos com cinco componentes. Os componentes dos grupos foram escolhidos por sorteio, os nomes dos alunos foram colocados em uma cumbuca, que foi passando pela sala e cada aluno retirava um nome e íamos colocando no quadro branco do laboratório, até que todos os grupos foram formados. Preparamos seis bancadas do laboratório com os três experimentos em cada uma<sup>15</sup>. Após a aplicação da atividade referente ao organizador prévio, demos sequência à preparação das outras etapas da sequência didática.

### **4.3 O desenvolvimento da sequência didática**

No terceiro encontro, ocorrido em 15 de dezembro de 2017, trabalhamos o princípio geral da conservação da energia de uma forma geral e abrangente, seguindo a estratégia prevista pela mesma teoria, de que a aprendizagem é favorecida quando se parte dos conceitos mais gerais em direção aos mais específicos. Em outras palavras, devem ser levados em consideração os princípios de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, partindo do conhecimento prévio do aluno.

---

<sup>15</sup> A definição do organizador prévio e a análise de sua aplicação encontram-se respectivamente no capítulo 1, página 27 e no capítulo 4, página 69.

A turma foi dividida em grupos, com a mesma configuração do encontro anterior, no qual o organizador prévio foi utilizado. Como recurso didático, utilizamos um vídeo sobre a conservação da energia (LEIS DA CONSERVAÇÃO DA ENERGIA, 2014)<sup>16</sup>. O vídeo foi escolhido por tratar do princípio da conservação da energia, apresentar as formas de energia e suas transformações. Após o término da apresentação do vídeo, cada um dos estudantes escreveu exemplos de transformação de energia e, em seguida, houve um momento de socialização com o grupo.

Logo após, e de forma expositiva, apresentamos o resultado de que uma forma de energia pode ser transformada em outra, mas não pode ser criada nem destruída, logo a energia total de um sistema é constante, e, em alguns casos, pode ser armazenada. Além disso, ressaltamos que ainda não foi encontrada uma exceção para esse princípio – que é o princípio de conservação de energia. Também expomos um conceito para energia e de que forma ela se manifesta. Abordamos, também, diferentes formas e manifestações de energia. Após a exposição e com o objetivo de verificar a compreensão dos alunos quanto aos conceitos presentes em algumas das situações constantes da atividade de levantamento dos conhecimentos prévios, foram apresentadas aos alunos seis figuras<sup>17</sup>, para que cada grupo fizesse uma análise e respondesse a quatro questões, conforme exibido na Figura 6. Essas situações foram as que foram mais relacionadas com energia, no levantamento dos conhecimentos prévios.

---

<sup>16</sup> Acesso ao vídeo no produto educacional localizado no apêndice K.

<sup>17</sup> As figuras foram selecionadas a partir do teste aplicado para o levantamento dos conhecimentos prévios.

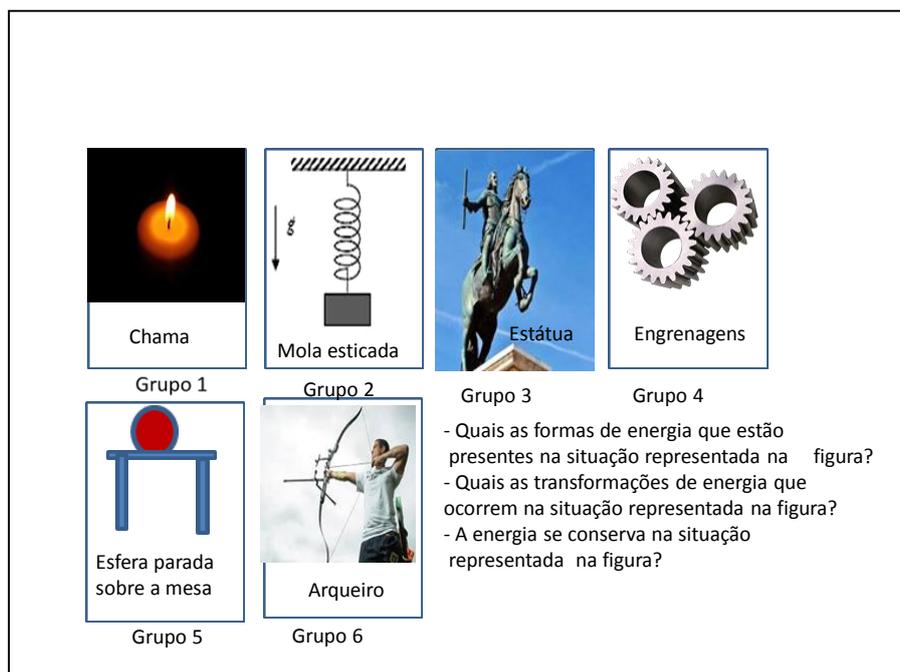
**Figura 6 - Da avaliação do terceiro encontro**

 Música (som de alto-falante)	 Transmissão via satélite	 Petróleo	 Lâmpada acesa
Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
 Jogador	 Usina nuclear	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Quais as formas de energia que estão presentes na situação representada na figura?</li> <li>- Quais as transformações de energia que ocorrem na situação representada na figura?</li> <li>- A energia se conserva na situação representada na figura?</li> </ul>	
Grupo 5	Grupo 6		

Fonte: Elaborado pelo autor

Após os alunos responderem às questões do primeiro quadro, apresentamos um segundo quadro com seis figuras que poucos alunos haviam relacionado com energia, no levantamento dos conhecimentos prévios, com o mesmo objetivo do procedimento feito anteriormente, conforme a Figura 7.

**Figura 7 - Da avaliação do terceiro encontro**



Fonte: elaborado pelo autor

Após o debate, cada aluno relatou em uma folha de papel o que aprendeu na aula, e também registrou suas anotações e observações sobre o vídeo.

O objetivo de trabalharmos com os dois quadros de figuras, um com figuras que eles mais relacionaram com a energia e o outro com figuras que eles menos relacionaram com a energia, aplicadas no levantamento dos conhecimentos prévios, foi para avaliarmos a aprendizagem após as atividades iniciais da sequência didática: a análise do vídeo, a exposição dos conceitos e discussão sobre eles.

O quarto encontro aconteceu no dia 19 de dezembro de 2017. Nesse encontro o conceito chave foi o da conservação da energia mecânica. Iniciamos com uma exposição sobre três sistemas: o sistema solar, o átomo e pessoas andando de bicicleta. Em seguida, discutimos os conceitos de energia mecânica, sua conservação e o que são um sistema conservativo e um sistema dissipativo. Para esta discussão utilizamos como ferramenta o simulador<sup>18</sup> “energia na pista de Skate”, que foi manipulado pelos alunos. Com o uso do simulador, buscamos trabalhar os conceitos de energia cinética, energia potencial, energia mecânica, sistema conservativo e sistema não conservativo. Para isso, cada aluno manipulou as variáveis do simulador - a massa, a trajetória, o atrito, altura e a velocidade, que já haviam sido apresentadas e discutidas no quarto encontro. Dando sequência, os alunos realizaram as

<sup>18</sup> O simulador está disponível neste endereço: [https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-skate-park-basics/latest/energy-skate-park-basics\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-skate-park-basics/latest/energy-skate-park-basics_pt_BR.html). Acesso em: 10 dez. 2017

seguintes atividades: 1. Delimite o sistema; 2. Identifique as forças envolvidas; 3. Identifique as formas de energia presentes no sistema; 4. Considerando o sistema conservativo trabalhe com o aplicativo e descreva o que você observou; 5. Variando a massa, a que conclusão você chega? 6. Variando a altura, o que acontece? 7. Considerando o sistema dissipativo, o que você observa? Eles deveriam anotar todas as suas observações e conclusões em uma folha de papel e entregar para o professor.

No quinto encontro, realizado no dia 22 de dezembro de 2017, foi realizada uma avaliação da aprendizagem significativa. No início, foi apresentado aos alunos o objetivo da aula, que era verificar a aprendizagem significativa dos seguintes conceitos: conservação, energia, formas de energia, transformação e transferência de energia. Vale destacar que, segundo Ausubel, Novak e Hanesian (1980, p. 122), não é fácil verificar a aprendizagem significativa, visto que, dependendo da forma da verificação, o aluno pode nos fornecer uma resposta memorizada mecanicamente. Para evitarmos esse problema, a avaliação da aprendizagem significativa deve ser feita em uma roupagem nova, desconhecida do estudante e que exija uma transformação máxima do conhecimento existente (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 123). Tendo em vista essas considerações, apresentamos duas atividades como forma de avaliação, buscando fazer com que elas fossem diferentes das avaliações que os alunos estão acostumados a realizar no cotidiano da vida escolar.

Os alunos foram divididos em grupos para a realização da primeira atividade que foi a manipulação do simulador de “formas de energia e transformação”<sup>19</sup>. O simulador permitiu aos alunos que eles estabelecessem vários sistemas, com diferentes fontes de energia, e que verificassem as transformações de um tipo de energia em outro e as transferências de calor. Após o uso do simulador, os alunos escreveram um texto, descrevendo as transformações realizadas e relacionando com a conservação da energia como forma de avaliação. A segunda avaliação foi feita por meio da construção de um mapa conceitual. Para orientar os alunos na criação do mapa, foi apresentado um guia descrito no apêndice G, elaborado com base em Moreira e Masini (1982, p. 44). Foram entregues, a cada aluno, vários recortes de papel, de forma retangular, para que eles escrevessem os conceitos estudados, ordenando-os do conceito mais abrangente e mais geral para os conceitos mais específicos. Após a confecção da lista dos conceitos, os estudantes deveriam confeccionar as ligações entre cada conceito de forma a construir o mapa conceitual do princípio geral da conservação da energia. Os alunos também foram orientados a fotografarem cada etapa de elaboração dos mapas e

---

<sup>19</sup> O simulador está disponível nesse endereço: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/legacy/energy-forms-and-changes](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/energy-forms-and-changes). Acesso em: 10 dez. 2017

encaminharem via *WhatsApp*<sup>20</sup> para o professor pesquisador. A solicitação de registro de cada etapa da construção dos mapas foi feita com o objetivo de se ter um registro dos passos feitos por cada aluno.

No sexto encontro, realizado no dia 06 de março de 2018, após o período de férias, ao realizarmos a avaliação final do bimestre, retomamos os conteúdos trabalhados na sequência didática e aplicamos a seguinte questão: descreva com suas palavras o princípio geral de conservação de energia. Essa questão foi proposta com o objetivo de termos mais um parâmetro para análise dos resultados oriundos das atividades realizadas.

Como etapa final, realizamos a análise dos dados coletados para verificarmos se a sequência didática elaborada atingiu os seus objetivos, e se produziu uma aprendizagem significativa do conceito geral da conservação de energia nos alunos da turma participante desta pesquisa. No próximo capítulo apresentamos a análise dos dados coletados.

---

<sup>20</sup> *WhatsApp* é um aplicativo multiplataforma de mensagens instantâneas e chamada de voz para *smartphones*.

## 5 ANÁLISE DOS DADOS

Neste capítulo tratamos de apresentar as análises dos dados coletados em cada etapa da sequência didática com o objetivo de verificar se houve ou não a aprendizagem significativa dos conceitos relacionados ao princípio geral da conservação de energia.

Dos trinta alunos que participaram da realização da pesquisa de campo, apenas 11 realizaram todas as atividades propostas ao longo da aplicação da sequência didática. Em cada um dos dados coletados desses alunos foram analisados indícios da aprendizagem significativa. Para identificação dos alunos, foi utilizada a seguinte codificação: letra maiúscula seguida de um número, de A1 a A11.

### 5.1 As categorias de análise

A análise dos dados coletados orientou-se, inicialmente, pela utilização das classes de análise propostas por Ribeiro e Errobidart (2017, p. 3), a saber:

Conceito presente: aquela em que as respostas sinalizavam a presença do subsunçor procurado;

Conceito em construção: aquela em que as respostas indicavam a presença incompleta do subsunçor, ou que este estivesse em fase de construção;

Conceito não identificado: questões em que os estudantes não apresentaram o subsunçor procurado;

Questão em branco: aquelas que não foram respondidas pelos estudantes. (RIBEIRO; ERROBIDART, 2017, p. 3)

No decorrer do processo de organização e análise de dados, foi verificada a necessidade de uma adaptação dessas categorias, visto que: a) estão voltadas à análise de subsunçores; b) a mera presença de um conceito não revela o nível de conhecimento que o aluno tem sobre determinado conceito; e, c) a análise levou ao desenvolvimento de novas categorias. Desse modo, elaboramos uma adaptação do sistema de categorias originalmente adotado e que pode ser visualizado no Quadro 2:

**Quadro 2 - Categorias de análise das produções do(s) estudante(s)**

(continua)

<b>Categoria</b>	<b>Definição</b>
Conhecimento elaborado (CE)	O conhecimento procurado apresenta-se correto, elaborado e relacionado com outros conhecimentos e conceitos relevantes.
Conhecimento semi-elaborado (CSE)	O conhecimento apresenta-se correto, porém faltam relações com outros conhecimentos e conceitos relevantes.

(conclusão)

<b>Categoria</b>	<b>Definição</b>
Conhecimento insuficiente (CI)	O conhecimento aparece de forma superficial, parcialmente correta, e não há relações com outros conhecimentos e conceitos relevantes.
Conhecimento não presente ou não identificado (CNPNI)	O conhecimento procurado não foi encontrado ou não foi possível identificá-lo.
Resposta ou produção em branco (RPB)	A resposta foi deixada em branco ou a produção não foi feita.
Manifestação de incompreensão (MI)	Houve uma manifestação expressa de que a questão ou a atividade solicitada não foi compreendida.

Fonte: elaborado pelo autor.

Assim, o processo analítico partiu de categorias definidas *a priori* e que foram modificadas e ampliadas no decorrer da investigação, dando origem a um novo sistema de categorias.

## 5.2 Os conhecimentos prévios dos alunos

A análise dos conhecimentos prévios foi feita com o objetivo de avaliar se os participantes da pesquisa possuíam alguma ideia sobre o que é energia e sua presença nas situações, palavras e expressões apresentadas na atividade. Além disso, verificamos se estavam presentes os conhecimentos que foram considerados como subsunçores para a aprendizagem significativa do princípio da conservação de energia: formas de manifestação da energia, transformação e conservação<sup>21</sup>.

A análise de indícios de ideias sobre o que é energia foi feita a partir dos itens que foram assinalados pelos alunos, no respectivo instrumento de coleta de dados (apêndice E). O número de itens assinalados como forma de indicação da presença de energia na situação ou expressão apresentada aos discentes, por aluno, encontra-se na Tabela 4.

---

<sup>21</sup> Nessa etapa os conceitos de transformação e conservação estão sendo considerados em uma perspectiva mais ampla. Aqui “transformação” refere-se a qualquer modificação em dado sistema e “conservação” às propriedades que se mantêm iguais antes e depois de uma transformação.

**Tabela 4 – Indicação de presença de energia por aluno**

Aluno	Número de itens assinalados	Percentual
A1	15	48,4%
A2	23	74,2%
A3	31	100,0%
A4	22	71,0%
A5	25	80,6%
A6	18	58,1%
A7	21	67,7%
A8	20	64,5%
A9	27	87,1%
A10	17	54,8%
A11	22	71,0%

Fonte: elaborado pelo autor.

A maioria dos alunos (72,73%) reconheceu a presença de energia em mais de 60% das situações apresentadas. Esse percentual sugere que a maioria dos alunos tem uma ideia sobre o que é energia, mesmo que essa ideia possa não estar completamente elaborada.

Apresentamos a resposta do aluno A1, que menos relacionou os itens da atividade proposta com a energia, e do aluno A3, que mais relacionou com a energia:

Figura 1 – não

Figura 2 – sim

Figura 3 – não

Figura 4 – A energia elétrica, que é gerada pelos mecanismos da própria lâmpada, acendendo-a.

Figura 5 – A energia do corpo do jogador, utilizada durante os jogos. Já que exige muito esforço físico do jogador.

Figura 6 – A quebra do átomo libera energia, e as usinas transformam essa energia liberada em energia elétrica.

Figura 7 – não

Figura 8 – Pois esse corpo está em movimento, então está produzindo energia.

Figura 9 – não

Figura 10 – O foguete libera calor, logo libera energia

Figura 11 – não

Figura 12 – não

Figura 13 – não

Figura 14 – Possui energia atômica.

Figura 15 – não

Figura 16 – O pneu em contato com o chão gera energia.

Figura 17 – não.

Figura 18 – O Sol libera energia solar e a planta absorve.

Figura 19 – não

Figura 20 – A pilha está fornecendo energia e acendendo a lâmpada.

Figura 21 – Libera energia.

Força – Pois dependendo do tipo de força, ela pode gerar algum tipo de energia.

Conservação – não

Movimento – Gera energia pois o corpo está em movimento, e qualquer corpo em movimento gera energia.

Deslocamento – não  
 Massa – não  
 Velocidade – Pois para atingir uma velocidade, o corpo precisa se movimentar, logo a velocidade gera energia.  
 Carga elétrica – Pois a carga elétrica conseguiu gerar energia. Por ex.: leva energia até as casas, etc.  
 Leis de Newton – não  
 Peso – não  
 Trabalho – não (ALUNO A1).

Figura 1 – Porque o auto falante produz uma energia sonora.  
 Figura 2 – Porque o satélite produz um tipo de relação mútua. O satélite troca energia com outros corpos.  
 Figura 3 – É fonte de energia.  
 Figura 4 – É produzido pela energia elétrica.  
 Figura 5 – O jogador é um corpo que carrega energia.  
 Figura 6 – Produção de energia.  
 Figura 7 – Fonte energética.  
 Figura 8 – É um corpo que está em atividade, em movimento, então possui energia.  
 Figura 9 – A mola produz um movimento.  
 Figura 10 – São corpos em atividade, possuem energia, e podem ser term nucleares.  
 Figura 11 – As engrenagens são corpos em interação e produzem um trabalho, e esses corpos possuem energia.  
 Figura 12 – Energia gravitacional.  
 Figura 13 – Acho que a estátua pode possuir energia, como receber raios ultravioleta e pode anular movimentos.  
 Figura 14 – A molécula no corpo humano serve como um combustível e vira energia para nós.  
 Figura 15 – Está em contato com outro corpo.  
 Figura 16 – Está carregado de energia. Está em movimento, e ainda está em contato com o chão. Interação de corpos.  
 Figura 17 – A mesma coisa do jogador.  
 Figura 18 – Possui energia solar, produz energia também.  
 Figura 19 – Produz energia.  
 Figura 20 – Energia elétrica.  
 Figura 21 – Armazena energia.  
 Força – figura 8.  
 Conservação – figura 18  
 Movimento – figura 16  
 Deslocamento – figura 17  
 Massa – figura 15  
 Velocidade – figura 8  
 Carga elétrica – figura 21  
 Leis de Newton – figura 8  
 Peso – Sim  
 Trabalho – figura 3 (ALUNO A3).

Após a análise dos itens que foram relacionados com energia, realizamos a leitura e a análise das justificativas e explicações feitas pelos discentes, com o objetivo de avaliarmos as respostas fornecidas e identificarmos as associações e justificativas corretas e incorretas. O

resultado desse processo analítico se encontra no apêndice H. Em seguida, foi realizada a análise das respostas dos alunos da primeira atividade de acordo com as categorias estabelecidas.

No que se refere ao primeiro subsunçor (formas de energia) esperava-se que os alunos identificassem, em cada um dos itens, a forma de energia correspondente: energia mecânica, elétrica, sonora, luminosa, nuclear, química e térmica. Também era esperado que cada aluno mencionasse as sete formas de energia ao longo das justificativas apresentadas. O Quadro 3 apresenta o resultado da análise individual dos alunos participantes, a partir das categorias analíticas:

**Quadro 3 - Formas de energia indicadas pelos alunos**

Aluno	Indicador do conhecimento sobre formas de energia							Totais	
	Mecânica	Elétrica	Sonora	Luminosa	Nuclear	Química	Térmica	Conceito presente	Percentual em relação ao total de formas de energia
A1	CSE	CSE	CNP NI	CI	CE	CNP NI	CSE	5	71,4%
A2	CI	CSE	CSE	CI	CSE	CI	CSE	7	100,0%
A3	CI	CSE	CSE	CNP NI	CSE	CI	CI	6	85,7%
A4	CSE	CI	CSE	CSE	CSE	CI	CSE	7	100,0%
A5	CSE	CI	CSE	CSE	CSE	CI	CSE	7	100,0%
A6	CI	CNPNI I	CSE	CNP NI	CNPNI	CNP NI	CNPNI I	2	28,6%
A7	CSE	CSE	CSE	CNP NI	CSE	CNP NI	CNPNI I	4	57,1%
A8	CSE	CSE	CI	CNP NI	CI	CNP NI	CSE	5	71,4%
A9	CSE	CSE	CSE	CSE	CI	CNP NI	CSE	6	85,7%
A10	CSE	CI	CI	CNP NI	CI	CNP NI	CNPNI I	4	57,1%
A11	CSE	CSE	CI	CNP NI	CI	CSE	CSE	6	85,7%
	<b>100 %</b>	<b>90,9 %</b>	<b>90,9 %</b>	<b>45,5 %</b>	<b>90,9%</b>	<b>45,5 %</b>	<b>72,7%</b>		

Fonte: elaborado pelo autor.

Para o preenchimento do quadro 3, foi realizada uma análise das respostas na qual se buscou identificar quais as formas de energia estavam presentes na resposta e, também, o nível de elaboração do conhecimento. Por exemplo, a resposta “Está carregado de energia. Está em movimento, e ainda está em contato com o chão. Interação de corpos”, fornecida por A3 como justificativa à presença, ou não, de energia na figura 16 (carro em movimento), foi

categorizada como conhecimento insuficiente (CI), pois o aluno relacionou corretamente o movimento de um corpo à energia, apesar de não identificar a forma de energia presente na situação (energia mecânica). Como pode ser visto no quadro 3, apenas A6 apresentou menos de 50% de presença dos conhecimentos sobre formas de energia, enquanto os demais alunos apresentaram percentuais superiores a 50%. Considerou-se, dessa forma, que a maioria da turma apresentava conhecimento sobre as formas de energia, em diferentes níveis de elaboração. Dentre as formas de energia aqui consideradas, a energia luminosa e a energia química foram as que apresentaram menor índice de conhecimento nas respostas dos alunos (45,5%), provavelmente em decorrência de essas formas de energia não serem rotineiramente estudadas no ensino fundamental.

Outro conhecimento prévio considerado nesta análise foi o de transformação. Para analisarmos as respostas, verificamos quantas vezes mencionou e qual o nível de elaboração do conhecimento de conservação, nos 31 itens do levantamento dos conhecimentos prévios. Essa análise encontra-se sintetizada no Quadro 4.

**Quadro 4 - Menção à transformação de energia por aluno**

Aluno	Transformação de energia	Percentual
A1	CSE	3,2%
A2	CNPNI	0
A3	CNPNI	0
A4	CNPNI	0
A5	CNPNI	0
A6	CNPNI	0
A7	CNPNI	0
A8	CI	3,2%
A9	CNPNI	0
A10	CNPNI	0
A11	CNPNI	0

Fonte: elaborado pelo autor.

Apenas os alunos A1e A8 mencionaram algum tipo de transformação de energia, mas suas respostas apresentam respectivamente conhecimento semi-elaborado (CSE) e conhecimento insuficiente (CI). É importante destacar que a maioria (9 alunos, em um total de 82%) dos alunos trata a transformação como “geração de energia”, “produção de energia”. Seguem as transcrições de algumas respostas dos alunos como exemplo do processo analítico:

**Quadro 5 - Categorização das justificativas dadas à menção à transformação de energia por aluno**

<u>Aluno</u>	<u>Transcrição</u>	<u>Categoria</u>
A1	<u>Figura 6 – “A quebra do átomo libera energia, e as usinas transformam essa energia liberada em energia elétrica.”</u>	CSE
A8	Figura 3 – “Usa para funcionar e é transformada em energia.”	CI
A2	Figura 3 - “O petróleo é uma fonte de energia fóssil, ela serve para a geração energética em usinas.”	CNPNI
A3	Figura 9 - “Produz energia.”	
A4	Figura 7 - “Gera energia através do calor”	
A11	Figura 3 - “O petróleo é um combustível fóssil então ele gera energia a partir de sua queima.”	

Fonte: Fonte: elaborado pelo autor.

Os resultados sugerem que a maioria dos alunos, portanto, não possui o conhecimento de transformação nem mesmo em sua forma insuficiente, não sendo capazes de relacionar esse conhecimento com o conhecimento de energia.

Outro subsunçor considerado é o de conservação. O Quadro 6 apresenta os resultados da análise. Consideramos, ao analisar as respostas, quantas vezes o aluno relacionou energia com a conservação e o nível de elaboração da resposta.

**Quadro 6 – Indicação da conservação de energia por aluno**

<b>Aluno</b>	<b>Conservação de energia</b>	<b>Percentual</b>
A1	CNPNI	0
A2	CI	3,2%
A3	CI	3,2%
A4	CNPNI	0
A5	CNPNI	0
A6	CNPNI	0
A7	CNPNI	0
A8	CNPNI	0
A9	CNPNI	0
A10	CNPNI	0
A11	CNPNI	0

Fonte: elaborado pelo autor.

Quando analisamos as respostas dos alunos quanto ao conhecimento conservação da energia, verificamos que apenas o aluno A2 mencionou a palavra conservação nas justificativas. Com a seguinte frase: “Massa é a conservação de energia.” (A2), que indica a presença do conhecimento, mas de forma insuficiente. Quanto à palavra conservação, presente na lista dos itens para relacionar com a energia, apenas o aluno A3 indicou essa relação, mas o fez referindo-se ao sistema Sol-planta da figura 18: “18” (A3). Essa resposta foi considerada como conhecimento insuficiente.

A análise do levantamento dos conhecimentos prévios revelou que apesar de a maioria dos alunos ter conhecimento sobre diferentes formas de energia, eles não compreendem a transformação e a conservação e nem como esses conhecimentos se relacionam com a energia. Por um lado, não saber sobre as relações entre esses três conceitos significa que o princípio da conservação de energia é um conteúdo que os alunos ainda não têm conhecimento. Por outro lado, não compreender, de uma maneira mais geral, os significados de transformação e de conservação, podem impedi-los de aprender significativamente o princípio de conservação de energia.

Diante desse resultado elaboramos um organizador prévio para intencionalmente manipular a estrutura cognitiva dos alunos, de modo que eles aprendessem os conceitos de transformação e de conservação. A partir do uso desse organizador prévio, esperava-se facilitar o estabelecimento de uma disposição significativa para a aprendizagem.

É importante destacar que em outras situações de uso da SD podem ser identificadas outras lacunas conceituais que necessitem ser trabalhadas pelos organizadores prévios, para que a aprendizagem significativa seja favorecida.

### **5.3 Análise da aplicação do organizador prévio**

Como resultado do levantamento dos conhecimentos prévios, planejamos o organizador prévio conforme registro no apêndice F. Nessa atividade trabalhamos os conhecimentos de “conservação” e “transformação”, realizando quatro atividades, sendo três práticas e um desafio mental. Na segunda atividade da SD, os alunos foram divididos em seis grupos. Os dados analisados são fruto da discussão de cada grupo. O aluno A10 era integrante do grupo 1 (G1); os alunos A1, A3 e A5 eram integrantes do grupo 2 (G2); o aluno A7 era integrante do grupo 3 (G3); os alunos A2 e A8 eram integrantes do grupo 4 (G4); os alunos A4, A6 e A11 eram integrantes do grupo 5 (G5) e o aluno A9 era integrante do grupo 6 (G6).

Após as atividades propostas, cada grupo de alunos deveria responder às seguintes questões: 1. O que permanece constante após a manipulação da massa? 2. O que permanece constante quando movemos os quatro palitos para formar os cinco triângulos? 3. Qual é a transformação que ocorre durante o movimento da lata? Por que a lata mágica vai e volta? Qual a relação que pode ser estabelecida neste sistema com relação à conservação e à transformação? 4. Se o balão estourar, o que muda e o que altera no sistema inteiro: caixa fechada, ar dentro da caixa fechada e o ar do balão? 5. O que há de comum entre esses pequenos experimentos?

O Quadro 7 apresenta o resultado da análise das respostas dos grupos participantes:

**Quadro 7 – Análise das questões respondidas pelos grupos**

Grupos	Análise das questões respondidas pelos grupos					Totais	
	Questão 1	Questão 2	Questão 3	Questão 4	Questão 5	Conceito presente	Porcentagem
G1	CE	CE	CE	CE	CSE	5	100%
G2	CSE	CI	CI	CI	CSE	5	100%
G3	CSE	CSE	CSE	CSE	CSE	5	100%
G4	CI	CNPNI	CSE	CSE	CSE	4	80%
G5	CSE	CI	CE	CE	RPB	4	80%
G6	CNPNI	CE	CSE	CSE	CNPNI	3	60%

Fonte: elaboração do autor

Para o preenchimento do Quadro 7, foi realizada uma análise das respostas na qual se buscou identificar o nível de elaboração do conhecimento de acordo com as categorias. Por exemplo, a resposta da questão 5: “Em todos os experimentos há a conservação e a transformação de energia, porém independentemente da transformação a energia é sempre em mesma quantidade”, apresentada pelo G4, foi categorizada como conhecimento semi-elaborado (CSE), pois o grupo apresentou conhecimento correto de “conservação” e “transformação” relacionando com a energia, porém falta relações com outros conhecimentos e conceitos relevantes. A resposta da questão 5: “Os exercícios demonstraram a interação das forças com a matéria” apresentada pelo G6, foi categorizada como conhecimento não presente ou não identificado (CNPNI), pois o aluno sequer mencionou os conceitos de “transformação” ou “conservação”.

Observando as respostas dos grupos G1, G2 e G3, percebermos que a atividade trabalhada favoreceu a aprendizagem dos conhecimentos de conservação e transformação em

100% das questões propostas na atividade, para os grupos G4 e G5 esse percentual ficou em 80%, e para o grupo G6 em 60%. É válido salientar que a maioria dos grupos apresenta percentual elevado de conhecimentos, sugerindo que a atividade foi satisfatória no que se refere à aprendizagem dos subsunçores “conservação” e “transformação”.

#### **5.4 Análise do terceiro encontro da SD: conservação e transformação de energia e formas de manifestação da energia**

Nessa aula esperávamos que os alunos compreendessem o que é energia, de que formas ela se manifesta, suas transformações e sua conservação. Neste encontro foi feita a exibição de um vídeo sobre a conservação de energia, a apresentação do mapa conceitual que norteou a sequência didática, além de trabalhar o conceito de energia e as formas de manifestação de energia. Após a exibição do vídeo e do mapa conceitual, os alunos produziram um texto relacionado ao conteúdo trabalhado. Em seguida, foram apresentados dois quadros (figuras 6 e 7) com algumas figuras do levantamento dos conhecimentos prévios, um com as figuras que os alunos tiveram mais facilidade e o outro com as figuras que tiveram mais dificuldade de relacionar com a energia. Para cada quadro, os alunos deveriam realizar uma breve discussão e responder às seguintes questões: Quais as formas de energia que estão presentes na situação representada na figura? Quais as transformações de energia que ocorrem na situação representada na figura? A energia se conserva na situação representada na figura?

Os instrumentos de coleta de dados (Seção 3.3, figuras 1 e 2, página 57 e 58) foram: filmagem da aula, análise de duas figuras pelos grupos que constam de três questões e, após, o debate e uma folha individual com o que foi aprendido na aula.

Na terceira atividade da SD, os alunos foram divididos em seis grupos, os mesmos da atividade anterior. O aluno A10 era integrante do grupo 1 (G1); Os alunos A1, A3 e A5 eram integrantes do grupo 2 (G2); O aluno A7 era integrante do grupo 3 (G3); Os alunos A2 e A8 eram integrantes do grupo 4 (G4); Os alunos A4, A6 e A11 eram integrantes do grupo 5 (G5) e o Aluno A9 era integrante do grupo 6 (G6).

O Quadro 8 apresenta o resultado da análise das respostas às atividades propostas pelos grupos participantes:

**Quadro 8 - Análise das questões respondidas pelos grupos**

Grupos	Análise das questões respondidas pelos grupos						Totais	
	Questão 1 do quadro 1	Questão 2 do quadro 1	Questão 3 do quadro 1	Questão 1 do quadro 2	Questão 2 do quadro 2	Questão 3 do quadro 2	Conhecimento	Porcentagem
G1	CE	CSE	CSE	CE	CE	CSE	6	100%
G2	CSE	CI	CSE	CSE	CI	CNPNI	5	83,3%
G3	CSE	CSE	CI	CI	CI	CSE	6	100%
G4	CE	CE	CE	CSE	CSE	CSE	6	100%
G5	CSE	CI	RPB	CSE	CSE	CSE	5	83,3%
G6	CE	CE	CSE	CSE	CSE	CSE	6	100%

Fonte: elaborado pelo autor

Verificamos que os grupos G1, G3, G4 e G6 apresentam 100% de conhecimento das formas de energia, suas transformações e conservação e os grupos G2 e G5 apresentam 83,3% de conhecimento.

Análise da folha em que os alunos individualmente relataram o que aprenderam no terceiro encontro da SD, está apresentado no Quadro 9.

**Quadro 9 - Análise das folhas individuais respondidas pelos alunos**

(continua)

Alunos	Relato individual dos alunos sobre o que aprenderam no terceiro encontro da SD	Porcentagem de conhecimento elaborado
A1	CSE	100,0 %
A2	CSE	100,0 %
A3	CSE	100,0 %
A4	CSE	100,0 %
A5	CSE	100,0 %
A6	CSE	100,0 %
A7	CSE	100,0 %
A8	CSE	100,0 %
A9	CSE	100,0 %
A10	CSE	100,0 %

(conclusão)

Alunos	Relato individual dos alunos sobre o que aprenderam no terceiro encontro da SD	Porcentagem de conhecimento elaborado
A11	CSE	100,0 %

Fonte: elaborado pelo autor

Verificamos que 100 % dos alunos apresentaram o conhecimento semi-elaborado (CSE), ao relatarem o que aprenderam com relação ao conhecimento do que é energia, de que formas ela se manifesta, suas transformações e sua conservação. Segue a transcrição do relato dos alunos A3 e A9:

- Precisamos de energia para tudo. Podemos adquirir energia através da água, luz, ar, etc
- Podemos transformar energia elétrica em energia mecânica, etc
- A energia não pode ser destruída nem mudada, ela só pode ser transformada
- energia elétrica
- energia mecânica
- energia térmica
- energia sonora
- Chamamos de energia potencial, aquela que está armazenada de alguma forma.
- Energia cinética refere-se à energia associada ao movimento.

#### Exemplos de conservação de energia

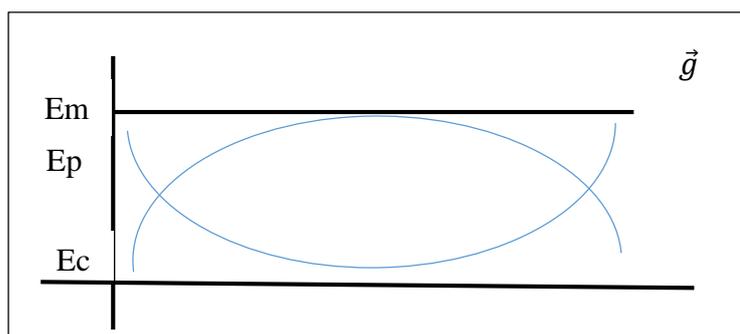
Quando analisamos os diversos fenômenos a partir das transformações ocorridas nos processos: usina hidrelétrica, em que a energia potencial gravitacional é transformada em energia cinética durante a queda da água. Na utilização de um arco e flecha, a energia potencial elástica é transformada em energia cinética.

Conservação: a soma das quantidades das diferentes formas de energia é constante em todos os momentos do processo (ALUNO A3).

- Precisamos de energia para tudo hoje em dia, alguns exemplos de energia que estão no nosso dia a dia são:
- energia eólica
- energia hidrelétrica
- energia nuclear
- \* E podemos achar a energia de diferentes formas e estados por exemplo a transformação da energia elétrica em energia mecânica, ou sonora, ou térmica.

Obs.: A energia nunca irá mudar sua forma ou seu estado, ela somente se transforma.

- Energia potencial, é aquela que está armazenada de alguma forma.
- [Energia cinética] é associada ao movimento



Exemplo de conservação de energia: a soma das quantidades das diferentes formas de energia é constante em todos momentos do processo (ALUNO A9).

Esses percentuais indicam que a sequência didática, até esse momento, estava favorecendo a aprendizagem dos conhecimentos associados ao princípio de conservação de energia. É relevante destacar que todos os alunos, nas atividades do terceiro encontro, consideraram em suas respostas que a energia está presente em tudo que nos cerca. Apresentamos algumas de suas respostas como exemplo:

Utilizamos a energia para tudo. Não existiríamos sem a energia. (A1)

A energia é primordial para tudo existente, a vida, a natureza, o universo todo depende da energia. (A2).

Precisamos de energia para tudo. Podemos adquirir energia através da água, luz, ar, etc. (A3).

A energia está em tudo o que nos cerca, incluindo a nós mesmos. (A7).

Após a realização do terceiro encontro da SD, verificamos que todos os alunos demonstraram a ampliação do conceito de energia, percebendo que a energia está presente em todas as situações de nossas vidas.

Considerando-se as imagens que os alunos menos relacionaram à energia, no levantamento dos conhecimentos prévios, os resultados obtidos pelos 11 alunos considerados nas análises foram:

- Estátua: 9 alunos não relacionaram com energia;
- Esfera parada sobre a mesa: 7 alunos não relacionaram com energia;
- Arqueiro: 6 alunos não relacionaram com a energia;
- Engrenagens e mola esticada: 5 alunos não relacionaram com energia;
- Chama: 4 alunos não relacionaram com energia.

Na atividade do quarto encontro, verificamos uma grande mudança na visão que tinham anteriormente à aplicação das atividades, conforme podemos verificar nas respostas de alguns destes alunos:

Figura 2 (esfera parada sobre a mesa)

Formas de energia presentes:

Potencial gravitacional

E. P. elástica

Não ocorre nenhuma transformação pois a bola se mantém parada

Sim, temos conservação de energia na bola (GRUPO 5).

Figura 6 (arqueiro)

1) Quais são as formas de energia que estão presentes na imagem?

Energia potencial elástica

2) Quais as transformações de energia ocorrem na situação representada na figura? Transforma energia cinética para potencial elástica (GRUPO 6).

Verificamos que houve uma melhoria na compreensão que os alunos tinham com relação à presença ou não de energia nas situações que foram apresentadas por meio da atividade do levantamento dos conhecimentos prévios.

Os resultados obtidos ao fim do terceiro encontro sugerem a ocorrência da aprendizagem dos conhecimentos trabalhados neste encontro.

### **5.5 Análise do quarto encontro da aplicação da SD: energia mecânica, conservação da energia mecânica, sistema mecânico conservativo e dissipativo.**

Tendo em vista que no primeiro ano do CTIIMS I está previsto o estudo de Mecânica, no quarto encontro abordamos energia mecânica, suas transformações e sua conservação.

Neste encontro foi trabalhado o conceito de conservação da energia mecânica, por meio de um simulador<sup>22</sup> de uma pista de *Skate* (Apêndice I), que pode ser acessado pelo celular ou computador. Os alunos fizeram diversas manipulações no simulador e, em seguida, houve um debate sobre as observações realizadas no simulador, tendo como base três questões: Como podemos conceituar a energia mecânica? Na primeira etapa e na segunda etapa do simulador, como podemos caracterizar a energia mecânica? Em seguida os alunos registraram suas respostas, que foram analisadas e possibilitaram a elaboração do Quadro 10 apresentando o resultado da análise individual dos alunos participantes.

<sup>22</sup> O simulador está disponível neste endereço: [https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-skate-park-basics/latest/energy-skate-park-basics\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-skate-park-basics/latest/energy-skate-park-basics_pt_BR.html). Acesso em 10 dez. 2017

**Quadro 10 - Análise das questões respondidas pelos alunos**

Alunos	Análise das questões respondidas pelos alunos			Totais	
	Questão 1	Questão 2 da 1ª etapa	Questão 3 da 2ª etapa	Conceito presente	Porcentagem
A1	CSE	CPI	CPI	3	100%
A2	CSE	CSE	CSE	3	100%
A3	CNPNI	CSE	CSE	2	66,7%
A4	CSE	CI	CI	3	100%
A5	CSE	CSE	CNPNI	2	66,7%
A6	CSE	CSE	CSE	3	100%
A7	CNPNI	CSE	CSE	2	66,7%
A8	CSE	CSE	CSE	3	100%
A9	CSE	CI	CI	3	100%
A10	CSE	CSE	CSE	3	100%
A11	CSE	CSE	CSE	3	100%

Fonte: elaborado pelo autor

Os alunos A1, A2, A4, A6, A8, A9, A10 e A11 apresentaram conhecimento em 100% das respostas e os alunos A3, A5 e A7 em 66,7%.

O aluno A9 apresentou conhecimento insuficiente ao responder às questões 2 e 3, como podemos caracterizar a energia mecânica na etapa 1 e 2 do simulador.

Quando o skatista está no topo a energia potencial se mantém nula, somente quando ele começa a descer ele pega uma velocidade assim perdendo sua energia potencial rapidamente, quando ele desce sua energia cinética diminui gradativamente e sua energia térmica aumenta por conta do atrito e sua velocidade gerada. (A9)

Na discussão das observações realizadas ao manipular simulador, foi apresentado aos alunos o objetivo da atividade: aprender de forma significativa o conceito de energia mecânica, suas transformações e sua conservação. Eles conseguiram identificar a energia cinética e relacioná-la com o movimento, a energia potencial como uma energia armazenada, a transformação da energia potencial em energia cinética e da energia cinética em potencial e térmica ao introduzir o atrito, mas apenas os alunos A7 e A10 relacionaram as transformações

com a conservação da energia, em que o aluno A7 relacionou com a conservação da energia, de forma explícita.

Quando o skatista está em cima a energia é potencial, ao ficar no centro da pista a energia é transformada em cinética. Aqui é trabalhada a conservação, afinal a energia total não muda. Quando ele está descendo a velocidade aumenta, e a energia (potencial) é transformada em cinética. (A7).

E o aluno A10, menciona a conservação, mas não de maneira explícita, mas como uma energia total que se mantém.

No início a energia potencial é de 10 à 0, e com o decorrer com a queda do skatista, isso inverte 100%, passando a ter  $EP = 0$  e  $EC = 10$ . Que conforme o skatista diminui a velocidade, as energias potencial e cinética, precisam ir para algum lugar (Porque elas diminuem), e tem uma energia total, então a energia que vai da cinética e potencial, vai para a energia térmica, que irá totalizar a energia total. (A 10).

Apesar desses pequenos desvios, os índices de presença de conhecimento indicam que o encontro favoreceu a aprendizagem dos conhecimentos trabalhados, apesar dos conhecimentos apresentarem-se corretos, faltam relações com outros conhecimentos e conceitos relevantes pela maioria dos alunos.

### **5.6 Análise do quinto encontro da aplicação da SD, avaliação: conservação, energia, formas de energia, transformação e transferência de energia.**

O objetivo deste último encontro foi a avaliação da aprendizagem significativa, utilizando como instrumento o mapa conceitual e a manipulação de um simulador<sup>23</sup> com o tema “formas de energia e transformação”. A manipulação do simulador foi realizada em grupo e a construção do mapa conceitual foi feita de modo individual. Os dados deste encontro foram: um texto produzido pelos grupos descrevendo as transformações realizadas no simulador, relacionada com a conservação da energia e o mapa conceitual, fotografado e enviado pelo *WhatsApp*<sup>24</sup> para o professor.

<sup>23</sup> O simulador está disponível neste endereço: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/legacy/energy-forms-and-changes](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/energy-forms-and-changes). Acesso em: 10 dez. 2017

<sup>24</sup> *WhatsApp* – é um software para *smartphones* utilizado para troca de mensagens de texto instantaneamente, além de vídeos, fotos e áudios através de uma conexão à *internet*. <<https://www.significados.com.br>>. Acesso em: 20 fev. 2019.

O texto que os alunos redigiram, após a manipulação do simulador, teve a seguinte orientação: Escreva um texto descrevendo as transformações realizadas e relacione com a conservação da energia.

Na primeira atividade do quinto encontro da SD, os alunos foram divididos em grupos. Nesta atividade os grupos não foram os mesmos das atividades anteriores, pelo seguinte motivo: com a falta de alguns alunos da turma, os alunos solicitaram a mudança dos grupos, e, por ser um momento de avaliação, a alteração foi permitida. Os dados analisados são fruto da discussão de cada grupo. Os alunos A2, A7 e A11 eram integrantes do grupo 1 (G1); Os alunos A8 e A10 eram integrantes do grupo 2 (G2); Os alunos A3 e A9 eram integrantes do grupo 3 (G3); O aluno A6 era integrante do grupo 4 (G4); Os alunos A4 e A5 eram integrantes do grupo 5 (G5) e o Aluno A1 era integrante do grupo 11 (G11).

O Quadro 11 apresenta o resultado da análise individual dos alunos participantes:

**Quadro 11 - Análise das questões respondidas pelos grupos**

Grupos	Análise dos conhecimentos nos textos		Totais	
	Transformações	Conservação	Conhecimento elaborado	Porcentagem
G1	CE	CNPNI	1	50%
G2	CE	CNPNI	1	50%
G3	CE	CNPNI	1	50%
G4	CSE	CNPNI	1	50%
G5	CI	CNPNI	1	50%
G11	CSE	CNPNI	1	50%

Fonte: elaborado pelo autor

Conforme pode ser verificado no quadro 11, nem um dos alunos relacionou as transformações de energia com a conservação de energia. Entretanto, todas respostas indicaram a presença do conceito de transformação de energia, sendo que os alunos do grupo G5 tiveram suas produções categorizados CI, com relação à transformação da energia. A seguir as respostas do grupo:

Quando aquecemos o tijolo ferro e a vasilha de água percebemos que o objeto ganha energia, quando esfriamos o objeto ele tem uma queda de temperatura e também perde energia, com isso percebemos que quando o

objeto recebe energia ele aquece, quando ele perde energia sua temperatura cai.

Com esse sistema podemos como as energias se transforma, um exemplo é a energia química gerada pela pessoa que está pedalando a bicicleta que por sua vez está gerando energia mecânica transformando tudo isso em energia elétrica e consequentemente transformando isso tudo em luz (GRUPO 5).

Há em suas respostas indícios da presença do conhecimento sobre transformações de energia. Contudo, esse conhecimento aparece de forma insuficiente, pois encontra-se de forma superficial, parcialmente correto e não há relações com outros conhecimentos e conceitos relevantes. Por exemplo: o “tijolo ganha energia”, mas não menciona qual é esta energia.

Os grupos G1, G2 e G3 apresentaram conhecimento elaborado, com relação à transformação de energia.

Segue a resposta de um dos grupos que apresentaram CE, no que se refere às transformações de energia. Na resposta, é possível perceber que os alunos descreveram as transformações da energia que ocorreram em cada sistema, mas não apresentaram no texto a relação com a conservação da energia:

Ao manipular o bloco de ferro no fogareiro, juntamente com o bloco de tijolo, podemos perceber que o bloco de tijolo esquenta mais rápido do que o bloco de ferro

Quando aquecemos a vasilha de água e colocamos um bloco de ferro ou de tijolo dentro dela, as temperaturas do bloco e da água se tornam as mesmas

Também percebemos que se empilharmos os blocos e se aquecermos a energia térmica de um corpo é passada para o outro corpo, assim como quando jogamos eles na água também. Quando utilizamos a torneira para movimentar o moinho, estamos transformando energia mecânica em energia elétrica que aquece o resistor, gerando energia térmica que aquece a água

Quando utilizamos a placa solar, temos a transformação de energia solar em energia elétrica que é transformada em energia térmica e luminosa que ascende a lâmpada incandescente (gera luz)

Quando utilizamos o vapor de uma chaleira (ou bule de chá) para movimentar o moinho estamos transformando energia térmica em mecânica, e essa energia é transformada em elétrica que é passada para a lâmpada fluorescente que transforma em energia luminosa e térmica

Quando utilizamos a pessoa com a bicicleta estamos transformando energia química em mecânica que é transformada em energia elétrica que aquece o resistor que gera energia térmica e luminosa em energia elétrica que aquece o resistor que gera energia térmica e luminosa e aquece a água (GRUPO 1).

Esses resultados indicam que, ao menos da forma como foi solicitado, os alunos não foram capazes de relacionar as transformações e a conservação da energia, sugerindo que não

houve a aprendizagem dessa relação ou porque o simulador proposto não relacionasse a transformação com a conservação.

Além desse texto, os mapas conceituais também foram analisados em busca de indícios de aprendizagem pelos alunos. A possibilidade de utilização do mapa conceitual como instrumento de avaliação é que fez com que o escolhêssemos como um dos instrumentos para avaliarmos a aprendizagem significativa dos alunos. Segundo Moreira e Masini (1982, p. 52), uma das potencialidades dos mapas conceituais

[...] é sua utilização como instrumento de avaliação. Avaliação, não no sentido de testar conhecimento e atribuir nota ao aluno, mas no sentido de se obter informações sobre o tipo de estrutura que o aluno vê para um dado conjunto de conceitos. Para isso, o aluno pode ser solicitado a construir o mapa ou este pode ser obtido, indiretamente, através de suas respostas a testes escritos ou entrevistas orais gravadas. Registra-se, no entanto, que a interpretação de tais mapas é bastante difícil e, além disso, eles não são adequados para comparações quantitativas. (MOREIRA; MASINI, 1982, p. 52)

Para a elaboração do mapa conceitual, os alunos foram informados de que se tratava de uma atividade individual e receberam as seguintes orientações:

1. Serão entregues fichas de papel para cada aluno escrever os conceitos relacionados com a conservação de energia.
2. Após realizar cada etapa, você deverá fotografá-la com o celular e enviá-la para o professor via *WhatsApp*.
3. Orientações para construção do mapa conceitual:
  - 3.1. Identifique os conceitos-chaves do conteúdo que estudamos sobre energia e ponha-os em uma lista. Transcreva os conceitos listados um em cada ficha de papel.
  - 3.2. Construa uma lista ordenando os conceitos de forma que o(s) mais geral(is), mais inclusivo(s), fiquem no topo da lista e, gradualmente, vá agregando os demais até chegar ao conceito mais específico. (Colocar as fichas com os conceitos de forma ordenada do mais inclusivo para o menos inclusivo)
  - 3.3. Disponha os conceitos sob a forma de um mapa conceitual, respeitando a ordenação feita no passo 2. (O mapa conceitual deverá ficar com os conceitos mais inclusivos no topo do mapa e os menos inclusivos na base do mapa.)
  - 3.4. Conecte os conceitos com linhas e rotule essas linhas com uma ou mais palavras-chave que explicitem a relação entre os conceitos. Os conceitos e as palavras-chave devem formar uma proposição que expresse o significado da relação.

3.5. Evite palavras que apenas indiquem relações triviais entre os conceitos. (Palavras como: “é”, “são”, “pode ser”, “pertence”, “depende”, “tem,”, “ou”, “de” e “da”. Também evite o uso de equações e fórmulas.).

A análise do mapa conceitual levou em consideração três aspectos:

1. Conceitos relacionados com a energia: número de conceitos válidos e significativos relacionados à energia presentes no mapa;
2. Relação entre os conceitos: quais são as ligações estabelecidas entre os conceitos apresentados;
3. Relação entre as transformações e a conservação da energia: a ligação estabelecida entre as transformações e a conservação da energia no mapa, verificando se há ou não sentido entre ligações estabelecidas.

O Quadro 12 apresenta o resultado da análise individual dos alunos participantes com relação ao mapa conceitual:

**Quadro 12 - Análise do mapa conceitual**

Alunos	Análise dos três aspectos estabelecidos para o mapa conceitual			Totais	
	Conceito relacionado com energia	Relação entre os conceitos	Relação entre transformação e conservação	Conhecimento	Porcentagem
A1	CSE	CI	CNPNI	2	33,33%
A2	CSE	CI	CI	3	44,44%
A3	CI	CNPNI	CNPNI	1	11,11%
A4	CI	CNPNI	CNPNI	1	11,11%
A5	CI	CNPNI	CNPNI	1	11,11%
A6	CSE	CI	CNPNI	2	33,33%
A7	CSE	CI	CNPNI	2	33,33%
A8	CI	CI	CI	3	33,33%
A9	CI	CI	CNPNI	2	22,22%
A10	CI	CNPNI	RPB	1	11,11%
A11	CSE	CI	CI	3	44,44%

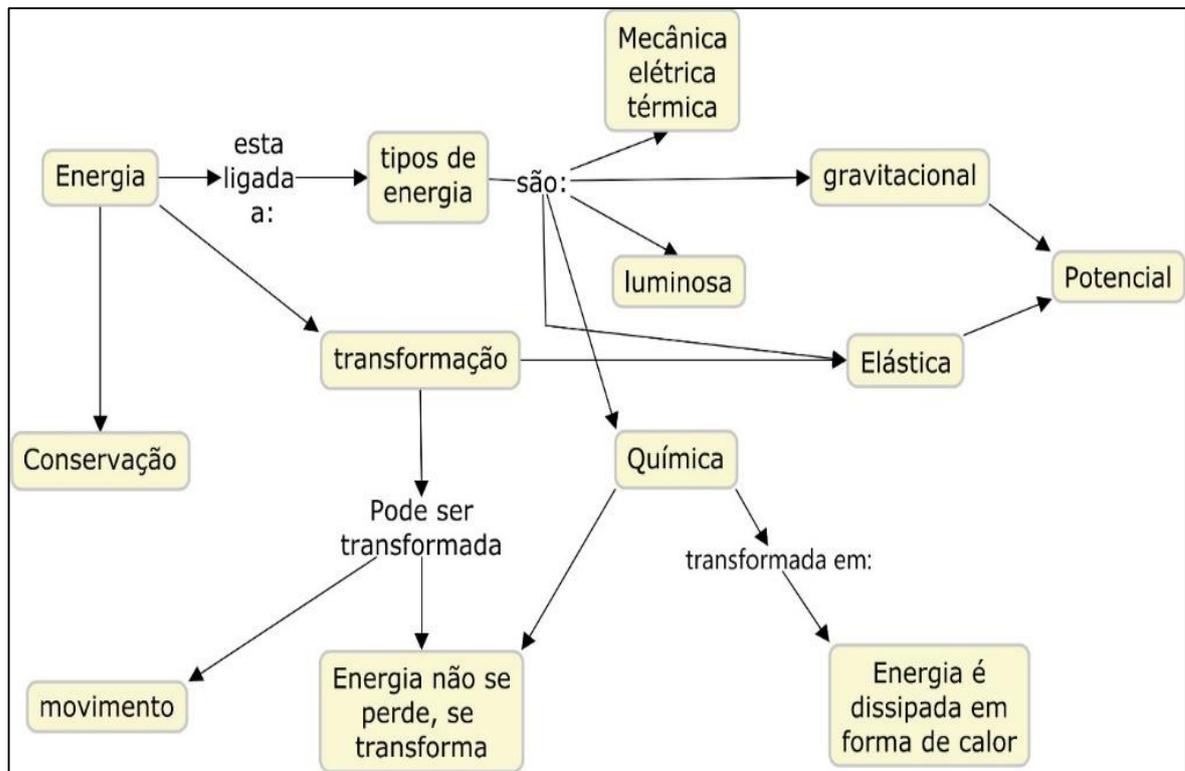
Fonte: elaborado pelo autor

O aluno A11 citou 12 palavras ou expressões relacionadas ao tema trabalhado e relacionou-as em uma disposição hierárquica. Relacionando a energia com sua transformação, conservação e formas de manifestação. Apresentou o conhecimento semi-elaborado, pois não

relacionou conservação com a transformação, mas relacionou a energia com a conservação, transformação e as formas de manifestação. Consideramos que o aluno apresentou 44,44 % do conhecimento sobre o tema estudado, porém faltam relações com outros conhecimentos e conceitos relevantes. Da análise do mapa apresentado, não é possível verificar se houve ou não aprendizagem significativa, pois o aluno pode ter tido dificuldade em construir o mapa conceitual, não expondo todo o seu conhecimento.

Segue a transcrição do mapa conceitual do aluno A11:

**Figura 8 - Mapa conceitual A 11**



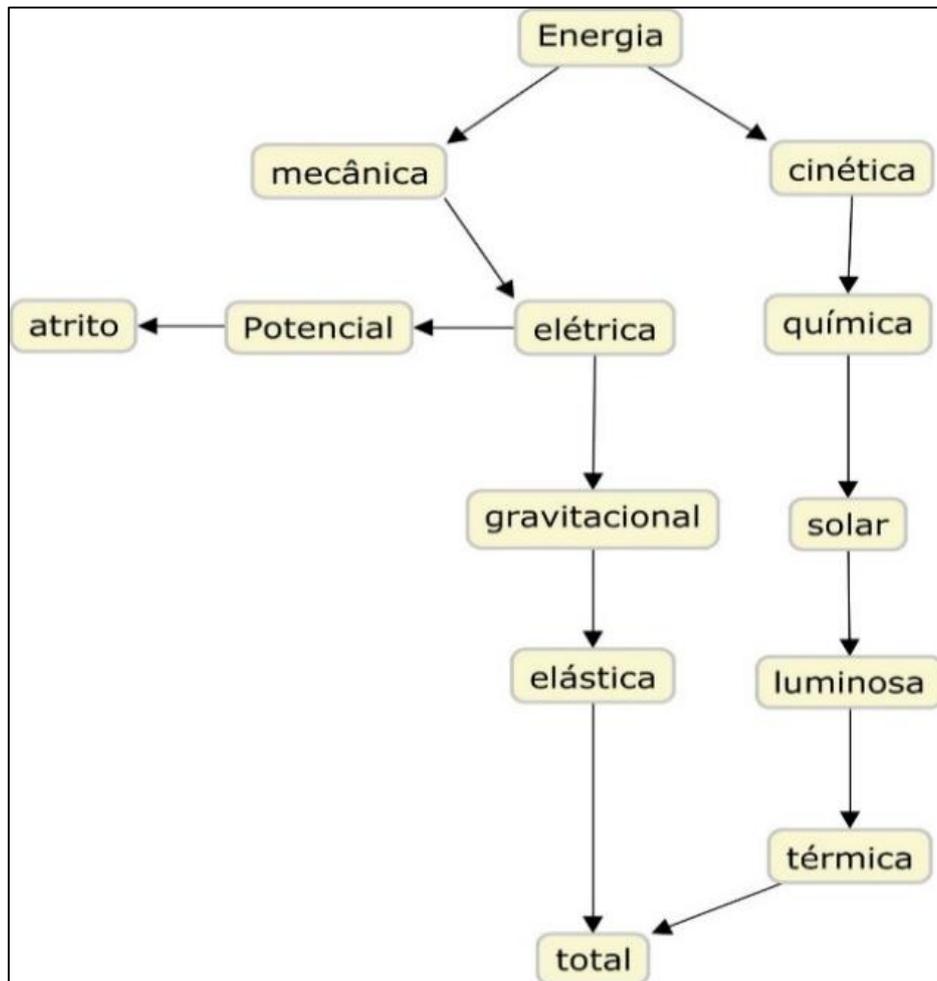
Fonte: A11

O aluno A10 citou 12 palavras que se relacionam com energia, colocou o conceito de energia no topo, mas não conseguiu relacioná-los de forma coerente do mais geral para o mais específico. Não mencionou a conservação da energia e nem a transformação da energia, citou apenas os tipos de energia de forma desordenada. Dessa forma, os conceitos relacionados com energia e a relação entre os conceitos foram consideradas como insuficientes e não houve a indicação da relação entre transformação de energia e conservação. O mapa produzido por A10 encontra-se na

Figura 9, e sugere que o aluno ou não conseguiu representar seus conhecimentos na forma do mapa conceitual ou não aprendeu de forma significativa os conhecimentos

considerados. Consideramos que o aluno apresentou 11,11% do conhecimento sobre o tema estudado:

**Figura 9 - Mapa conceitual A10**

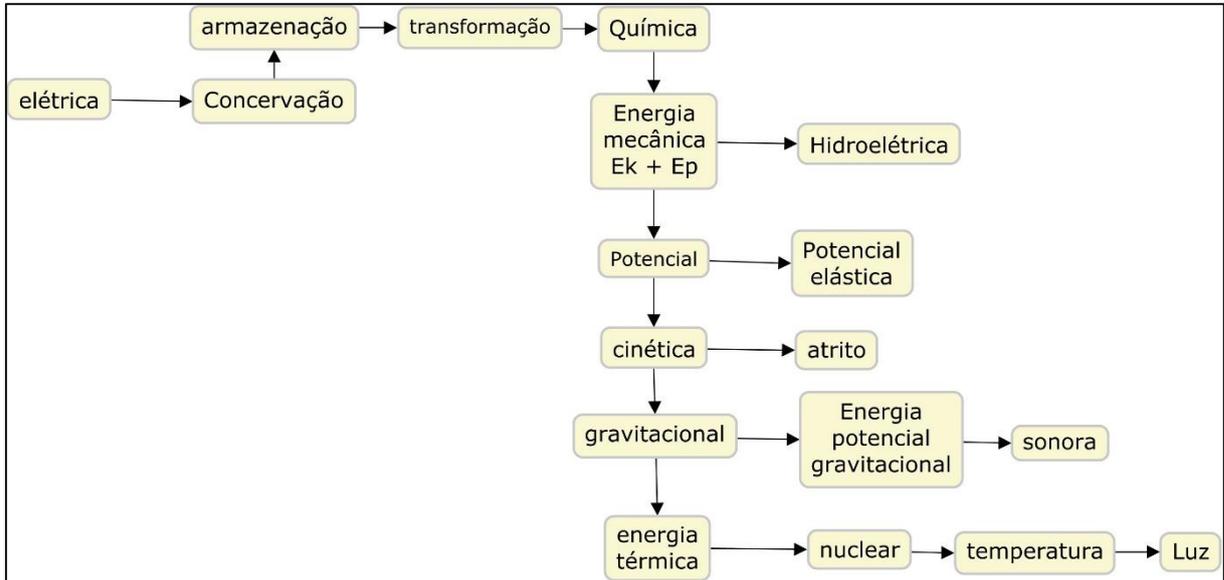


Fonte: A10

O mapa do aluno A9, que se encontra na, Figura 10 contém 18 palavras relacionadas com a energia. Em seu mapa o aluno mencionou a conservação, a transformação e os tipos de energia, mas considerou atrito como um tipo de energia. É interessante notar que ele não apresentou a palavra energia como um conceito geral. Não conseguiu ordenar os conceitos de forma hierárquica e não apresentou coerência entre os conceitos. Em razão dessas características, sua produção indica conhecimento insuficiente: a) conhecimento de forma superficial, no que se refere aos conceitos de energia; b) não há relações com outros conhecimentos e conceitos relevantes; c) relação entre transformação e conservação sem coerência. Dessa forma, consideramos que o aluno apresentou 22,22 % do conhecimento sobre o tema estudado, não há indícios da aprendizagem significativa de parte do conhecimento aqui considerado, parece não ter havido uma aprendizagem significativa dos

conceitos de conservação e transformação e da relação entre eles ou sugere que o aluno não conseguiu representar seus conhecimentos na forma do mapa conceitual.

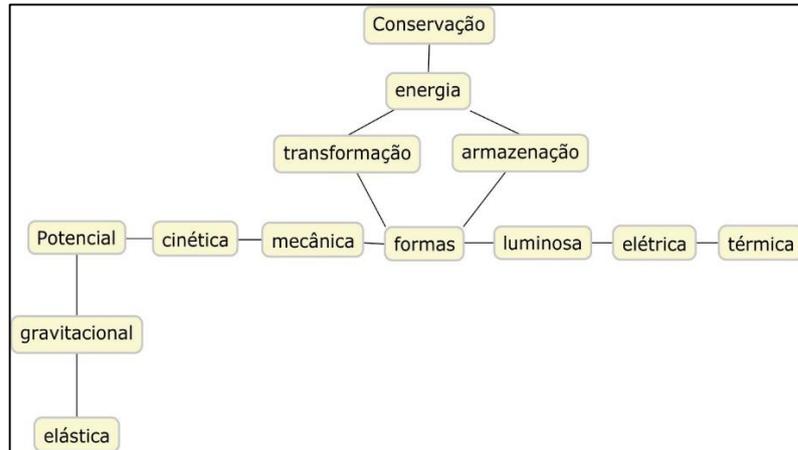
**Figura 10 - Mapa conceitual A9**



Fonte: A9.

No mapa do aluno A8, Figura 11, constam 13 palavras relacionadas com energia. No mapa, o aluno mencionou os conceitos de conservação e transformação e armazenamento. Citou quatro formas de energia, caracterizou a energia mecânica como potencial (elástica e gravitacional) e cinética. O mapa conceitual apresentou os conceitos do geral para o específico de forma hierárquica. Considerou a conservação como o conceito mais geral. Apresentou o conhecimento insuficiente. O conhecimento aparece de forma superficial, parcialmente correto e não há relações com outros conhecimentos e conceitos relevantes. Consideramos que o aluno apresentou 33,33 % do conhecimento sobre o tema estudado, observando os três aspectos considerados na análise do mapa conceitual. O aluno não aprendeu de forma significativa o conceito de conservação e transformação ou teve dificuldade na construção do mapa conceitual.

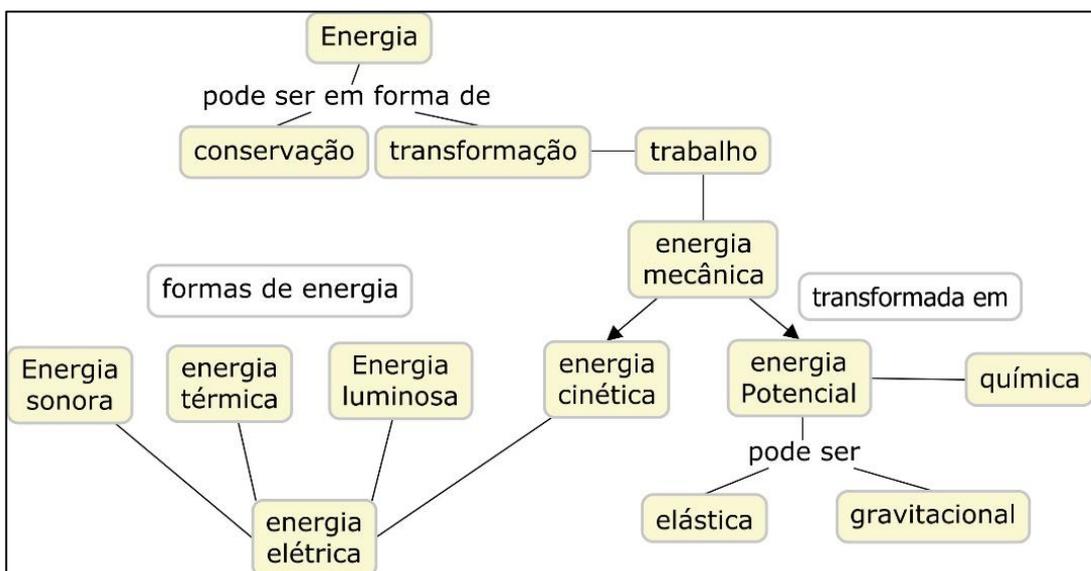
**Figura 11 - Mapa conceitual A8**



Fonte: A8.

O aluno A7 citou 14 palavras relacionadas com a energia, conforme pode ser visualizado na Figura 12. O aluno citou os conceitos de conservação e transformação, relacionou a transformação com o trabalho e o trabalho com a energia mecânica. Considerou o conceito de energia como o mais geral, seguido da conservação, da transformação e do trabalho, depois os tipos de energia, relacionando a energia elétrica como podendo ser transformada em sonora, térmica, luminosa e cinética. Apresentou 33,33 % dos conhecimentos estudados, caracterizado como insuficiente. Considerando os três critérios de análise do mapa, é possível inferir que não houve aprendizagem significativa dos conhecimentos e conceitos estudados, relacionados com conservação e transformação da energia ou o aluno não teve habilidade para expor o seu conhecimento na construção do mapa conceitual.

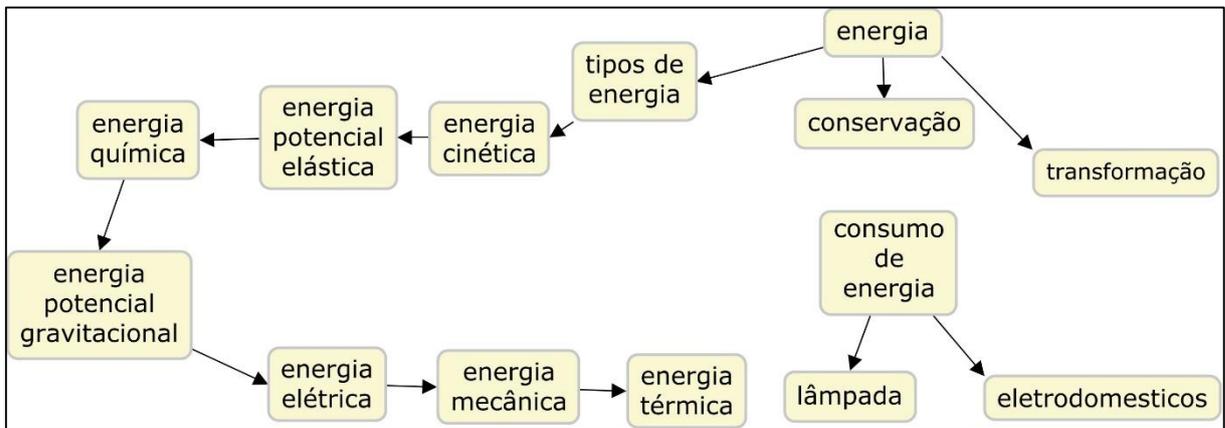
**Figura 12 - Mapa conceitual A7**



Fonte: A7.

O aluno A6 apresentou no seu mapa conceitual 16 palavras relacionadas com a energia. Vide Figura 13. Expôs os conceitos de conservação, transformação e formas de energia. Incluiu também o consumo de energia por meio da lâmpada e eletrodomésticos. Apresentou o conceito de energia como o conceito mais geral ligado aos tipos de energia, conservação e transformação. Pode-se inferir que houve apenas 33,33 % dos conhecimentos e conceitos estudados no mapa conceitual construído pelo aluno. Não há evidências da aprendizagem significativa dos conceitos de conservação e transformação da energia, tendo em vista o que foi apresentado no mapa conceitual. O aluno pode ter tido dificuldade na construção do mapa conceitual, não demonstrando todo o seu conhecimento.

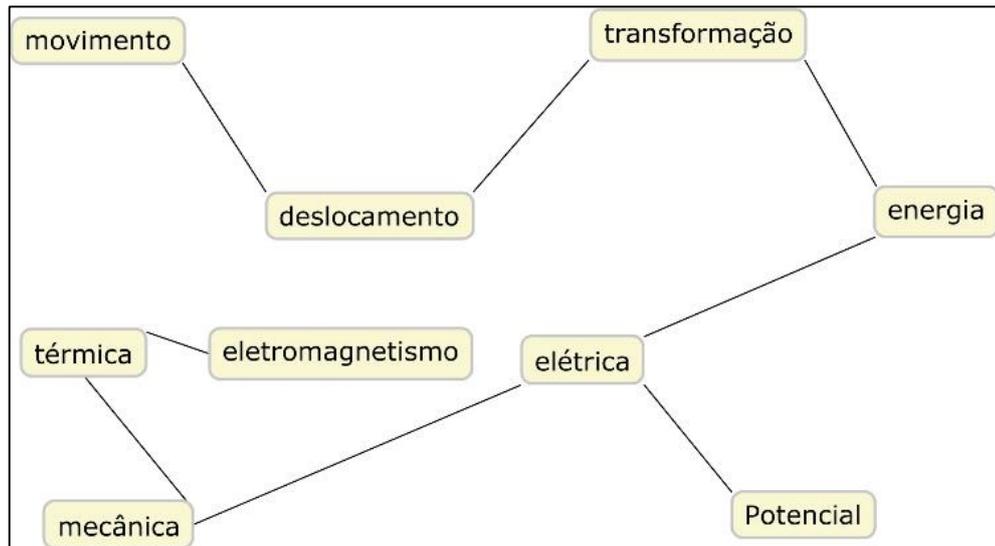
**Figura 13 - Mapa conceitual A6**



Fonte: A6.

O aluno A5 apresentou no seu mapa conceitual 10 palavras relacionadas com energia. Como pode ser observado na Figura 14, Não foi apresentado o conceito de conservação. O mapa conceitual ficou confuso, incompleto e sem sentido. Por apresentar apenas um item de análise com conhecimento insuficiente, o aluno manifestou apenas 11,11% do conhecimento esperado, o mapa sugere que o aluno não aprendeu de forma significativa os conceitos de conservação e transformação da energia. Alternativamente, o aluno pode ter tido dificuldades em elaborar o mapa conceitual, prejudicando a representação dos seus conhecimentos e subsequente análise da aprendizagem.

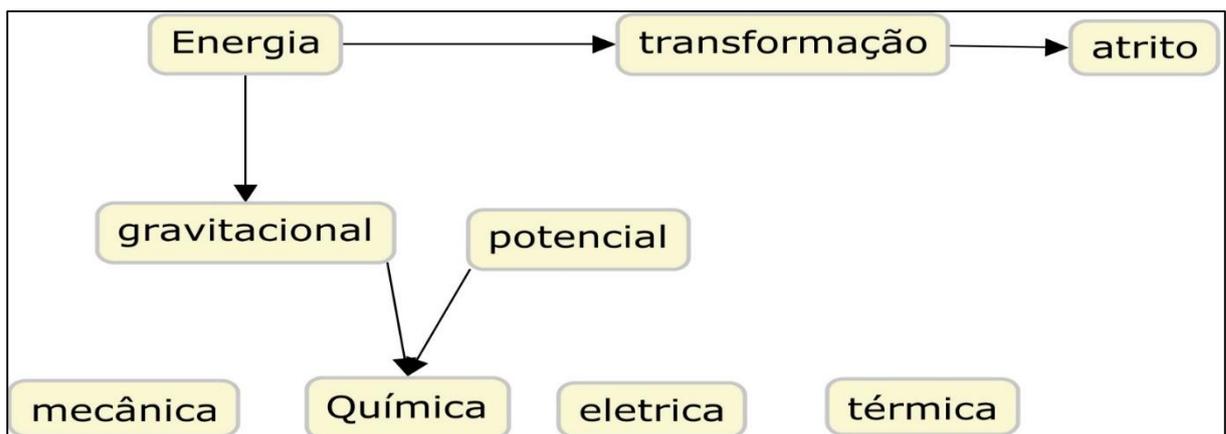
**Figura 14 - Mapa conceitual A5**



Fonte: A5.

O aluno A4 apresentou no seu mapa conceitual 9 palavras relacionadas com energia, conforme a Figura 15. Não mencionou a conservação da energia e não caracterizou os tipos de energia com seus respectivos conceitos. Estabeleceu uma pequena relação onde considerou energia como o conceito mais abrangente, sem uma disposição coerente dos conceitos. Conhecimento insuficiente, apresentou apenas 11,11% do conhecimento esperado. O aluno não aprendeu de forma significativa o conceito de conservação e transformação. O aluno pode ter tido dificuldades em elaborar o mapa conceitual, prejudicando a representação dos seus conhecimentos e subsequente análise da aprendizagem.

**Figura 15 - Mapa conceitual A4**

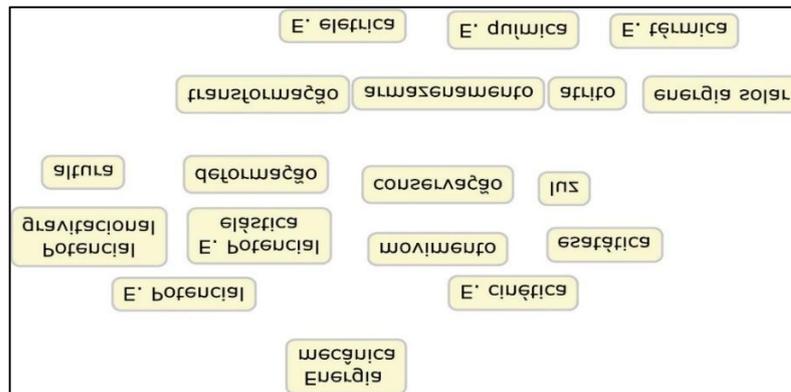


Fonte: A4

O aluno A3 apresentou no seu mapa conceitual 18 palavras relacionadas à energia, vide Figura 16. Caracterizou os tipos de energia, considerou a energia mecânica como o conceito mais abrangente em seu mapa conceitual, estabelecendo uma relação hierárquica para esta forma de energia, mas sem relacionar os conceitos. Citou a conservação e a

transformação de forma desconectada e sem um sentido coerente. Conhecimento insuficiente, apresentou apenas 11,11% dos conhecimentos esperados. O aluno não aprendeu de forma significativa o conceito de conservação e transformação ou pode ter tido dificuldades em elaborar o mapa conceitual, prejudicando a representação dos seus conhecimentos e subsequente análise da aprendizagem.

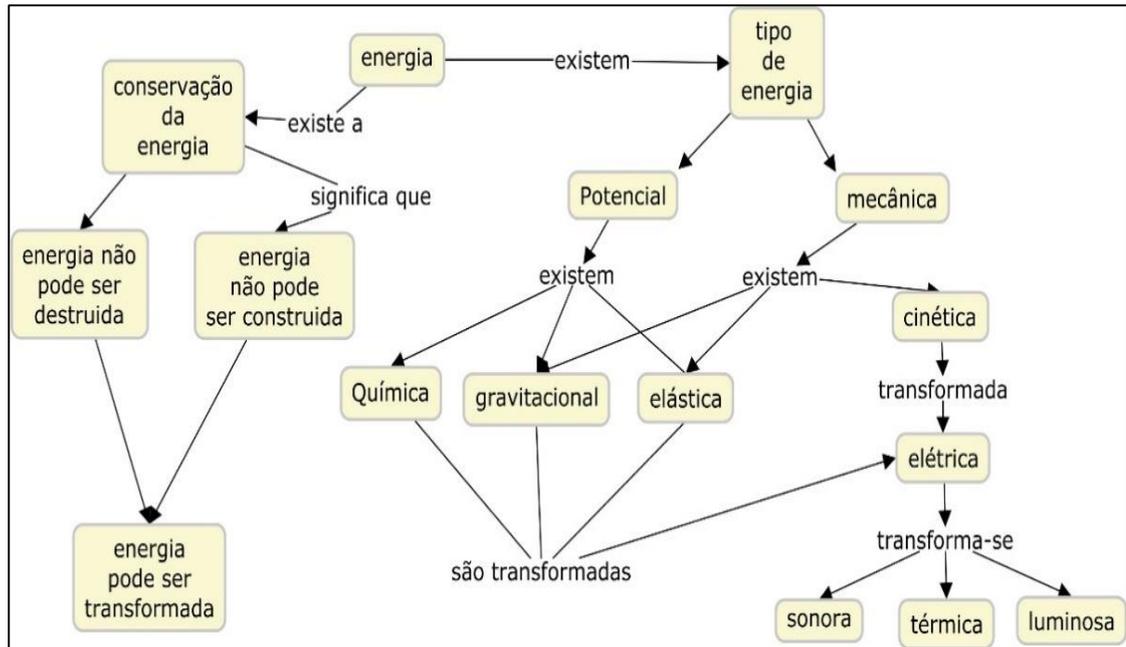
**Figura 16 - Mapa conceitual A3**



Fonte: A3

Conforme Figura 17, o aluno A2 apresentou no seu mapa conceitual 16 palavras relacionadas à energia. Considerou o conceito mais geral e abrangente a energia, relacionando com a conservação de energia e os tipos de energia. Na conservação da energia caracterizou que a energia não pode ser destruída e nem construída, apenas transformada. Nos tipos de energia relacionou com a energia potencial e mecânica e estas com a energia química, gravitacional, elástica e cinética, estabelecendo uma relação entre os tipos de energia e suas transformações. Apresentou o conhecimento semi-elaborado na apresentação dos conceitos relacionados com a energia, conhecimento insuficiente na relação entre os conceitos e na relação entre conservação e transformação. O aluno apresentou 44,44 % dos conhecimentos esperados e houve aprendizagem do conceito de conservação e transformação da energia.

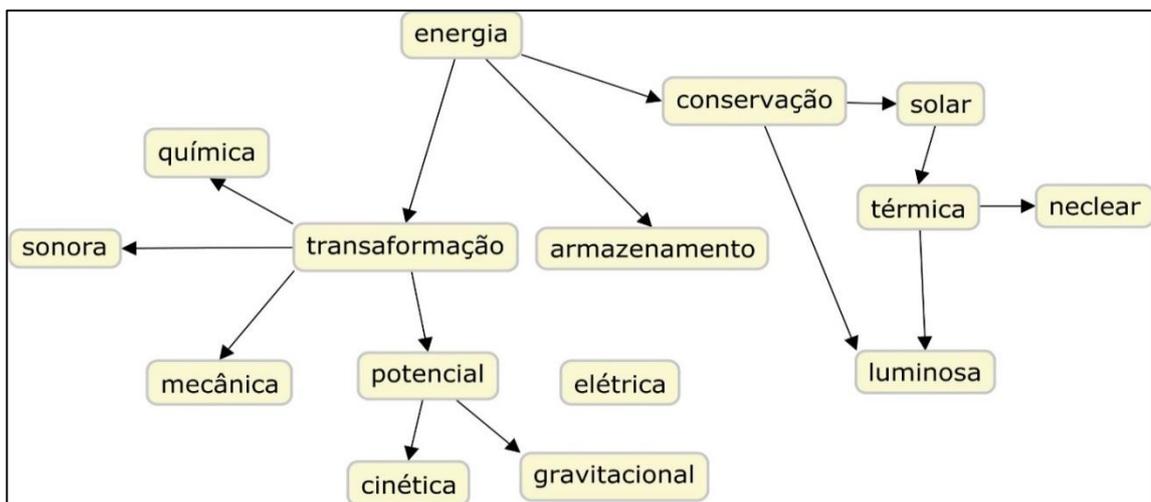
**Figura 17 - Mapa conceitual A2**



Fonte: A2.

O aluno A1 apresentou no seu mapa conceitual 13 palavras relacionadas com a energia, conforme a Figura 18. Considerou o conceito de energia como o conceito mais geral e relacionou com a conservação e a transformação e o armazenamento. Fez uma relação da transformação com alguns tipos de energia. Relacionou a energia solar com a conservação e a solar com a térmica, nuclear e luminosa. O mapa conceitual apresentou uma relação não muito coerente. Conhecimento insuficiente. Consideramos que o aluno apresentou 33,33 % do conhecimento estudado, não estabeleceu uma relação entre transformação e conservação. Não é possível verificar se houve aprendizagem significativa pelo mapa apresentado pelo aluno.

**Figura 18 - Mapa conceitual A1**



Fonte: A1.

Após a análise dos mapas conceituais dos 11 alunos participantes da pesquisa, chegamos às seguintes conclusões:

- 1) Os alunos A2 e A11 foram os que apresentaram o mapa conceitual de forma mais elaborada, e os alunos A3, A4, A5 e A10 foram os que apresentaram de forma menos elaborada.
- 2) Não foi possível avaliar a aprendizagem significativa por meio dos mapas conceituais apresentados. Atribuímos a três prováveis motivos: os alunos não sabem fazer o mapa conceitual, o local utilizado para confecção dos mapas não foi adequado, pois foi no laboratório de informática, sem espaço na mesa para ordenar os papéis com os conceitos e o instrumento utilizado para confecção dos mapas. Estes motivos teriam sido amenizados se tivéssemos realizado uma entrevista com os alunos, para que eles expusessem de forma oral a construção de seus mapas conceituais.

## 5.7 A avaliação escrita

No retorno às aulas para encerramento do quarto bimestre do ano letivo de 2017, na avaliação final, incluímos a seguinte questão: “descreva com suas palavras o princípio geral da conservação de energia”, relativa à verificação da aprendizagem significativa do princípio geral da conservação da energia (apêndice J).

**Quadro 13 - Descrição do princípio geral da conservação da energia**

Aluno	Descrição do princípio geral da conservação da energia
A1	CSE
A2	CSE
A3	CSE
A4	CI
A5	CI
A6	CSE
A7	CSE
A8	CSE
A9	CSE
A10	CI
A11	CSE

Fonte: elaborado pelo autor.

Todos os 11 alunos responderam à questão, descrevendo o princípio geral da conservação da energia, de acordo com o seu entendimento, nenhuma das respostas foram idênticas, todos responderam de forma satisfatória, com exceção dos alunos A4, A5 e A10 (Categoria conhecimento insuficiente). A seguir um exemplo dessa categoria de resposta:

A conservação de energia e o seguinte, ela nunca vai se perde, sempre vai ser dissipada por alguma coisa, como por exemplo: Um caminhão bate em um carro, a energia de movimento de ambos, vai ser dissipada na forma de amassados nos veículos, som da batida (A10).

Os demais alunos apresentaram conceito presente e em construção. A resposta do aluno A6, pertencente a essa categoria, foi:

A energia nunca é perdida, mas ela sempre se transforma, ou seja, a energia que se aparenta ter sumido na verdade ela se transformou em outro tipo de energia (A6).

Nessa resposta, o aluno faz alusão a um sumiço aparente da energia que é, na verdade, uma transformação, atribuindo um sentido próprio à conservação de energia. Segundo Moreira (2012, p. 6), “Aprender significativamente implica atribuir significados e estes têm sempre componentes pessoais.” Se o aluno não atribuir significados pessoais em sua resposta, a aprendizagem é mecânica. Se considerarmos como exemplo o conceito “conservação”

[...] sua aquisição diferenciada em ciências é progressiva: à medida que o aprendiz vai aprendendo significativamente o que é conservação da energia, conservação da carga elétrica, conservação da quantidade de movimento, o subsunçor “conservação” vai se tornando cada vez mais elaborado, mais diferenciado, mais capaz de servir de âncora para a atribuição de significados a novos conhecimentos (MOREIRA, 2012, p. 6).

Este processo é característico da estrutura cognitiva, a qual Ausubel chama de diferenciação progressiva. O processo de aquisição de significados atribuídos a um conceito é progressiva e ocorre ao longo do tempo. Assim, pode-se considerar que conceitos presentes e em construção sejam uma etapa necessária e de duração não determinada da aprendizagem significativa. Ainda no que se refere à questão da avaliação escrita, é importante destacar que, mesmo tendo se passado mais de dois meses desde o fim da sequência didática, a maioria dos alunos (A1, A2, A3, A6, A7, A8, A9 e A11) ainda se lembrava dos conceitos relacionados ao princípio de conservação da energia. Esse é mais um indício da aprendizagem significativa

desse conhecimento visto que, após uma aprendizagem significativa, mesmo que haja esquecimento ficam retidas as características mais gerais dos conceitos previamente aprendidos (MOREIRA; MASINI, 1982).

## 5.8 Uma síntese

Com o objetivo de apresentar uma visão geral dos resultados obtidos pelos alunos ao longo do processo de aplicação e avaliação da SD, apresentamos, no Quadro 14 - Análise de todas as etapas da SD por aluno, a análise geral de cada aluno em todas as etapas da aplicação da SD, considerando-se, para fins de cálculo dos percentuais, a presença dos conceitos considerados nas produções analisadas. Ou seja:

**Quadro 14 - Análise de todas as etapas da SD por aluno**

Aluno	Porcentagem de rendimento em cada etapa da sequência didática (Conhecimento elaborado)						Totais	
	2º encontro organizador prévio (conservação e transformação) (Resposta do grupos)	3º encontro (Conservação da energia, energia e formas de energia) (segunda coluna é resposta dos grupos)		4º encontro (Energia mecânica, conservação, sistema: conservativo e dissipativo)	5º encontro (conservação, energia, formas, transformação e transferência) (avaliação) (primeira coluna é resposta dos grupos)		6º encontro (Questão avaliativa – 06/03/2018)	Aprendizagem significativa do princípio geral da conservação da energia
A1	100%	100%	83,3%	100%	50%	33,33%	100%	80,95%
A2	80%	100%	100%	100%	50%	44,44%	100%	82,06%
A3	100%	100%	83,3%	66,7%	50%	11,11%	100%	73,02%
A4	80%	100%	83,3%	100%	50%	11,11%	100%	74,92%
A5	100%	100%	83,3%	66,7%	50%	11,11%	100%	73,02%
A6	80%	100%	83,3%	100%	50%	33,33%	100%	78,09%
A7	100%	100%	100%	66,7%	50%	33,33%	100%	78,58%
A8	80%	100%	100%	100%	50%	33,33%	100%	80,48%
A9	60%	100%	100%	100%	50%	22,22%	100%	76,03%
A10	100%	100%	100%	100%	50%	11,11%	100%	80,16%
A11	80%	100%	83,3%	100%	50%	44,44%	100%	79,68%
Rendimento médio da turma participante da pesquisa								<b>77,91%</b>

Fonte: elaborado pelo autor.

Verificamos que no segundo, terceiro e quarto encontro os alunos responderam de forma satisfatória às atividades propostas pela SD, apresentando evidências de aprendizagem. No quinto encontro foram propostas duas atividades: a primeira foi a manipulação do simulador de “formas de energia e transformação” e a segunda foi a construção de um mapa conceitual com objetivo de avaliar a aprendizagem significativa. Na primeira atividade os alunos deveriam escrever um texto descrevendo as transformações realizadas e relacionando com a conservação da energia. O resultado da análise desta atividade nos mostrou que os

alunos relacionaram de forma satisfatória as formas de energia com suas transformações, mas nem um aluno relacionou estas transformações com a conservação da energia, justificando assim o resultado de todos configurar 50%, nesta atividade. Uma das justificativas para que os alunos não relacionassem as transformações com a conservação da energia talvez seja o fato de que o simulador utilizado não possibilitou a verificação desta conservação no processo de transformação da energia. Este foi um dos itens da análise que obteve um índice inferior a 60% de conhecimento elaborado. Outro item da análise que ficou inferior a 50 % foi a elaboração do mapa conceitual com a finalidade de avaliar a aprendizagem significativa. Um dos motivos para este baixo índice pode ser atribuído à falta de experiência dos alunos na confecção do mapa conceitual, Extrapolando-se esse processo analítico para o grupo de 11 alunos, verificamos que o rendimento deles foi em média 77,91%, o que sugere que houve a aprendizagem da maioria dos conceitos relacionados ao princípio da conservação de energia por boa parte dos sujeitos da pesquisa.

Essa síntese e as análises de cada etapa da SD sugerem que estase apresentou como potencialmente significativa para o ensino e aprendizagem do princípio geral da conservação de energia. É válido destacar, também, que, durante a aplicação da SD os alunos se mantiveram motivados, e participaram de todas as atividades propostas, o que favorece a aprendizagem significativa. Os alunos apresentaram uma aprendizagem dos conceitos propostos na SD de forma a promoverem uma diferenciação progressiva e uma reconciliação integradora dos conceitos relacionados ao princípio geral da conservação da energia, os quais se encontram num processo de elaboração do conhecimento.

Por fim, é importante considerar que os casos em que não houve a aprendizagem de todos os conceitos trabalhados poderiam ser minimizados caso a SD tivesse um maior número de encontros de forma a proporcionar atividades que favorecessem, ainda mais, a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora dos conhecimentos em jogo.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sendo o objetivo geral da pesquisa compreender quais são ou não as contribuições de uma sequência didática elaborada de acordo com a TAS, para a aprendizagem do princípio geral da conservação da energia, por alunos do primeiro ano do ensino médio do curso CTIIMSI, do IFECTGJ, levantamos os seguintes objetivos específicos para atingirmos o nosso objetivo geral:

1. Compreender os principais elementos teóricos da teoria da aprendizagem significativa;
2. Analisar a produção científica sobre a aprendizagem significativa no ensino de Física no Brasil, por meio de uma revisão de literatura dos artigos relacionados com a aprendizagem significativa nos últimos cinco anos;
3. Investigar os conhecimentos prévios dos alunos, sujeitos da pesquisa, por intermédio de um questionário elaborado para este fim;
4. Desenvolver uma SD fundamentada na TAS para a aprendizagem de energia no primeiro ano do CTIIMSI no IFECTGJ;
5. Aplicar a SD no primeiro ano do CTIIMSI no IFECTGJ;
6. Analisar as contribuições ou não da SD para aprendizagem significativa dos alunos do primeiro ano do ensino médio.

A partir do estudo da TAS, cumprimos o nosso primeiro objetivo específico, levantando os pressupostos necessários para elaboração e aplicação da SD, para verificação da sua contribuição no estudo do princípio geral da conservação da energia. Segundo a TAS, para que o aluno aprenda de forma significativa, é necessário que consideremos os seus conhecimentos prévios sobre o tema a ser estudado e que na ausência destes conhecimentos possamos utilizar um instrumento desenvolvido pelo próprio Ausubel, que são os organizadores prévios, que tem como objetivo estabelecer a ponte com o novo conhecimento a ser aprendido pelo estudante. Após verificar o conhecimento e aplicar o organizador prévio, elaboramos o material instrucional potencialmente significativo, que é o outro fator fundamental para que ocorra a aprendizagem significativa. Este material foi elaborado obedecendo a hierarquia do conteúdo a ser ensinado do mais geral para o mais específico, de acordo com a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa, proposto pela teoria.

Para atingir o nosso segundo objetivo específico, realizamos uma revisão de literatura junto a 5 bancos de dados, conforme foi registrado no capítulo dois que tem como

título “A pesquisa no ensino de Física e a aprendizagem significativa”, onde encontramos 33 trabalhos relacionados ao ensino de Física e a aprendizagem significativa.

Diante da análise dos dados da revisão de literatura, verificamos que: 82% dos trabalhos apresentam uma abordagem qualitativa; 100% dos pesquisadores consideraram os conhecimentos prévios; a estratégia mais utilizada para levantamento dos conhecimentos prévios (57,85%) é o questionário; os organizadores prévios foram utilizados em todos os trabalhos que se fizeram necessários; os instrumentos de levantamento de dados mais utilizados foram 48,48% questionário e 15,15% mapas conceituais; as áreas temáticas da Física mais pesquisadas 30,3% mecânica e 18,19% ondulatória. Todas as pesquisas tiveram um resultado positivo quanto à aprendizagem significativa dos temas da Física estudados, os alunos se mostram motivados. No âmbito da revisão de literatura feita, não foi encontrado nem um trabalho direcionado para o ensino e aprendizagem do “princípio geral da conservação da energia” no ensino médio técnico e profissionalizante, utilizando a TAS.

Um aspecto a ser considerado pela análise dos dados é o mapa conceitual, por ser uma técnica desenvolvida por Joseph Novak com base na aprendizagem significativa (MOREIRA, 2012, p. 5) é pouco utilizada nas pesquisas (15%). Esta técnica pode ser aplicada em todas as etapas do processo de ensino aprendizagem da TAS e é um excelente instrumento para avaliação da aprendizagem significativa. Em nossa pesquisa, o mapa foi aplicado tanto como instrumento para o planejamento da SD quanto para a avaliação da aprendizagem significativa. Outro aspecto que merece destaque é o uso dos organizadores prévios nas pesquisas. Ao menos no *corpus* analisado não foram identificados os organizadores prévios utilizados nos trabalhos. Optamos, na pesquisa aqui relatada, utilizar um organizador prévio constituído de três atividades práticas e de um experimento mental, para garantirmos a existência dos subsunçores conservação e transformação, na estrutura cognitiva dos alunos.

O nosso terceiro objetivo, levantamento de conhecimentos prévios, foi atingido por meio da aplicação de um questionário intitulado “AFINAL DE CONTAS, O QUE É ENERGIA?”. A partir deste questionário verificamos que os alunos não relacionaram a energia com a conservação e a transformação. A partir deste resultado aplicamos o organizador prévio para trabalhar estes dois conceitos juntos aos alunos, conforme registro no capítulo 3 intitulado “Percurso metodológico”. Os nossos quarto e quinto objetivos específicos foram atingidos ao elaborarmos e aplicarmos a SD juntos aos alunos alvo da pesquisa, já citados anteriormente.

Para atingirmos o nosso sexto objetivo específico, que nos remete ao nosso objetivo geral, analisamos o percurso dos 11 alunos que cumpriram todas as etapas da SD, a partir da

análise dos dados coletados ao longo de todo o desenvolvimento da SD e a aplicação da avaliação final, destacamos os seguintes resultados:

- Os alunos participantes da pesquisa, antes da aplicação da SD, eram, de forma geral, desinteressados com relação ao estudo da Física. Com a aplicação da pesquisa, observamos grande mudança no comportamento dos alunos, que se apresentaram motivados, interessados e participativos em todas as atividades da SD. Um dos pré-requisitos para a aprendizagem significativa, segundo Ausubel, é que o aluno esteja disposto a aprender significativamente a matéria em estudo, caso contrário a aprendizagem será apenas mecânica. Acreditamos que este foi um fator fundamental para atingirmos o nosso objetivo, qual seja: a motivação para a aprendizagem dos alunos.
- Com relação ao nosso objetivo geral, verificamos que a SD proposta e aplicada tendo como base teórica a TAS, contribuiu de certa forma para que parte dos alunos aprendesse significativamente o conceito do princípio geral da conservação da energia. Isto é, a produção apresentada por estes alunos sinaliza a presença dos conceitos referentes ao princípio geral da conservação da energia, os conceitos estão corretos, mas não estão ainda bem elaborados e diferenciados.

Para além da avaliação da potencialidade da SD como meio de favorecer a aprendizagem significativa, nossa experiência nos levou a conjecturar a necessidade de um número maior de encontros, a fim de garantir ao aluno um tempo maior para a aprendizagem e a retenção dos novos conceitos e de suas relações. Além disso, acreditamos que a utilização de outros organizadores prévios, ao longo da aplicação da SD, potencializaria a aprendizagem de forma mais significativa, elaborada e diferenciada. Outra observação que julgamos importante na aplicação da SD é que o mapa conceitual seja aplicado em todas as etapas, para que o aluno aprenda de forma significativa a sua construção, para que na avaliação final da aprendizagem significativa, utilizando este instrumento, se mostre potencialmente significativo para verificação da aprendizagem. Na avaliação final, sugerimos que seja feita uma entrevista com os alunos para que eles expliquem a construção de seu mapa conceitual. Essas observações podem ser levadas em consideração pelos que decidam utilizar o produto oriundo dessa pesquisa e que se encontra no Apêndice K.

É importante destacar que o desenvolvimento dessa pesquisa possibilitou o surgimento de novas questões e inquietações que se apresentam como possibilidades de novos trabalhos investigativos, tais como:

- A SD desenvolvida estaria adequada ao uso em turmas da educação profissional na modalidade de Educação para Jovens e Adultos?
- Seria possível desenvolver o ensino de física, em nível médio, a partir do conceito de energia?

Por fim, esperamos que o trabalho aqui relatado possa servir de inspiração a outros professores, especialmente àqueles que possuem mais de trinta anos de docência e que ainda se preocupam com a aprendizagem de seus alunos. Cabe também avisar a esses que o processo, apesar de complexo e, algumas vezes doloroso, leva a inúmeras aprendizagens significativas.

## REFERÊNCIAS

- AMARAL, Denise de Souza. **Estudo de uma sequência didática na perspectiva de Ausubel para alunos do sexto ano do ensino fundamental sobre Astronomia**. 2015. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática e Ensino de Física). – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.
- AUSUBEL, David P.; NOVAK, Joseph D.; HANESIAN, Helen, P. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana Ltda., 1980.
- BARBOSA, Alex Samyr Mesquita. **Análise do ensino de Física no ensino médio um estudo de caso**. 2014. Dissertação (Mestre em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.
- BARBOSA, João Paulino Vale; BORGES, Antônio Tarciso. O entendimento dos estudantes sobre energia no início do ensino médio. **Caderno Brasileiro de Física**, Santa Catarina, v. 23, n. 2: p. 182-217, ago. 2006.
- BARBOSA, Leandro Neutzling. **Recursos tecnológicos e temas transversais no ensino de Física: um estudo de caso no IF Sul/Câmpus Camaquã**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas) – Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2014.
- BARBOSA, Márcio Lobo; ALVES, Álvaro Santos; JESUS, José Carlos Oliveira; BUMHAM, Teresinha Fróes. Mapas Conceituais na avaliação da aprendizagem significativa. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, XVI, 2005, Rio de Janeiro. **Atas T 0028-2**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física. Disponível em: [http://www.ciencia.iao.usp.br/dados/snef/\\_mapasconceituaisnaavalia.trabalho.pdf](http://www.ciencia.iao.usp.br/dados/snef/_mapasconceituaisnaavalia.trabalho.pdf). Acesso em: 02/05/2019, às 17 h 41 min.
- BARROSO, Fábio F.; CARVALHO, Silvânia A.; HUGUENIN, José A. O.; TORT, Alexandre C. Formação de imagens na óptica geométrica por meio do método gráfico de Pierre Lucie. **Brasileira de ensino de Física**, São Paulo, v. 20, n. 2, Set. 2017.
- BRASIL, **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM)**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Secretaria de Educação Média e Tecnologia, Ministério da Educação. Brasília, 2000.
- BRUSCATO, Gentil César; MORS, Paulo Machado. Ensinando Física através do radioamadorismo. **Brasileira de ensino de Física**, São Paulo, v. 36, n. 1, Mar. Set. 2014.
- CLEBSCH, Angelisa Benetti CLEBSCH; MORS, Paulo Machado. Explorando recursos simples de informática e audiovisuais: uma experiência no ensino de Fluido. **Brasileira de ensino de Física**, São Paulo, v. 26, n. 4, p. 323 – 333, Dez. 2016.
- DIAS, Penha Maria Cardoso; SANTOS, Wilma Machado Soares; SOUZA, Mariana Thomé Marques de. A gravitação universal: um texto para o ensino médio. **Brasileira de ensino de Física**, São Paulo, v. 26, n. 3, p. 257 – 271, 2016.
- FARIAS, Antônio José Ornellas. Dificuldades na aprendizagem significativa do conceito de energia a partir de uma ação integradora Escola Museu para introduzir a alfabetização científica na escola. ENCONTRO NACIONAL DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA. 5º, 2014, Belém, **COROL080**. p. 391-400.
- GODOY, Arilda Schmidt. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n.2, p. 57-63, Mar./Abr. 1995.

GOMES, André Taschetto. **Abordagem interdisciplinar a partir da temática energia:** contribuições para uma aprendizagem significativa na EJA. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

GOMES, Roberto Rodrigues. **O modelo Padrão no ensino médio: um tratamento elementar.** 2017. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2017.

HILGER, Thaís Rafaela; MOREIRA, Marco Antônio. Estudo de representações sociais sobre Física Quântica de estudantes de ensino médio, por meio da associação numérica e escrita de conceitos. *Electrónica de investigación em educación em ciencias, Buenos Aires*, v. 8, n. 1, p. 52-61, Jul. 2013.

JESUS, Daniel Marcos de; MARTIN, Vera Aparecida Fernandes. Proposta de utilização de uma sequência didática no ensino de astronomia nas séries iniciais do ensino Fundamental, com foco na aprendizagem significativa. ENCONTRO REGIONAL DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA. 1º, 2015, Caruaru, **PAINEL002**, p. 23-28.

REBELO, Mauro. **Leis da conservação da energia.** Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2012. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=pzTPwlgkupA>>. Acesso em: 05 jul. 2019.

MANTOVANI, Sérgio Roberto. **Sequência didática como instrumento para a aprendizagem significativa do efeito fotoelétrico.** 2015. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Presidente Prudente, 2015.

MARTINS, Renata Lacerda Caldas; VERDEAUX, Maria de Fátima da Silva; SOUSA, Célia Maria Soares Gomes de. A utilização de diagramas conceituais no ensino de Física em nível médio: um estudo de conteúdos de ondulatória, acústica e óptica. *Brasileira de ensino de Física*, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 3401,1 – 3401,12, Set. 2014.

MENDES, Elys da Silva. **Modelagem computacional e simulações em Física usando o software modellus:** uma abordagem alternativa no ensino de cinemática. 2014. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas). Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2014.

MIRANDA, Marcio Santos. **Objetos virtuais de aprendizagem aplicados ao ensino de Física –** Uma sequência didática desenvolvida e implementada nos conteúdos programáticos de Física ondulatória, em turmas regulares do nível médio de escolarização que utilizam um sistema apostilado. 2013. Dissertação (Mestrado em ensino de Ciências Exatas) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2014.

MOREIRA, Marco Antônio; MASINI, Elcie F. Salzado. **Aprendizagem significativa:** a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes LTDA, 1982.

MOREIRA, Marco Antônio; MASINI, Elcie F. Salzado. **Aprendizagem significativa:** a teoria de David Ausubel. São Paulo: Centauro, 2006.

MOREIRA, Marco Antônio. **A aprendizagem significativa.** Porto Alegre, 2009. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/subsidios6.pdf>>. Acesso em: 07 jan. 2019.

MOREIRA, Marco Antônio. **Aprendizagem significativa crítica.** Porto Alegre, 2000. Disponível em: <<https://if.ufrgs.br/~moreira/apsigcritport.pdf>>. Acesso em: 01 jul. 2018.

MOREIRA, Marco Antônio. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa.** Porto Alegre, 2012a. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2018.

MOREIRA, Marco Antônio. **O que é afinal aprendizagem significativa?** Porto Alegre, 2012b. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/~moreira.if.ufrgs.br/oqueeafinal.pdf>>. Acesso em: 09 abr. 2019.

MORO, Leandro Silva. **O potencial da experimentação no desenvolvimento de habilidades cognitivas e na construção de conhecimento(s) de Física no ensino Fundamental.** 2013. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2013

MUNIZ, Rafael Oliari. **Elaboração e avaliação de um material instrucional baseado na teoria da aprendizagem significativa:** estudo de transformações de energia com o uso de uma maquete. 2016. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2016.

PAULO, David. **Unidades de ensino potencialmente significativas (UEPS) em ambientes virtuais de aprendizagem (AVA) como instrumento de aprendizagem significativa de Física no ensino médio.** 2014. Dissertação (Mestre em Física) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2013.

PIRES, Clayton Antônio Pereira. **Uma proposta de ensino sobre a luz para o 9º ano do ensino fundamental:** sua natureza, propagação e interação com a matéria. 2017. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2017.

PIRES, Marcelo Antônio Pires; VEIT, Eliane Ângela. Tecnologias de informação e comunicação para ampliar e motivar o aprendizado de Física no Ensino médio. **Brasileira de ensino de Física**, São Paulo, v. 28, n. 2, p. 241 – 248, Jun. 2016.

PRAÇA Otávio Batista Pereira. **Aperfeiçoamento e aplicação de unidades de ensino potencialmente significativas com foco em grandezas Físicas, unidades de medida e suas relações.** 2017. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2017.

RAMINELLI, Ulisses José. **Uma sequência didática estruturada para integração do smartphone as atividades em sala de aula: desenvolvimento de um aplicativo para a eletrodinâmica.** 2016. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Presidente Prudente, 2016.

REIS, Antônio Fernando. **Ensinando operações com grandezas físicas vetoriais no ensino médio através da uma unidade de ensino potencialmente significativa.** 2016. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2016.

RIBEIRO, Carlos Alberto de Lima. Início de uma transição para uma aprendizagem significativa crítica em Física Moderna. ENCONTRO REGIONAL DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA. 1º, 2015, Caruaru, **PAINEL002**, p. 11-16.

RIBEIRO, Marcia Helena; ERROBIDART, Nádia Cristina Guimarães. Aprendizagem significativa: análise de uma avaliação diagnóstica estruturada a partir da taxonomia de Bloom. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, XI ENPEC, 2017, Florianópolis, **Anais R0133-1**. Disponível em: <<https://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R0133-1.pdf>>. Acesso em: 24 ago. 2018.

SANTANA, Elisângela Barreto; VALENTE, José Alexandre da Silva; PALHETA, Franciney Carvalho. Uma experiência com a teoria da aprendizagem significativa no ensino de astronomia. ENCONTRO NACIONAL DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA. 5º, 2014, Belém, **PAINEL041**. p. 827-828.

SANTOS, Clayton Ferreira dos. **Produção de vídeo por alunos no processo de ensino-aprendizagem no ensino de Física**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

SANTOS, Graziely Ameixa Siquera dos. **Desenvolvimento de uma unidade de ensino potencialmente significativa para o ensino do conceito de ondas**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2015.

SANTOS, Silvio Luís Agostinho dos. **Ensino interativo de Física utilizando materiais de baixo custo e fácil acesso**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Presidente Prudente, 2017.

SANTOS, Soronaide Gonçalves; MATOS Fabrício de Paula; SILVA, Glaidon Farias Sudário da. Uma abordagem multidisciplinar em sala de aula sobre o consumo e riscos do uso da energia elétrica. ENCONTRO REGIONAL DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA. 1º, 2015, Caruaru, **PAINEL035**, p. 123-128.

SILVA, Jales de Aquino; SOUSA, Célia Maria Soares Gomes de. O modelo ondulatório como estratégia de promoção da evolução conceitual em tópicos sobre a luz em nível médio. **Ciências Educação**, Bauru, v. 20, n. 1, p. 23-41, 2014.

SILVA, Poliana Schettini; BOSS, Sérgio Luiz Bragatto; SANTOS, Ueslei Galvão do Rosário; SANTOS, Fabiana Sena dos; SILVA, Gabriela Mendes; SANTOS, Daniel de Jesus Melo dos. Aprendizagem significativa do conceito de Colisões no Ensino médio: mapeamento dos subsunçores necessários. ENCONTRO NACIONAL DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA. 6º, 2016, São Paulo, **PAINEL044**. p. 758-766.

TRIVIÑOS, Augusto Nivaldo Silva. **Introdução à Pesquisa em ciências Sociais**. A pesquisa qualitativa em educação. O positivismo. A fenomenologia. O marxismo. São Paulo: Atlas S.A., 1987.

VIEIRA, Claytor; BENÁQUIO, Wilson; OLIVEIRA, Rogério; CAMILETTI, Guiseppi. A utilização de um material instrucional potencialmente significativo para o ensino do conceito de temperatura: um estudo com alunos do ensino médio Diego Libardi. In: ENCONTRO NACIONAL DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA. 5º, 2014, Belém, **COROL080**. p. 435-446.

**APÊNDICES**

## APÊNDICE A - REVISÃO DE LITERATURA

### Dados da revisão de literatura ligados ao referencial teórico.

Base de dados	Referência	Título	Público-Alvo
ENAS ERAS	LIBARDI; VIEIRA; BENÁQUIO; OLIVEIRA; CAMILETTI, 2014	A utilização de um material instrucional potencialmente significativo para o ensino do conceito de temperatura: um estudo com alunos do ensino médio	Ensino médio
	SANTANA; VALENTE; PALHETA, 2014	Uma experiência com a teoria da aprendizagem significativa no ensino de astronomia.	3º período do curso de Educação de Jovens e Adultos (EJA) (6º e 7º ano)
	FARIAS, 2014	Dificuldades na aprendizagem significativa do conceito de energia a partir de uma ação integradora Escola Museu para introduzir a alfabetização científica na escola.	9º ano do ensino fundamental e Ensino médio
	SILVA; BOSS; SANTOS; SANTOS; SILVA; SANTOS, 2016	Aprendizagem significativa do conceito de Colisões no Ensino médio: mapeamento dos subsunçores necessários.	Ensino médio
	RIBEIRO, 2015	Início de uma transição para uma aprendizagem significativa crítica em Física Moderna.	Ensino superior
	JESUS; MARTIN, 2015	Proposta de utilização de uma sequência didática no ensino de astronomia nas séries iniciais do ensino Fundamental, com foco na aprendizagem significativa.	6º ano do ensino fundamental
	SANTOS; MATOS; SILVA, 2015	Uma abordagem multidisciplinar em sala de aula sobre o consumo e riscos do uso da energia elétrica.	Ensino médio
CAPES SciELO	SILVA; SOUSA, 2014	O modelo ondulatório como estratégia de promoção da evolução conceitual em tópicos sobre a luz em nível médio.	2º período do curso de Ensino médio na modalidade EJA
SciELO	BARROSO; CARVALHO; HUGUENIN; TORT, 2017	Formação de imagens na óptica geométrica por meio do método gráfico de Pierre Lucie.	Ensino médio
	BRUSCATO; MORS, 2014	Ensinando Física através do radioamadorismo.	9º ano do Ensino Fundamental e 1º, 2º e 3º anos do Ensino Médio
	HILGER; MOREIRA, 2013	Estudo de representações sociais sobre Física Quântica de estudantes de ensino médio, por meio da associação numérica e escrita de conceitos.	Ensino médio
	MARTINS; VERDEAUX; SOUSA, 2014	A utilização de diagramas conceituais no ensino de Física em nível médio: um estudo de conteúdos de ondulatória, acústica e óptica.	Ensino médio
	PIRES; VEIT, 2016	Tecnologias de informação e comunicação para ampliar e motivar o	Ensino médio

Base de dados	Referência	Título	Público-Alvo
		aprendizado de Física no Ensino médio.	
	CLEBSCH; MORS, 2016	Explorando recursos simples de informática e audiovisuais: uma experiência no ensino de Fluido.	Ensino médio
	DIAS; SANTOS; SOUZA, 2016	A gravitação universal: um texto para o ensino médio.	Ensino médio
BDTD	PAULO, 2013	Unidades de ensino potencialmente significativas (UEPS) em ambientes virtuais de aprendizagem (AVA) como instrumento de aprendizagem significativa de Física no ensino médio.	Ensino médio
	MORO, 2013	O potencial da experimentação no desenvolvimento de habilidades cognitivas e na construção de conhecimento(s) de Física no ensino Fundamental.	9º ano do ensino fundamental
	MIRANDA, 2013	Objetos virtuais de aprendizagem aplicados ao ensino de Física – Uma sequência didática desenvolvida e implementada nos conteúdos programáticos de Física ondulatória, em turmas regulares do nível médio de escolarização que utilizam um sistema apostilado.	Ensino médio
	BARBOSA, 2013	Análise do ensino de Física no ensino médio um estudo de caso.	Ensino Médio
	MENDES, 2014	Modelagem computacional e simulações em Física usando o software modellus: uma abordagem alternativa no ensino de cinemática.	Ensino Técnico integrado ao Ensino médio
	GOMES, 2014	Abordagem interdisciplinar a partir da temática energia: contribuições para uma aprendizagem significativa na EJA.	EJA
	BARBOSA, 2014	Recursos tecnológicos e temas transversais no ensino de Física: um estudo de caso no IF sul/Câmpus Camaquã.	Ensino médio Técnico.
	AMARAL, 2015	Estudo de uma sequência didática na perspectiva de Ausubel para alunos do sexto ano do ensino fundamental sobre Astronomia.	Ensino fundamental
	MANTOVANI, 2015	Sequência didática como instrumento para a aprendizagem significativa do efeito fotoelétrico.	Ensino médio
	SANTOS, 2015	Desenvolvimento de uma unidade de ensino potencialmente significativa para o ensino do conceito de ondas.	Ensino médio
	SANTOS, 2016	Produção de vídeo por alunos no processo de ensino-aprendizagem no ensino de Física.	Ensino médio
	REIS, 2016	Ensinando operações com grandezas físicas vetoriais no ensino médio através de uma unidade de ensino potencialmente significativa.	Ensino médio

<b>Base de dados</b>	<b>Referência</b>	<b>Título</b>	<b>Público-Alvo</b>
	RAMINELLI, 2016	Uma sequência didática estruturada para integração do smartphone as atividades em sala de aula: desenvolvimento de um aplicativo para a eletrodinâmica.	Ensino médio
	MUNIZ, 2016	Elaboração e avaliação de um material instrucional baseado na teoria da aprendizagem significativa: estudo de transformações de energia com o uso de uma maquete.	Ensino médio
	PIRES, 2017	Uma proposta de ensino sobre a luz para o 9º ano do ensino fundamental: sua natureza, propagação e interação com a matéria.	9º ano do Ensino fundamental
	GOMES, 2017	O modelo Padrão no ensino médio: um tratamento elementar.	Ensino médio Técnico
	PRAÇA, 2017	Aperfeiçoamento e aplicação de unidades de ensino potencialmente significativas com foco em grandezas Físicas, unidades de medida e suas relações.	Ensino médio
	SANTOS, 2017	Ensino interativo de Física utilizando materiais de baixo custo e fácil acesso.	Ensino médio

Fonte: elaboração do autor, 2018.

**APÊNDICE B - ASPECTOS PROCEDIMENTAIS DAS PESQUISAS  
ANALISADAS NA REVISÃO DE LITERATURA**

Referência	Abordagem da pesquisa	Levantamento dos conhecimentos prévios	Utilização dos conhecimentos prévios	Sobre os organizadores prévios	Instrumentos de coleta de dados
LIBARDI; VIEIRA; BENÁQUIO; OLIVEIRA; CAMILETTI, 2014	Qualitativa	Apresentação de situações problemas aos alunos – problemas do cotidiano, como rachaduras em pontes e pisos e trilhos de trem retorcidos e solicitados a responder perguntas por escrito com o objetivo de explicar as possíveis causas destes acontecimentos. O objetivo foi que os alunos externalizassem os seus conhecimentos prévios sobre o assunto apresentado com objetivo de introduzir os conhecimentos planejados para aprendizagem significativa a ser estudado.	Não mencionados no texto.	Não mencionados no texto.	Os dados foram coletados a partir dos Mapas Conceituais desenvolvidos pelos alunos antes e depois da instrução e do Diário de Bordo do professor que aplicou o Material.
SANTANA; VALENTE; PALHETA, 2014	Qualitativa	Os conhecimentos prévios foram levantados por meio de um questionário aberto sobre os temas que seriam estudados.	Os conhecimentos prévios foram considerados no planejamento dos materiais instrucionais.	Foram apresentados em forma de aulas, vídeos, documentários, tabelas, textos, simulações, tendo o cuidado de manter o maior grau de abstração possível. Foram introduzidos em vários momentos ao longo da aplicação do material instrucional.	Construção de modelos por meio de oficinas, realização de atividades para certificação da eficácia dos modelos, avaliação qualitativa e contínua, de acordo com a postura dos alunos diante das atividades propostas, participação, frequência nas aulas e laboratório e construção de mapas conceituais.

<b>Referência</b>	<b>Abordagem da pesquisa</b>	<b>Levantamento dos conhecimentos prévios</b>	<b>Utilização dos conhecimentos prévios</b>	<b>Sobre os organizadores prévios</b>	<b>Instrumentos de coleta de dados</b>
FARIAS, 2014	Qualitativa	Testes e mapa conceitual	Texto não apresenta com clareza como foram aplicados os conhecimentos prévios	Foram trabalhados pela escola participante da pesquisa	Testes e mapa conceitual
SILVA; BOSS; SANTOS; SANTOS; SILVA; SANTOS, 2016	Qualitativa	Feito por meio de um questionário com quatro perguntas objetivas	O texto menciona que foram trabalhados os conhecimentos prévios em sala de aula após o levantamento, sem mencionar como foi trabalhado.	Foram elaborados de acordo com os conhecimentos prévios, mas não menciona de que forma.	Questionário e diálogo com os alunos.
RIBEIRO, 2015	Qualitativa	Considerou os conhecimentos prévios adquiridos em uma disciplina anterior e outra concomitante.	Na realização do experimento considerou o que o aluno já havia estudado.	Não mencionados no texto.	Solucionar o problema proposto pela professora.
JESUS; MARTIN, 2015	Qualitativa	Feito por meio de questionário e desenho.	Os conhecimentos prévios foram utilizados no planejamento da sequência didática.	Foi elaborado com base nos conhecimentos prévios. Vídeo e discussão.	Questionário e registros escritos voltados à pesquisa-ação.
SANTOS; MATOS; SILVA, 2015	Qualitativa	Feito por meio de um pré-teste, envolvendo conceitos gerais e específicos de cada disciplina.	Foram considerados para o planejamento das atividades.	Foi elaborado com base nos conhecimentos prévios levantados.	Testes de compreensão aplicados em todas as etapas da aplicação da sequência didática, participação do aluno em sala de aula, seminários, relatórios e relatos em sala de aula.
SILVA; SOUSA, 2014	Qualitativa	Feito por meio de duas questões e discussões sobre o que foi estudado em física I no	Os conhecimentos prévios foram utilizados para	Foram elaborados com base nos conhecimentos	Teste de compreensão no decorrer do projeto,

Referência	Abordagem da pesquisa	Levantamento dos conhecimentos prévios	Utilização dos conhecimentos prévios	Sobre os organizadores prévios	Instrumentos de coleta de dados
		primeiro momento e por meio de um pré-teste em um segundo momento.	planejamento de intervenções pedagógicas (atividades e recursos didáticos).	prévios	seminários, relatórios e relatos em sala.
BARROSO; CARVALHO; HUGUENIN; TORT, 2017	Qualitativa	Feito por meio de uma pergunta.	Foram utilizados	Foram elaborados com base no levantamento dos conhecimentos prévios.	Questionário
BRUSCATO; MORS, 2014	Qualitativa	Feito por meio de questionário.	Não mencionados no texto.	Não foi mencionado no texto.	Mapas conceituais.
HILGER; MOREIRA, 2013	Qualitativa	Feito por meio de questionário.	Não relatado.	Não mencionado no texto.	Questionários.
MARTINS; VERDEAUX; SOUSA, 2014	Quantitativa	Feito por meio de teste.	Não mencionados no texto.	Não mencionado no texto.	Diagramas elaborados pelos alunos.
PIRES; VEIT, 2016	Quantitativa	Foi feito de duas formas: considerou o conhecimento adquirido pelos alunos e pelo ambiente de aprendizagem.	Não mencionados pelo texto.	Não mencionados no texto.	Contribuição dos alunos nos Fóruns de discussão.
CLEBSCH; MORS, 2016	Qualitativa	Feito a partir da discussão de trechos de filmes.	Não mencionados pelo texto.	Não mencionados no texto.	Provas.
DIAS; SANTOS; SOUZA, 2016	Qualitativa.	Feito por meio de questionário.	Não mencionados pelo texto.	Utilizou a História da física como organizador prévio	Questionário.
PAULO, 2013	Qualitativa.	Feito por apresentação de vídeo, construção de um esquema conceitual coletivamente sobre o vídeo, explicação por escrito individualmente sobre o mapa construído coletivamente.	Não mencionados pelo texto.	Não mencionados no texto.	Participação do aluno, Atividade no Moodle e, avaliações.
MORO, 2013	Qualitativa	Feito com duas atividades: pela leitura de um texto e responder um questionário sobre ele; observar a imagem de	Não mencionados pelo texto.	Não mencionados no texto.	Questionário.

<b>Referência</b>	<b>Abordagem da pesquisa</b>	<b>Levantamento dos conhecimentos prévios</b>	<b>Utilização dos conhecimentos prévios</b>	<b>Sobre os organizadores prévios</b>	<b>Instrumentos de coleta de dados</b>
		uma ponte e responder duas questões.			
MIRANDA, 2013	Qualitativa	Feito por meio de um mapa de conceitos sobre ondas individualmente.	Não mencionados pelo texto.	Não mencionados no texto.	Mapas de conceitos e testes avaliativos.
BARBOSA, 2013	Qualitativa	Feito por entrevista.	Não mencionados pelo texto.	Não mencionados no texto.	Entrevista individual.
MENDES, 2014	Quali-quantitativa.	Feito por meio de questionário.	Não mencionados pelo texto.	Não mencionados no texto.	Questionários, atividades de modelagem computacional e testes.
GOMES, 2014	Qualitativa	Feito por meio de questões-foco.	Não mencionados pelo texto.	Não mencionados no texto.	Questionário, avaliação e diário do professor.
BARBOSA, 2014	Qualitativa	Feito por um pré-teste, constituído de um questionário de questões abertas e fechadas.	Não mencionados pelo texto.	Não mencionados no texto.	Testes.
AMARAL, 2015	Qualitativa	Feito por meio de questionário.	Não mencionados pelo texto.	Não mencionados no texto.	Desenhos, pesquisa, questões objetivas e dissertativas e caça-palavras.
MANTOVANI, 2015	Qualitativa	Feito por meio da leitura de um texto jornalístico e questionário relacionado com o texto lido.	Os conhecimentos prévios foram utilizados para planejamento dos organizadores prévios.	Foram elaborados de acordo com os conhecimentos prévios.	Questionários.
SANTOS, 2015	Qualitativa	Feito por meio de diagrama elaborado pelos alunos individualmente	Os conhecimentos prévios foram utilizados no planejamento dos organizadores prévios	Foram elaborados de acordo com os conhecimentos prévios.	Diagramas, questões problematizadoras, listas de exercícios, textos, diário de campo, registros gravados em áudio.
SANTOS, 2016	Qualitativa	Feito por meio de questionário.	Não mencionados pelo texto.	Não mencionados no texto.	Questionário, debate
REIS, 2016	Qualitativa	Feito por meio de mapa mental.	Foram utilizados nos organizadores prévios.	Foram elaborados de acordo com os conhecimentos prévios.	Mapa mental e Mapa conceitual

<b>Referência</b>	<b>Abordagem da pesquisa</b>	<b>Levantamento dos conhecimentos prévios</b>	<b>Utilização dos conhecimentos prévios</b>	<b>Sobre os organizadores prévios</b>	<b>Instrumentos de coleta de dados</b>
RAMINELLI, 2016	Qualitativa	Feito por meio de questionário com questões abertas.	Não mencionados pelo texto.	Não mencionados no texto.	Questionários.
MUNIZ, 2016	Qualitativa	Feito por meio de pré-teste, com 10 questões de múltipla escolha e questões abertas.	Foram utilizados para planejamento do organizador prévio	Os organizadores prévios foram trabalhados por meio do instrumento <i>concept tests</i> .	Pré-teste, pós-teste utilizando o teste estatístico de <i>Welcoxon</i> .
PIRES, 2017	Qualitativa	Feito por meio de um questionário.	Não mencionados pelo texto.	Não mencionados no texto.	Falas dos alunos e questionários.
GOMES, 2017	Qualitativa	Feito por dois questionários aplicados em momentos diferentes.	Não mencionados pelo texto.	Não mencionados no texto.	Questionário.
PRAÇA, 2017	Qualitativa	Feito pelo preenchimento de um quadro.	Não mencionados pelo texto.	Não mencionados no texto.	Questionário.
SANTOS, 2017	Qualitativa	Feito por meio de questionário.	Não mencionados pelo texto.	Não mencionados no texto.	Questionário.

Fonte: elaboração do autor, 2018.

## APÊNDICE C - TÓPICOS DE FÍSICA TRABALHADOS NAS PESQUISAS

### Conteúdos, ou tópicos, desenvolvidos nos trabalhos analisados.

Área temática	Referência	Tópicos ou conteúdo de física trabalhados
Mecânica	SILVA; BOSS; SANTOS; SANTOS; SILVA; SANTOS, 2016.	Colisão
	MENDES, 2014.	Cinemática
	PIRES; VEIT, 2016	Gravitação
	DIAS; SANTOS; SOUZA, 2016.	Gravitação universal
	BARBOSA, 2014.	Energia
	GOMES, 2014.	Energia
	FARIAS, 2014.	Energia
	MUNIZ, 2016.	Transformação de energia
	REIS, 2016.	Grandezas físicas vetoriais
	PRAÇA, 2017.	Grandezas físicas, unidade de medida e suas relações.
Fluidos	PAULO, 2013.	Física do voo, princípios da dinâmica e princípio de Bemoulli.
	MORO, 2013.	Flutuação
	CLEBSCH; MORS, 2016.	Fluido
Eletricidade e magnetismo	SANTOS; MATOS; SILVA, 2015.	Energia elétrica
	RAMINELLI, 2016.	Eletrodinâmica
Astronomia	SANTANA; VALENTE; PALHETA, 2014.	As fases da Lua, as estações do ano, <i>Gnômon</i> , relógio de Sol e os fenômenos relacionados ao clima e à meteorologia.
	JESUS; MARTIN, 2015.	Conceitos de planetas, estrelas e modelos planetários.
	AMARAL, 2015.	História da Astronomia; Orientação; Planeta Terra – fases da lua; Planeta Terra – estações do ano e sistema solar.
Termodinâmica	VIEIRA; BENÁQUIO; OLIVEIRA; CAMILETTI, 2014.	Temperatura
	BARBOSA, 2014.	Efeito estufa.
Ondas	SILVA; SOUSA, 2014.	Luz
	PIRES, 2017.	Luz
	MIRANDA, 2013.	Ondas
	SANTOS, 2015.	Ondas
	BRUSCATO; MORS, 2014	Som
	MARTINS; VERDEAUX; SOUZA, 2014.	Onda, som e Luz.
Óptica	BARROSO; CARVALHO; HUGUENIN; TORT, 2017.	Imagem
	SANTOS, 2015.	Imagem
Radiação e matéria	RIBEIRO, 2015.	Circuito eletrônico
	GOMES, 2017.	Modelo padrão da física de partículas
	MANTOVANI, 2015.	Efeito fotoelétrico
	HILGER; MOREIRA, 2013.	A influência dos meios de divulgação sobre as ideias dos indivíduos a respeito de conceitos científicos de Física quântica.
Feira de Ciências	SANTOS, 2017.	Conteúdo do 1º ano, 2º ano e 3º ano do ensino médio

Fonte: Elaborado pelo autor

**APÊNDICE D - QUESTIONÁRIO APLICADO AOS PROFESSORES DE FÍSICA  
DO INSTITUTO FEDERAL DE GOIÁS CÂMPUS JATAÍ.**

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS  
CÂMPUS JATAÍ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM EDUCAÇÃO PARA CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

Prezado(a) professor(a)

Este questionário é parte integrante da etapa inicial de uma pesquisa de mestrado em educação para Ciências e Matemática, sobre a aprendizagem significativa de conceitos físicos relacionados à energia. Meu nome é Carlos Roberto Rodrigues de Souza, sou aluno do curso de mestrado em educação para Ciências e Matemática do IFG Câmpus Jataí e sou o pesquisador responsável pela pesquisa e pela elaboração deste questionário. O objetivo deste questionário é definir os conceitos de energia fundamentais que um discente deverá ter aprendido ao final do primeiro ano do ensino médio do curso técnico integrado integral em Manutenção e Suporte de Informática e os conhecimentos necessários para a aprendizagem significativa destes conceitos. Caso você decida responder ao questionário, a sua identidade e a de todos os que desejarem colaborar será preservada, visto que os dados serão tratados de maneira confidencial, sendo utilizados apenas para essa pesquisa. É importante destacar que não haverá nenhum tipo de pagamento ou gratificação financeira para sua participação, como também não haverá nenhum ônus. Tendo em vista os esclarecimentos e as informações apresentadas, no caso de aceitar responder a este questionário, marque a opção “SIM. ACEITO RESPONDER ESTE QUESTIONÁRIO E CONCORDO QUE AS INFORMAÇÕES FORNECIDAS POSSAM SER UTILIZADAS NA PESQUISA DE MESTRADO”, LOGO ABEIXO. Em caso de recusa, você não será penalizado (a) de forma alguma. Em caso de dúvida sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com o pesquisador responsável – Carlos Roberto, e seu orientador de mestrado – Rodrigo Claudino Digo, pelos e-mails [crrdsfisico@yahoo.com.br](mailto:crrdsfisico@yahoo.com.br) e [rديوigo@gmail.com](mailto:rديوigo@gmail.com).

Atenciosamente

Carlos Roberto Rodrigues de Souza: mestrando em Educação para Ciências e Matemática e pesquisador responsável.

Dr. Rodrigo Claudino Digo: professor orientador.

Diante do exposto acima você aceita responder este questionário e concorda que as informações sejam utilizadas na pesquisa?

( ) SIM. Aceito responder este questionário e concordo que as informações fornecidas possam ser utilizadas na pesquisa de mestrado.

( ) NÃO. Não aceito responder este questionário.

Assinatura

Local e data.

Com base na sua experiência, gostaríamos que respondesse as seguintes questões:

1. Ao final do primeiro ano do ensino médio do curso técnico integrado integral em Manutenção e Suporte de Informática, quais são os dois conceitos principais de energia dentre os relacionados abaixo fundamentais que um discente deverá ter aprendido?

( ) Trabalho

( ) Potência

( ) Energia

( ) Energia cinética

( ) Energia potencial

( ) Energia potencial gravitacional

( ) Energia potencial elástica

( ) Energia mecânica

( ) Conservação da energia

( ) Princípio geral da conservação da energia

( ) Outro(s): \_\_\_\_\_

---



---



---

2. Quais são os conceitos, ou conhecimentos, necessários para aprendizagem dos conceitos escolhidos anteriormente na primeira questão?

---



---



---



---



---



---

3. Como você avaliaria a aprendizagem dos conceitos escolhidos na primeira questão?

---

---

---

---

---

---

Desde já obrigado pela sua contribuição com a nossa pesquisa.

Jataí, 27 de julho de 2017.

**Pesquisador:** Mestrando Carlos Roberto Rodrigues de Souza

**Orientador:** Dr. Rodrigo Claudino Diogo

**APÊNDICE E - QUESTIONÁRIO APLICADO AOS ALUNOS DO PRIMEIRO ANO DO CURSO TÉCNICO INTEGRADO INTEGRAL DE MANUTENÇÃO E SUPORTE EM INFORMÁTICA DO INSTITUTO FEDERAL DE GOIÁS CÂMPUS JATAÍ, PARA LEVANTAMENTO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS.**

Nome: \_\_\_\_\_

**AFINAL DE CONTAS, O QUE É ENERGIA?**

Você já ouviu falar de energia no seu dia-a-dia, na televisão, nos jornais, em casa, na rua e em outros locais. Baseado nos seus conhecimentos assinale as imagens nas quais você consegue identificar a presença, ou existência, de algum tipo de energia. Para cada imagem que assinalar, você deve escrever uma justificativa:

<b>Imagem</b>	<b>Justificativa</b>
<p>Música (som de alto-falantes)</p>  <p align="center">( )</p> <p align="center">1</p>	
<p>Transmissão via satélite</p>  <p align="center">( )</p> <p align="center">2</p>	



Petróleo

( )

3



Lâmpada acesa

( )

4



Jogador

( )

5



Usina nuclear

( )

6



Chama

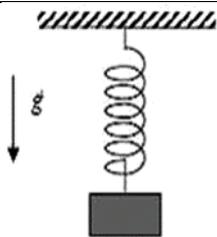
( )

7



( )

8



Mola esticada

( )

9



Foguete

( )

10



Engrenagens

( )

11



Sistema Terra-Lua

( )

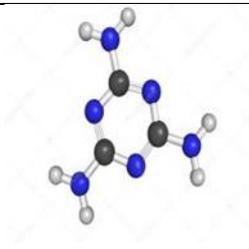
12



Estátua

( )

13



Molécula

( )

14



Esfera parada sobre a mesa

( )

15



Carro em movimento

( )

16



Arqueiro

( )

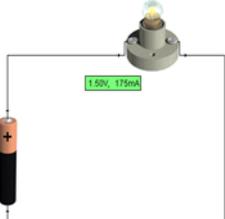
17



Sol – Planta

( )

18

 <p>Refeição (Alimento)</p> <p>( )</p> <p>19</p>	
 <p>( )</p> <p>20</p>	
 <p>Pilha</p> <p>( )</p> <p>21</p>	

A seguir encontram-se algumas palavras ou expressões. Assinale quais estão associadas à energia, ou algum tipo de energia. Para as que você assinalou, escreva uma justificativa:

Palavra / expressões	Justificativa
<p>Força</p> <p>( )</p>	

Conservação ( )	
Movimento ( )	
Deslocamento ( )	
Massa ( )	
Velocidade ( )	
Carga elétrica ( )	
Leis de Newton ( )	
Peso ( )	

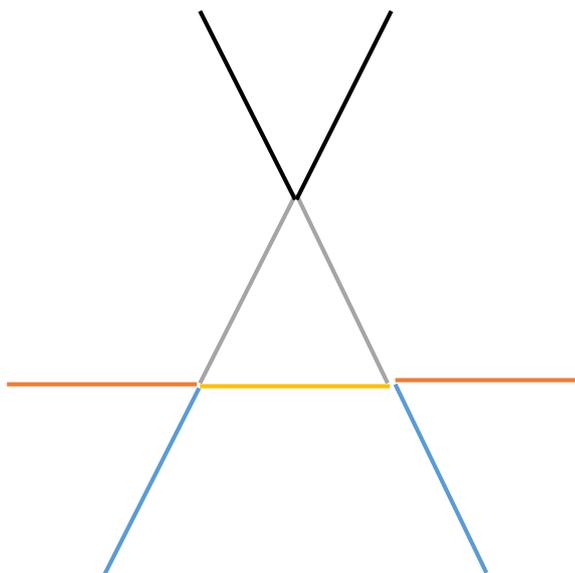
Trabalho  ( )	
---------------------	--

Fonte: Elaborado pelo autor

**APÊNDICE F - ROTEIRO DO ORGANIZADOR PRÉVIO ROTEIRO DA AULA****CONSERVAÇÃO e TRANSFORMAÇÃO**

Atividades:

1. Medir a massa de modelar com a balança e registrar o valor encontrado. Após a medida da massa, dividir a mesma em vários pedaços e tingir parte dos pedaços com a anilina e medir a massa novamente, registrando o valor encontrado. Responder a seguinte pergunta. O que permanece constante após a manipulação da massa?
2. Mover 4 palitos para formar 5 triângulos.



Responder a seguinte pergunta: O que permanece constante quando movemos os quatro palitos para formar os cinco triângulos?

3. Empurrar a lata mágica, e observar o que acontece.

Responder a seguinte pergunta: Qual é a transformação que ocorre durante o movimento da lata? Porque a lata mágica vai e volta? Qual a relação que pode ser estabelecida neste sistema com relação à conservação e a transformação?

4. Desafio mental: Se considerarmos um sistema formado por uma caixa fechada com um balão dentro cheio de ar. Se o balão estourar o que muda e o que altera no sistema inteiro: caixa fechada, ar dentro da caixa fechada e o ar do balão?

Escrever um texto ou um cartaz explicando o que acontece em cada experimento e responder a seguinte pergunta: O que há de comum entre esses pequenos experimentos?

Após o término da atividade entregar para o professor o texto produzido assinado.

## APÊNDICE G - ORIENTAÇÕES PARA CONFEÇÃO DO MAPA CONCEITUAL

### CONSTRUÇÃO DO MAPA CONCEITUAL

#### Atividade 2 – Construção de um mapa conceitual

Esta atividade deverá ser realizada individualmente.

1. Serão entregues fichas de papel para cada aluno escrever os conceitos relacionados com a conservação de energia.
2. Após realizar cada etapa você deverá fotografar com o celular e enviar para o professor via WhatsApp.
3. Orientações para construção do mapa conceitual:

**3.1** Identifique os conceitos-chaves do conteúdo que estudamos sobre energia e ponha-os em uma lista. Transcreva os conceitos listados um em cada ficha de papel.

**3.2** Construa uma lista ordenando os conceitos de forma que o(s) mais geral(is), mais inclusivo(s), fiquem no topo da lista e, gradualmente, vá agregando os demais até chegar ao conceito mais específico. (Colocar as fichas com os conceitos de forma ordenada do mais inclusivo para o menos inclusivo)

**3.3** Disponha os conceitos sob a forma de um mapa conceitual, respeitando a ordenação feita no passo 2. (O mapa conceitual deverá ficar com os conceitos mais inclusivos no topo do mapa e os menos inclusivos na base do mapa.)

**3.4** Conecte os conceitos com linhas e rotule essas linhas com uma ou mais palavras-chave que explicitem a relação entre os conceitos. Os conceitos e as palavras-chave devem formar uma proposição que expresse o significado da relação.

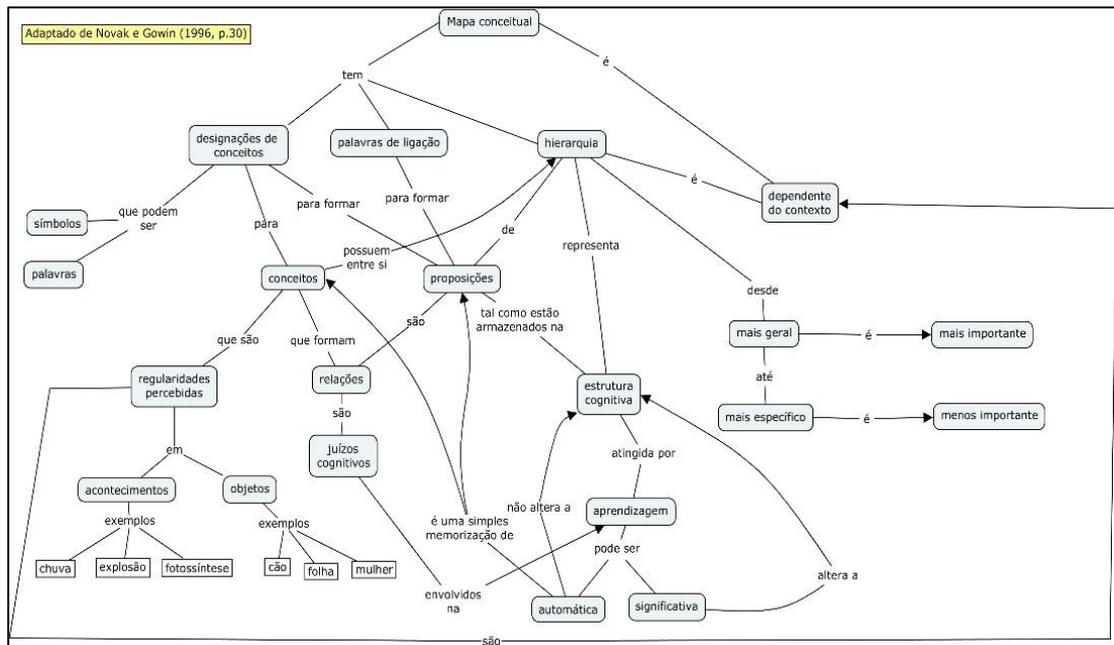
**3.5** Evite palavras que apenas indiquem relações triviais entre os conceitos. (Palavras como: “é”, “são”, “pode ser”, “pertence”, “depende”, “tem”, “ou”, “de” e “da”. Também evite o uso de equações e fórmulas.)

**3.6** Busque relações: horizontais, cruzadas entre conceitos de diferentes ramos do mapa e de baixo para cima.

**3.7** Exemplos podem ser adicionados aos mapas, embaixo dos conceitos correspondentes.

**3.8** Busque relações entre os exemplos e outros conceitos e exemplos presentes no mapa conceitual.

### Exemplo de um mapa conceitual:



MOREIRA, Marcos Antônio. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa.**

Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.Pdf>>. Acesso em: 21 dez. 2017.

## APÊNDICE H - ANÁLISE DA ATIVIDADE DO PRIMEIRO ENCONTRO DA SD

### Análise da atividade aplicada no primeiro encontro da aplicação da SD – conhecimentos prévios

Figura ou termo	Relação com energia				Justificativa					
	Sim		Não		Correta		Incorreta/ em branco		Indício de saberes sobre conservação ou transformação	
	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%
Fig.01 – Fone de ouvido – Música (som de Alto)	27	93,1	3	6,9	26	86,7	4	13,3	4	13,3
Fig. 02 – Uma torre de transmissão via satélite	24	80,0	6	20,0	22	73,3	8	26,7	1	3,3
Fig. 3 – Uma plataforma de exploração de petróleo	22	73,3	8	66,7	23	76,7	7	23,3	5	16,7
Fig. -4- Uma lâmpada acesa	30	100,0	0	0	30	100,0	0	0,0	4	13,3
Fig. 5 – Um jogador chutando a bola	26	89,7	4	10,3	28	93,3	2	6,7	6	20,0
Fig. 6 – Uma usina nuclear	26	89,7	4	10,3	26	86,7	4	13,3	15	50,0
Fig. 7 – Chama de uma vela	18	62,1	12	37,9	18	60,0	12	40,0	9	30,0
Fig. 8 – Um jovem andando de bicicleta	26	89,7	4	10,3	26	86,7	4	13,3	4	13,3
Fig. 9 – Uma mola esticada na vertical com um corpo na extremidade inferior suspenso	15	50,0	15	50,0	14	46,7	16	53,3	1	3,3
Fig. 10 – Um foguete sendo lançado da torre de lançamento	24	80,0	6	20,0	23	76,7	7	23,3	2	6,7
Fig. 11 – Três engrenagens engrenadas	15	50,0	15	50,0	14	46,7	16	53,3	1	3,3
Fig. 12 – Sistema Terra-Lua	19	63,3	11	36,7	18	60,0	12	40,0	0	0
Fig. 13 – Estátua de um cavalo com as patas dianteiras suspensas com o seu cavaleiro	7	23,3	23	76,7	7	23,3	23	76,7	0	0
Fig. 14 – Esquema de uma molécula	21	70,0	9	30,0	18	60,0	12	40,0	0	0
Fig. 15 – Mesa com uma esfera parada sobre ela	16	53,3	14	46,7	10	33,3	20	6,7	0	0
Fig. 16 – Carro em movimento	26	89,7	4	10,3	25	83,3	5	16,7	0	0
Fig. 17 – Arqueiro com seu arco na posição de lançar a flecha	17	56,7	13	43,3	14	46,7	16	53,3	0	0
Fig. 18 - Planta	27	93,1	3	6,9	27	90,0	3	10,0	0	0

Figura ou termo	Relação com energia				Justificativa					
	Sim		Não		Correta		Incorreta/ em branco		Indício de saberes sobre conservação ou transformação	
	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%
iluminada pelo Sol										
Fig. 19 – Prato cheio de alimento	21	70,0	9	30,0	21	70,0	9	30,0	10	33,3
Fig. 20 – Circuito simples constituído de uma lâmpada e uma pilha	28	93,3	2	6,7	28	93,3	2	6,7	0	0
Fig. 21 – Duas pilhas	26	89,7	4	10,3	22	73,3	8	26,7	0	0
Ter. 1 – “Força”	26	89,7	4	10,3	13	43,3	17	56,7	6	20,0
Ter. 2 – “Conservação”	6	20,0	24	80,0	2	6,7	28	93,3	3	10,0
Ter. 3 – “Movimento”	26	89,7	4	10,3	21	70,0	9	30,0	6	20,0
Ter. 4 – “Deslocamento”	18	60,0	12	40,0	13	43,3	17	56,7	2	6,7
Ter. 5 – “Massa”	7	23,3	23	76,7	6	20,0	24	80,0	2	6,7
Ter. 6 – “Velocidade”	22	73,3	8	26,7	16	53,3	14	46,7	7	23,3
Ter. 7 – “Carga Elétrica”	27	93,1	3	6,9	24	80,0	6	20,0	4	13,3
Ter. 8 – “Leis de Newton”	17	56,7	13	43,3	6	20,0	24	80,0	1	3,3
Ter. 9 – “Peso”	9	30,0	21	70,0	5	16,7	25	83,3	0	0
Ter. 10 – “Trabalho”	11	36,7	19	63,3	6	20,0	24	80,0	1	3,3

Fonte: elaborado pelo autor

## APÊNDICE I - CONSERVAÇÃO DA ENERGIA MECÂNICA. APLICADO NO QUARTO ENCONTRO PARA AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA



### Aprendendo virtualmente!

Acesse o endereço: [http://bit.ly/ifg\\_skate](http://bit.ly/ifg_skate) pelo seu celular ou pelo computador de acordo com o seguinte roteiro:

1. clique em 
2. Marque as opções do quadro 
3. Coloque o skatista na pista e observe o que acontece.
4. Que forma de energia está sendo trabalhada no simulador? Qual é a transformação de energia presente neste sistema.
5. Varie a massa do skatista e verifique o que modificou no sistema. 
6. Troque os tipos de pistas e faça as suas observações. 
7. Registre as suas observações e conclusões em uma folha de papel.

## 2ª etapa do simulador

1. Clique em



2. Marque as opções do quadro



3. Coloque o Skatista na pista e observe o que se modificou no sistema.

4. Que forma de energia é produzida e porque?

5. Varie a fricção e verifique o que modificou no sistema.



6. Registre as suas observações e conclusões em uma folha de papel.

### Atividade 1 – Simulador “Formas de energia e Transformação”

Esta atividade deverá ser realizada em grupo.

Acesse o link:

<https://phet.colorado.edu/pt-BR/simulation/legacy/energy-forms-and-changes>

1. Manipule o bloco de ferro o tijolo e a vasilha de água no fogareiro e observe o que acontece.

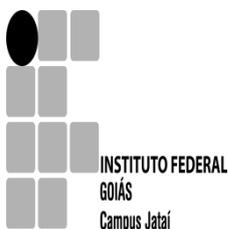
2. Clique em “sistema de energia”

3. Manipule o simulador e observe o que ocorre.

4. Escreva um texto descrevendo as transformações realizadas e relacione com a conservação da energia.

## APÊNDICE J - AVALIAÇÃO DE APRENDIZAGEM – DATA: 06/03/2018

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.  
Campus de Jataí



Avaliação Física I – Valor: 10,0 – Curso Técnico Integrado, Integral em Manutenção e Suporte em Informática

Aluno(a): \_\_\_\_\_ Nº \_\_\_\_\_.

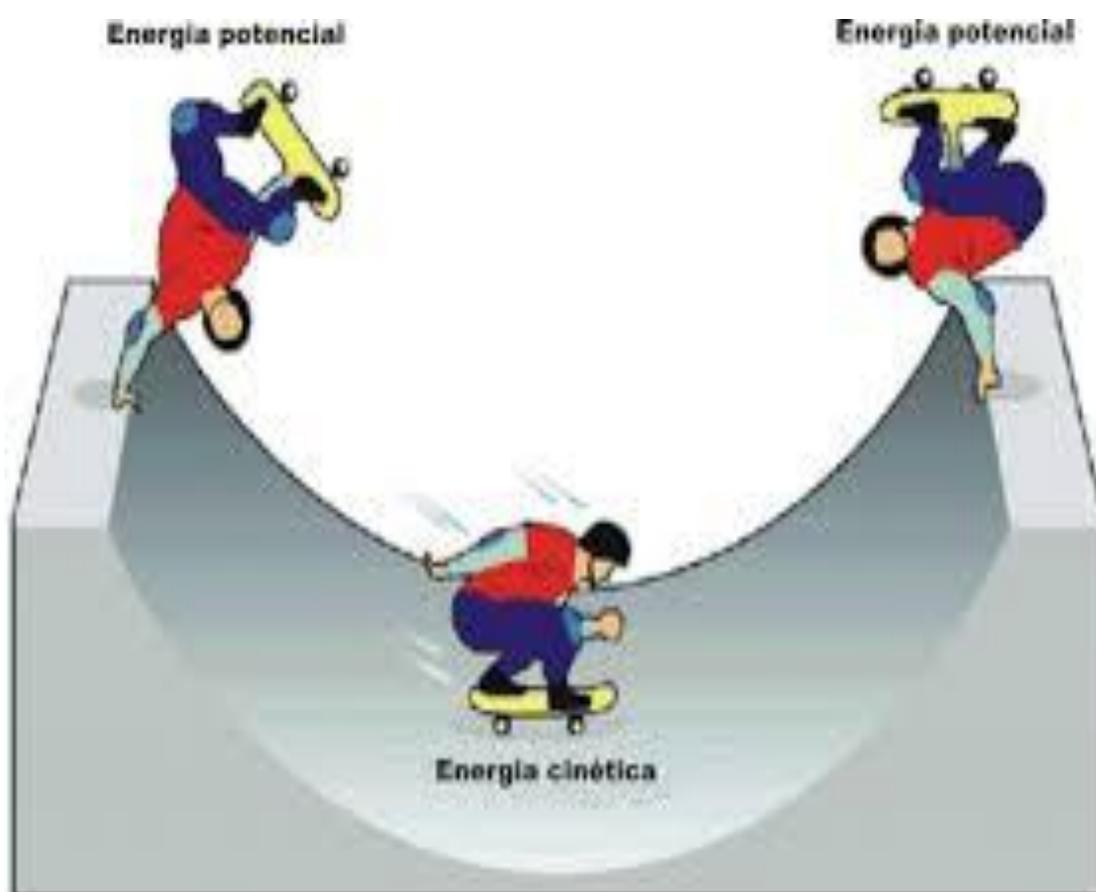
Data: \_\_\_\_\_, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_. Nota: \_\_\_\_\_.

1. Podemos obter água quente para um banho por meio de um aquecedor elétrico, a gás ou a luz solar. Indique as principais transformações de energia nessa situação.
2. Um goleiro justifica na coletiva de imprensa que teve dificuldade para defender o último pênalti porque a bola chegou até ele com “muita força”. Como você avalia a argumentação do goleiro? Ela está correta do ponto de vista da Física? Se fosse necessário como você faria a correção dessa afirmação?
3. Um aluno, que não se convence facilmente, pretende encontrar uma situação que a energia não se conserve. Ele propõe a seguinte questão: “Quando deixo um pouco de água no interior de uma lata de alumínio pintado de preto, totalmente fechada, a energia não pode ter entrado. Portanto, ela foi produzida em seu interior.” Onde está o equívoco no raciocínio dele?
4. Logo após uma colisão entre dois carros, para onde vai a energia que inicialmente estava na forma de movimento?
5. **Descreva com suas palavras o princípio geral de conservação de energia.**

# INSTITUTO FEDERAL DE GOIÁS POS-GRADUAÇÃO EM MATEMÁTICA E CIÊNCIAS

MESTRANDO CARLOS ROBERTO RODRIGUES DE SOUZA  
ORIENTADOR DR. RODRIGO CLAUDINO DIOGO  
JATAÍ, 2019

*Uma sequência didática para ensino da  
transformação e conservação da energia sob a  
perspectiva da teoria da aprendizagem significativa*





*Programa de Pós-  
Graduação em Educação para  
Ciências e*

**CARLOS ROBERTO RODRIGUES DE SOUZA  
RODRIGO CLAUDINO DIOGO**

**UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA ENSINO DA  
TRANSFORMAÇÃO E CONSERVAÇÃO DA ENERGIA  
SOB A PERSPECTIVA DA TEORIA DA  
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

Produto Educacional vinculado à dissertação “**A aprendizagem da conservação de energia sob a perspectiva da teoria da aprendizagem significativa**”

Jataí

2019

## APRESENTAÇÃO

Este produto educacional é caracterizado como uma sequência didática elaborada com o objetivo de trabalhar o seguinte conteúdo de Física: “O princípio geral da conservação da energia”. É uma proposta de ensino construída para ser aplicada no primeiro ano do ensino médio, fundamentada na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel.

Diante da necessidade de promover um ensino de Física que seja transformador da realidade dos alunos, algumas questões se tornaram presentes em minhas reflexões docentes, ao longo de meus 34 anos de docência, tais como: qual é o melhor método para trabalharmos o ensino de Física? Como promover uma aprendizagem que motive os alunos a aprenderem os conteúdos de forma significativa? Como quebrar o preconceito preexistente que os alunos têm da Física quando entram no ensino médio? De que forma podemos diminuir a reprovação em Física no primeiro ano do ensino médio?

Em respostas a estas indagações, propomos elaborar uma sequência didática, segundo os princípios propostos pela teoria da aprendizagem significativa.

Escolhemos essa teoria de Ausubel por ser uma teoria desenvolvida para a aprendizagem que acontece em ambientes educacionais. De acordo com Ausubel, Novak e Hanesian (1998, p. 3) “Teorias e métodos de ensino considerados válidos devem relacionar-se à natureza do processo de aprendizagem em sala de aula e também aos fatores cognitivos e afetivos sociais que o influenciam.”. Assim, a teoria da aprendizagem significativa (TAS) nos fornece elementos para pensar, escolher e interpretar o processo de aprendizagem dos estudantes.

Tendo como base a TAS a nossa proposta de sequência didática foi dividida em quatro momentos distintos:

O primeiro momento foi o levantamento dos conhecimentos prévios, pois segundo a TAS, para que a aprendizagem significativa ocorra é preciso que levemos em consideração o que o aluno já sabe. Ao investigarmos os conhecimentos prévios dos alunos podemos verificar se eles possuem os subsunçores<sup>25</sup> que atuarão como âncoras para que a aprendizagem do novo conteúdo ocorra de forma significativa.

---

<sup>25</sup> Subsunçores são conhecimentos específicos e relevantes de uma determinada área do conhecimento, presentes na estrutura cognitiva de uma pessoa, através dos quais as novas informações se ancoram, e por assimilação eles são transformados em subsunçores mais gerais e inclusivos.

No segundo momento aplicamos os organizadores prévios<sup>26</sup>, que é uma estratégia proposta pela TAS, caso o aluno não possua os conhecimentos prévios necessários para que ocorra a aprendizagem significativa.

O terceiro momento foi constituído de dois encontros: no primeiro foram trabalhados os conceitos de conservação, transformação e formas de energia através da apresentação de um vídeo e exposição dos conteúdos; no segundo foram trabalhados a conservação da energia mecânica e os sistemas conservativos e dissipativos através da manipulação de um simulador e exposição dos conteúdos.

O quarto momento teve como objetivo a avaliação da aprendizagem significativa, também constituído de dois encontros: no primeiro utilizamos um simulador, onde foram trabalhados as formas de energia e transformações e a utilização do mapa conceitual<sup>27</sup> para avaliação da aprendizagem significativa do princípio geral da conservação da energia; no segundo foi a aplicação de uma questão, onde foi solicitada a descrição do princípio geral da conservação da energia.

A sequência didática proposta se mostrou um material instrucional capaz de promover uma aprendizagem significativa do princípio geral da conservação da energia.

## SEQUÊNCIA DIDÁTICA

### PRIMEIRO ENCONTRO – LEVANTAMENTO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS

Os conceitos aprendidos ao longo da vida de um indivíduo compõem os conhecimentos dessa pessoa. Esses conhecimentos, de acordo com a TAS, constituem o **fator isolado mais importante para a aprendizagem significativa**, visto que eles podem incluir, ou não, os conceitos subsunçores ou apenas subsunçores (*subsumers*). Esses conceitos subsunçores são fundamentais para que um determinado conhecimento possa ser aprendido pois servem de âncora para que a nova informação seja internalizada na estrutura cognitiva do aluno, de forma literal e não arbitrária, para que de fato ocorra a aprendizagem de forma

---

<sup>26</sup> Organizadores prévios (antecipatórios), elaborados de forma a facilitar a apreensão do material a ser aprendido, apresentados de forma familiar ao aluno, têm um efeito favorecedor na aprendizagem e na retenção dos novos conceitos a serem estudados.

<sup>27</sup> Técnica desenvolvida por Joseph Novak e os seus colaboradores na Universidade de Cornell, nos Estados Unidos, fundamenta na teoria cognitiva da aprendizagem de David Ausubel, isto é, foi desenvolvida para promover a aprendizagem significativa. (MOREIRA, 2012, p. 5).

significativa. Na ausência dos subsunçores, não ocorrerá a aprendizagem de forma significativa, e sim a aprendizagem mecânica (MOREIRA; MASINI, 1982, p. 7).

Esta atividade tem como objetivo levantar os conhecimentos prévios dos alunos em sua estrutura cognitiva para a aprendizagem significativa do conhecimento do princípio geral da conservação da energia. Para esse fim, aplicar o seguinte questionário:

Nome: \_\_\_\_\_

### AFINAL DE CONTAS, O QUE É ENERGIA?

Você já ouviu falar de energia no seu dia-a-dia, na televisão, nos jornais, em casa, na rua e em outros locais. Baseado nos seus conhecimentos assinale as imagens nas quais você consegue identificar a presença, ou existência, de algum tipo de energia. Para cada imagem que assinalar, você deve escrever uma justificativa:

Imagem	Justificativa
<p>Música (som de alto-falantes)</p>  <p>( )</p> <p>1</p>	
<p>Transmissão via satélite</p>  <p>( )</p> <p>2</p>	



Petróleo

( )

3



Lâmpada acesa

( )

4



Jogador

( )

5



Usina nuclear

( )

6



Chama

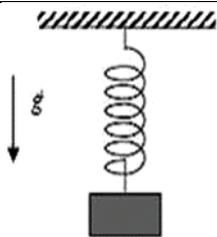
( )

7



( )

8



Mola esticada

( )

9



Foguete

( )

10



Engrenagens

( )

11



Sistema Terra-Lua

( )

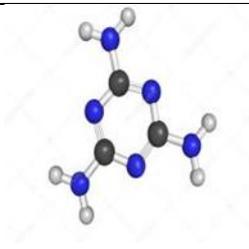
12



Estátua

( )

13



Molécula

( )

14



Esfera parada sobre a mesa

( )

15



Carro em movimento

( )

16



Arqueiro

( )

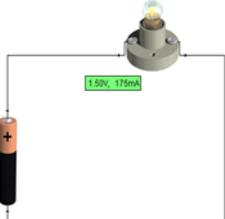
17



Sol – Planta

( )

18

 <p>Refeição (Alimento)</p> <p>( )</p> <p>19</p>	
 <p>( )</p> <p>20</p>	
 <p>Pilha</p> <p>( )</p> <p>21</p>	

A seguir encontram-se algumas palavras ou expressões. Assinale quais estão associadas à energia, ou algum tipo de energia. Para as que você assinalou, escreva uma justificativa:

Palavra / expressões	Justificativa
<p>Força</p> <p>( )</p>	

Conservação ( )	
Movimento ( )	
Deslocamento ( )	
Massa ( )	
Velocidade ( )	
Carga elétrica ( )	
Leis de Newton ( )	
Peso ( )	

Trabalho  ( )	
---------------------	--

Após aplicação da atividade proposta, fazer a análise dos dados obtidos para verificar quais os conhecimentos prévios que os alunos não possuem para aprendizagem significativa do princípio geral da conservação da energia. Após a identificação da ausência dos subsunçores<sup>28</sup>, caso sejam necessários, elaborar o organizador prévio e aplicar na turma.

Na turma em que aplicamos a atividade, os subsunçores ausentes na estrutura cognitiva dos alunos foram a “conservação” e a “transformação”. Cada turma em que for aplicada esta atividade poderá ter ausência de outros subsunçores diferentes destes ou não.

Como identificar estes subsunçores? Ao planejar o conteúdo a ser ensinado devemos listar quais são os conhecimentos que o aluno deverá saber para que ele aprenda de forma significativa, pois de acordo com a TAS, eles constituem o fator isolado mais importante para a aprendizagem significativa (MOREIRA; MASINI, 1982, p. 7).

## **SEGUNDO ENCONTRO – ORGANIZADOR PRÉVIO**

Esta atividade foi proposta como organizador prévio para os subsunçores “conservação” e a “transformação”, para manipular a estrutura cognitiva<sup>29</sup> dos alunos para que ocorra a aprendizagem significativa:

### **Roteiro da aula**

#### **CONSERVAÇÃO e TRANSFORMAÇÃO**

Atividades:

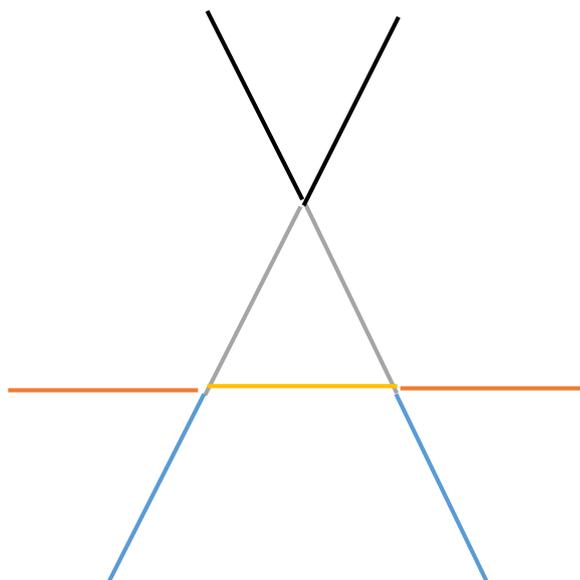
1. Medir a massa de modelar com a balança e registrar o valor encontrado. Após a medida da massa, dividir a mesma em vários pedaços e tingir parte dos pedaços com a

<sup>28</sup> Subsunçores são conhecimentos específicos e relevantes de uma determinada área do conhecimento, presentes na estrutura cognitiva de uma pessoa, através dos quais as novas informações se ancoram, e por assimilação eles são transformados em subsunçores mais gerais e inclusivos (MOREIRA; MASINI, 1982, p. 7).

<sup>29</sup> Significa introduzir conceitos que não existem na estrutura cognitiva do aluno que são fundamentais para que o novo conhecimento seja ancorado ou assimilado.

anilina e medir a massa novamente, registrando o valor encontrado. Responder a seguinte pergunta. O que permanece constante após a manipulação da massa?

2. Mover 4 palitos para formar 5 triângulos.



Responder a seguinte pergunta: O que permanece constante quando movemos os quatro palitos para formar os cinco triângulos?

3. Empurrar a lata mágica, e observar o que acontece.

Responder a seguinte pergunta: Qual é a transformação que ocorre durante o movimento da lata? Porque a lata mágica vai e volta? Qual a relação que pode ser estabelecida neste sistema com relação à conservação e a transformação?

4. Desafio mental: Se considerarmos um sistema formado por uma caixa fechada com um balão dentro cheio de ar. Se o balão estourar o que muda e o que altera no sistema inteiro: caixa fechada, ar dentro da caixa fechada e o ar do balão?

Escrever um texto ou um cartaz explicando o que acontece em cada experimento e responder a seguinte pergunta: O que há de comum entre esses pequenos experimentos?

Após o término da atividade entregar para o professor o texto produzido assinado.

O organizador prévio deve ser trabalhado ao longo de toda a aplicação da sequência didática, sempre que o aluno não apresentar os conhecimentos prévios necessários para aprendizagem significativa de um novo conteúdo.

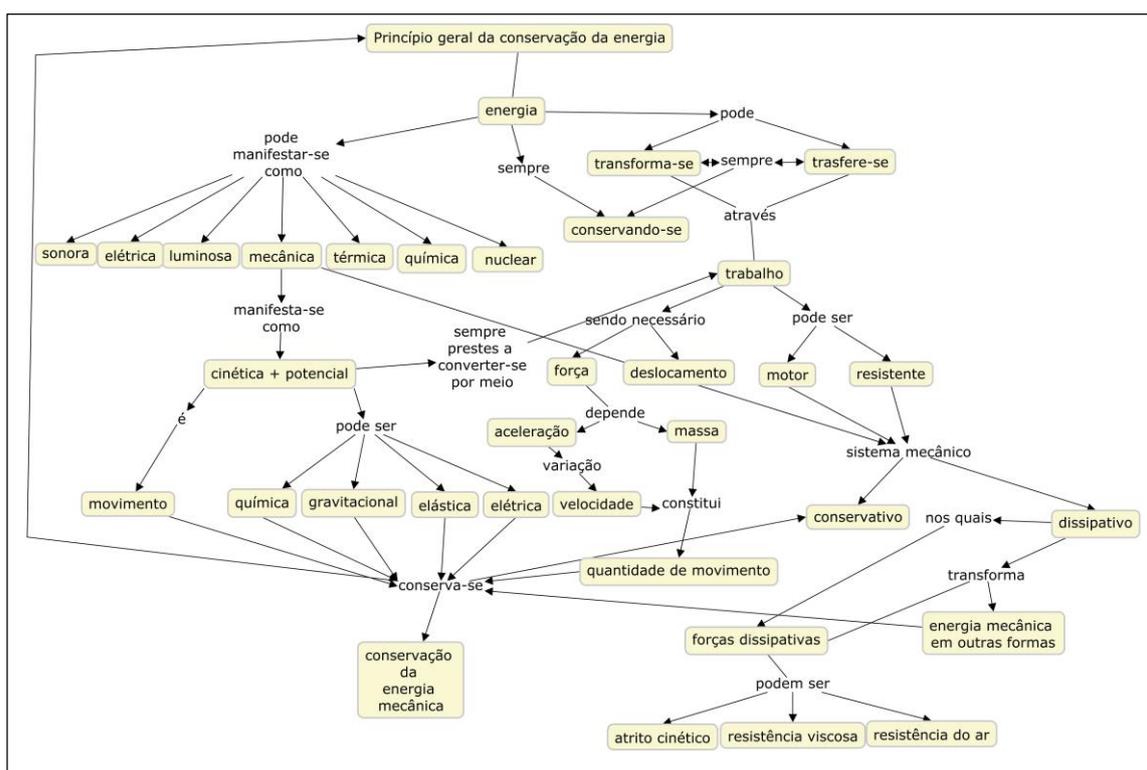
Ausubel, Novak e Hanesian (1980, p.143), nos falam que a principal estratégia apresentada, para intencionalmente manipular a estrutura cognitiva, é introduzir os organizadores prévios antes do próprio material de aprendizagem, para que possam facilitar o estabelecimento de uma disposição significativa para a aprendizagem. Estes organizadores são apresentados num nível de abstração mais elevado, maior generalidade e inclusividade, do que o novo material a ser aprendido. Deste modo, na ausência dos subsunçores, utilizamos os organizadores prévios para “[...] preencher o hiato entre aquilo que o aprendiz já conhece e o que precisa conhecer antes de poder aprender significativamente a tarefa com que se defronta” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p.144).

### TERCEIRO ENCONTRO – CONSERVAÇÃO, TRANSFORMAÇÃO E FORMAS DE ENERGIA

Com o objetivo de trabalhar conceitos de conservação, transformação e formas de energia, utilizar a seguinte estratégia:

Dividir os alunos em grupos.

Apresentar aos alunos um mapa conceitual de referência do princípio geral da conservação da energia, destacando a hierarquia dos conceitos do mais geral para o mais específico, conforme proposto pela TAS.



Após a apresentação do mapa conceitual, exibir o Vídeo “Lei de conservação da energia”<sup>30</sup> e solicitar aos alunos que anotem o que é mais importante e as dúvidas que tiverem.

Em seguida os alunos devem individualmente escreverem exemplos de conservação de energia e socializarem com o seu grupo.

Expor aos alunos o seguinte conteúdo sobre a conservação da energia e suas transformações, com a utilização do data show:

<p>Importante</p> <p><b>A energia pode ser transformada de uma forma em outra, mas não pode ser criada nem destruída; a energia total é constante.</b></p>
<p><b>Segundo o princípio da conservação da energia, a energia não se perde, mas sim, se transforma de um tipo em outro. E pode ser armazenada.</b></p> <p><b>Nunca foi encontrado uma exceção para este princípio.</b></p>
<p>O que é energia? E de que forma ela se manifesta?</p> <p>A energia é um dos conceitos mais importantes da Física e talvez o termo energia seja um dos mais empregados em nossa linguagem cotidiana. Por isso, já temos uma certa compreensão do seu significado, embora seja difícil definir, em poucas palavras, o que é energia. (LUZ e ÁLVARES, 2005)</p>

---

<sup>30</sup> Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=pzTPwlgkupA>>

### Formas de Energia

A energia se manifesta em varias formas.

**Energia mecânica:** se divide em três tipos.

**Cinética:** relacionada ao movimento;  
**potencial gravitacional,** devido à interação gravitacional;

**potencial elástica:** devido à deformação de materiais flexíveis.

**Energia térmica:** está associada à vibração de átomos ou moléculas em uma substância, ocasionando o aumento de temperatura. (é um tipo de energia cinética)

**Energia sonora:** é um tipo de energia em que o ouvido pode detectá-la. O som passa pelos ouvidos como ondas sonoras, que são vibrações no ar. No ouvido interno a energia sonora se transforma em sinais elétricos que irão seguir por nervos até o cérebro e dessa forma, podemos perceber o som. Exemplo: o som produzido pelo atrito dos pneus do carro com o asfalto.

**Energia elétrica:** relaciona-se às cargas elétricas (prótons, elétrons ou íons), estejam elas em repouso ou em movimento.

**Energia química:** quando nos alimentamos, consumimos a energia química dos alimentos para o funcionamento de nosso organismo. Um carro transforma a energia química dos combustíveis fósseis em movimento, e os aparelhos eletrônicos portáteis utilizam a energia química armazenada nas baterias.

**Energia nuclear:** está associada à energia de ligação entre prótons e nêutrons, partículas constituintes do núcleo atômico.

**Energia eletromagnética:** energia emitida pelos corpos por meio de ondas eletromagnéticas.

**Energia luminosa:** energia detectada pelo olho. Os raios de luz, que são uma forma de radiação eletromagnética, viajam até os nossos olhos, atingem a retina e produzem um sinal elétrico que segue pelos nervos até o cérebro. (É um tipo de energia eletromagnética)

A próxima atividade os alunos devem analisar uma das figuras que estão em cada quadro, conforme o número de seu grupo. Registrar em uma folha a conclusão de cada grupo, respondendo as seguintes questões:

Quais as formas de energia que estão presentes na situação representada na figura?

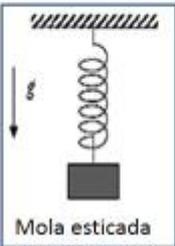
Quais as transformações de energia que ocorrem na situação representada na figura?

A energia se conserva na situação representada na figura?

### Análise das figuras

 Música (som de alto-falante) Grupo 1	 Transmissão via satélite Grupo 2	 Petróleo Grupo 3	 Lâmpada acesa Grupo 4
 Jogador Grupo 5	 Usina nuclear Grupo 6	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Quais as formas de energia que estão presentes na situação representada na figura?</li> <li>- Quais as transformações de energia que ocorrem na situação representada na figura?</li> <li>- A energia se conserva na situação representada na figura?</li> </ul>	

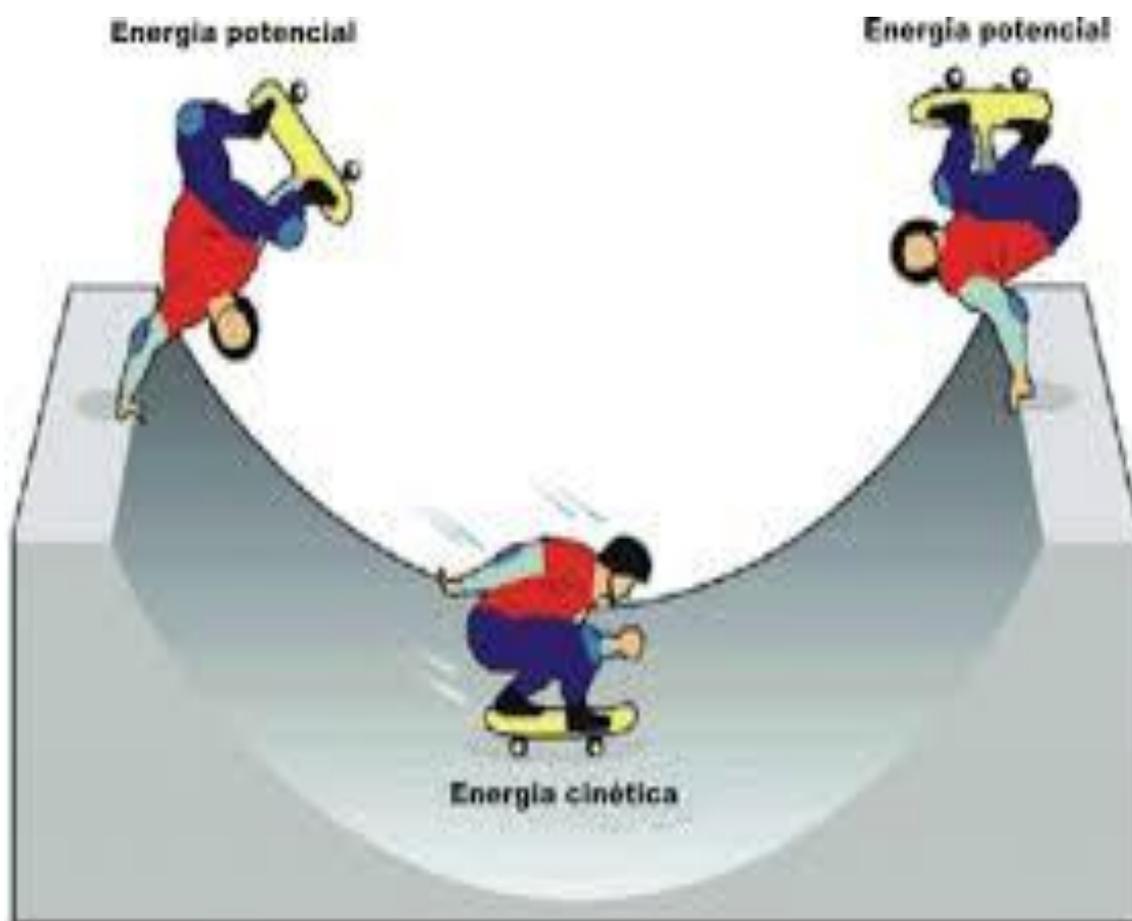
### Análise das figuras

 Chama Grupo 1	 Mola esticada Grupo 2	 Estátua Grupo 3	 Engrenagens Grupo 4
 Esfera parada sobre a mesa Grupo 5	 Arqueiro Grupo 6	<ul style="list-style-type: none"> <li>Quais as formas de energia que estão presentes na situação representada na figura?</li> <li>Quais as transformações de energia que ocorrem na situação representada na figura?</li> <li>A energia se conserva na situação representada na figura?</li> </ul>	

Após o debate, cada aluno deverá escrever em uma folha o que aprendeu na aula, e entregar todas as anotações para o professor, incluindo as anotações sobre o vídeo, com objetivo de avaliar a aprendizagem dos conhecimentos trabalhados.

#### QUARTO ENCONTRO – CONSERVAÇÃO DA ENERGIA MECÂNICA

Com objetivo de aprender de forma significativa o conceito de energia mecânica, suas transformações e sua conservação, utilizar o simulador “energia na pista de Skate”<sup>31</sup>, de acordo com o seguinte roteiro:



<sup>31</sup> O simulador está disponível nesse endereço: [https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-skate-park-basics/latest/energy-skate-park-basics\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-skate-park-basics/latest/energy-skate-park-basics_pt_BR.html).

## Aprendendo virtualmente!

Acesse o endereço: [http://bit.ly/ifg\\_skate](http://bit.ly/ifg_skate) pelo seu celular ou pelo computador de acordo com o seguinte roteiro:

1. clique em



2. Marque as opções do quadro



3. Coloque o skatista na pista e observe o que acontece.

4. Que forma de energia está sendo trabalhada no simulador? Qual é a transformação de energia presente neste sistema.



5. Varie a massa do skatista e verifique o que modificou no sistema.

6. Troque os tipos de pistas e faça as suas observações.



7. Registre as suas observações e conclusões em uma folha de papel.

### 2ª etapa do simulador

1. Clique em



2. Marque as opções do quadro



3. Coloque o Skatista na pista e observe o que se modificou no sistema.

4. Que forma de energia é produzida e porque?

5. Varie a fricção e verifique o que modificou no sistema.



6. Registre as suas observações e conclusões em uma folha de papel.

### Discussão sobre as observações realizadas no simulador

- Objetivo: aprender de forma significativa o conceito de energia mecânica, suas transformações e sua conservação.
- Como podemos conceituar a energia mecânica.
- Na primeira etapa do simulador como podemos caracterizar a energia mecânica?
- E na segunda etapa?

A pós os alunos manipular e debater as observações realizadas no simulador e registrar as mesmas em uma folha de papel.

Expor aos alunos o conteúdo sobre a energia mecânica, suas transformações e sua conservação, com a utilização do data show, por meio da aprendizagem por recepção.

Sistematização do conceito de energia mecânica.

## Energia mecânica

É composta das formas de energia que participam de um sistema puramente mecânico, ou seja:

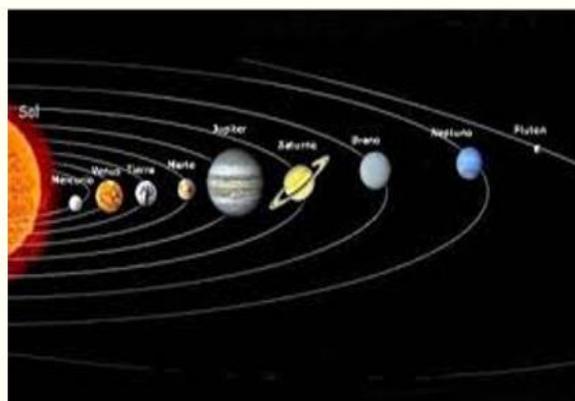
$$E_m = E_c + E_{pg} + E_{pel}$$

## SISTEMA MECÂNICO

Vamos denominar sistema qualquer conjunto de corpos aos quais associamos grandezas e leis físicas.

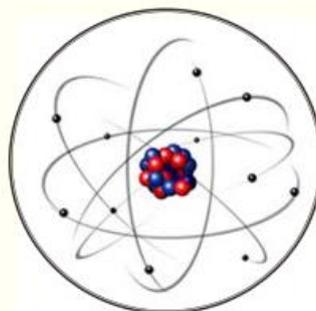
Podemos considerar o Universo como um único e complexo sistema, ou escolher sistemas menores e mais simplificados dentro do todo.

**Exemplo 1:** Sistema Solar. Ilustração sem escala: cores-fantasia



**Exemplo 2:** Átomo como um sistema. Ilustração sem escala: cores-fantasia

---



**Exemplo 3:** Uma pessoa andando de bicicleta como um sistema

---



### SISTEMA MECÂNICO CONSERVATIVO

Em um sistema mecânico conservativo não há presença de forças externas ou, se elas existem, não realizam trabalho. A energia se restringe a apenas três formas: cinética, potencial gravitacional e potencial elástica.

---

Portanto, em um sistema conservativo, a energia mecânica é sempre constante e, independentemente da etapa em que a mensuramos, temos que:

$$E_{m_0} = E_m$$

## Forças conservativas

- Ao atuarem em um sistema não provocam nenhum tipo de dissipação de energia.
- Exemplo de forças conservativas: força gravitacional e força elástica.

### SISTEMA MECÂNICO DISSIPATIVO

**Exemplo:** Uma criança em um balanço.



---

---

Sistemas chamados dissipativos, a energia mecânica não se conserva, pois o trabalho de forças externas pode inserir ou retirar energia do sistema. Portanto, consideramos que:

$$E_{m_0} \neq E_m$$

---

## Forças dissipativa

---

- Provoca a dissipação da energia do sistema.
- Exemplo de forças dissipativa: força de atrito, cujo trabalho realizado sobre o sistema é transformado em calor e som e se perde.

---

## Trabalho

---

- É definido como o produto da ação de uma força ( $\vec{F}$ ) ao longo de certo deslocamento ( $\vec{d}$ ).
- Sistema internacional (SI), a unidade de medida é N . m , que recebe o nome de joule (J).

$$\tau = \vec{F} \cdot \vec{d}$$

$$\tau = F \cdot d \cdot \cos \theta$$

No final do encontro os alunos devem entregar uma folha com todas as anotações de suas observações e conclusões para o professor, com o objetivo de analisarmos se houve ou não aprendizagem dos conhecimentos trabalhados na atividade.

### **Quinto encontro – Avaliação da aprendizagem significativa**

O objetivo deste encontro é a avaliação da aprendizagem significativa do princípio geral da conservação da energia. Nem sempre é fácil verificar se houve a aprendizagem significativa. Diante deste fato é proposto que “[...] os testes de compreensão devem no mínimo ser apresentados num contexto um pouco diferente daquele em que o material de aprendizagem foi originalmente encontrado [...]” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN 1980, p. 122). A forma mais simples de se fazer esta verificação, é solicitar ao estudante que diferencie entre ideias relacionadas mas não iguais ou escolha os elementos característicos de um conceito ou teoria a partir de uma relação contendo elementos tanto dos conceitos quanto das teorias relacionadas. (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN 1980, p.122).

Será utilizado dois instrumentos de ensino: o simulador e o mapa conceitual, de acordo com o seguinte roteiro, a ser apresentado com o data show:



## PRINCÍPIO GERAL DA CONSERVAÇÃO DA ENERGIA

O OBJETIVO DA AULA DE HOJE É VERIFICARMOS A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DOS SEGUINTE CONCEITOS: CONSERVAÇÃO, ENERGIA, FORMAS DE ENERGIA, TRANSFÉRENCIA E CONDUÇÃO DE ENERGIA.

Para atingirmos o objetivo vamos desenvolver duas atividades.

1. Manipulação do simulador de "formas de energia e transformação" – atividade em grupo (grupos organizados na segunda aula por sorteio);
2. Construção de um MAPA CONCEITUAL sobre o tema estudado – atividade individual.

MOREIRA, Marcos Antônio. Mapas conceituais e aprendizagem significativa. Disponível em: <<http://www.ufmg.br/~mamorai/mapasport.html>>. Acesso em: 21 dez. 2017.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Psicologia Educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

5

### Atividade 1 – Simulador “Formas de energia e Transformação”

Esta atividade deverá ser realizada em grupo.

Acesse o link:

[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/legacy/energy-forms-and-changes](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/energy-forms-and-changes)

1. Manipule o bloco de ferro o tijolo e a vasilha de água no fogareiro e observe o que acontece.

2. Clique em "sistema de energia"
3. Manipule o simulador e observe o que ocorre.
4. Escreva um texto descrevendo as transformações realizadas e relacione com a conservação da energia.

7

### Atividade 2 – Construção de um mapa conceitual

Esta atividade deverá ser realizada individualmente.

1. Será entregue fichas de papel para cada aluno escrever os conceitos relacionados com a conservação de energia.
2. Após realizar cada etapa você deverá fotografar com o celular e envia para o professor via WhatsApp.

3. Orientações para construção do mapa conceitual:

**3.1** Identifique os conceitos-chaves do conteúdo que estudamos sobre energia e ponha-os em uma lista. Transcreva os conceitos listados um em cada ficha de papel.

9

### Atividade 2 – Construção de um mapa conceitual

**3.2** Construa uma lista ordenando os conceitos de forma que o(s) mais geral(is), mais inclusivo(s), fiquem no topo da lista e, gradualmente, vá agregando os demais até chegar ao conceito mais específico. (Colocar as fichas com os conceitos de forma ordenada do mais inclusivo para o menos inclusivo)

**3.3** Disponha os conceitos sob a forma de um mapa conceitual, respeitando a ordenação feita no passo 2. (o mapa conceitual deverá ficar com os conceitos mais inclusivos no topo do mapa e os menos inclusivos na base do mapa.)

11

### Atividade 2 – Construção de um mapa conceitual

**3.4** Conecte os conceitos com linhas e rotule essas linhas com uma ou mais palavras-chave que explicitem a relação entre os conceitos. Os conceitos e as palavras-chave devem formar uma proposição que expresse o significado da relação.

**3.5** Evite palavras que apenas indiquem relações triviais entre os conceitos. (palavras como: "é", "são", "pode ser", "pertence", "depende", "tem", "ou", "de" e "da". Também evite o uso de equações e fórmulas.)

13

### Atividade 2 – Construção de um mapa conceitual

**3.6** Busque relações: horizontais, cruzadas entre conceitos de diferentes ramos do mapa e de baixo para cima.

**3.7** Exemplos podem ser adicionados aos mapas, embaixo dos conceitos correspondentes.

**3.8** Busque relações entre os exemplos e outros conceitos e exemplos presentes no mapa conceitual.

15

**Atividade 2 – Construção de um mapa conceitual – Exemplo de um mapa conceitual**

17

## SEXTO ENCONTRO – AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Com o objetivo de ter mais um instrumento de avaliação, solicitar aos alunos que escrevam um texto dissertativo tendo como tema o “Princípio geral da conservação da energia”, considerando todos os conceitos relacionados ao tema.

Sugerimos que seja utilizado mais encontros para aplicação da sequência didática, pois, devido ao contexto da aplicação de nossa pesquisa, tivemos que aplicá-la em um tempo não adequado para obtermos um resultado melhor, sentimos a necessidade de trabalharmos ao longo da aplicação da SD, outros organizadores prévios, para que a aprendizagem ocorresse de forma mais significativa, elaborada e diferenciada.

Outra sugestão é que o mapa conceitual seja aplicado em todos os encontros da SD para que os alunos aprendam de forma significativa a construção do mapa, com o objetivo realizarmos um momento de avaliação que manifeste um resultado mais real da aprendizagem significativa. E que os alunos sejam entrevistados para que expliquem o seu mapa conceitual, proporcionando um melhor entendimento dos mesmos.

## REFERÊNCIAS

AUSUBEL, David P.; NOVAK, Joseph D.; HANESIAN, Helen, P. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana Ltda., 1980.

BARBOSA, João Paulino Vale; BORGES, Antônio Tarciso. O entendimento dos estudantes sobre energia no início do ensino médio. **Caderno Brasileiro de Física**, Santa Catarina, v. 23, n. 2: p. 182-217, ago. 2006.

LEIS da conservação (parte 1). Realização de Secretaria Estadual de Educação da Bahia. 2014. Son., color. Primeira parte de um vídeo sobre Leis da Conservação, produzido pela Secretaria Estadual de Educação da Bahia e pela Universidade do Estado da Bahia.

MOREIRA, Marco Antônio; MASINI, Elcie F. Salzado. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes LTDA, 1982.

MOREIRA, Marco Antônio; MASINI, Elcie F. Salzado. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Centauro, 2006.

REBELO, Mauro. **Leis da conservação da energia**. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2012. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=pzTPwlgkupA>>.

SOUZA, Carlos Roberto Rodrigues de. DIOGO, Rodrigo Claudino. **Uma sequência didática para ensino da transformação e conservação da energia sob a perspectiva da teoria da aprendizagem significativa**. 2019. Mestrado em Educação para Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Jataí, 2019.