



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES

CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*  
MESTRADO ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS

**ATIVIDADES INVESTIGATIVAS NO ESTUDO DA TERMODINÂMICA:  
INCENTIVANDO A AUTONOMIA DO ESTUDANTE**

Neiva Mara Puhl

Lajeado, dezembro de 2017

Neiva Mara Puhl

**ATIVIDADES INVESTIGATIVAS NO ESTUDO DA TERMODINÂMICA:  
INCENTIVANDO A AUTONOMIA DO ESTUDANTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação, Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas, da Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES, como parte da exigência para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências Exatas.

Orientadora: Profa. Dra. Miriam Ines Marchi

Lajeado, dezembro de 2017

Neiva Mara Puhl

**ATIVIDADES INVESTIGATIVAS NO ESTUDO DA TERMODINÂMICA:  
INCENTIVANDO A AUTONOMIA DO ESTUDANTE**

A banca examinadora \_\_\_\_\_ a Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas, da Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES, como parte da exigência para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências Exatas, na linha de pesquisa Tecnologias, Metodologias e Recursos Didáticos para o Ensino de Ciências Exatas.

---

Profa. Dra. Miriam Ines Marchi – Orientadora – UNIVATES

---

Profa. Dra. Sonia Elisa Marchi Gonzatti - UNIVATES

---

Profa. Dra. Márcia Jussara Hepp Rehfeltd – UNIVATES

---

Prof. Dr. Italo Gabriel Neide – UNIVATES

Lajeado, dezembro de 2017

Dedico este trabalho a toda a minha família, de modo especial a minha mãe, meu pai (in memoriam), meu esposo e minhas filhas. Família meu porto seguro!

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por ter colocado anjos na vida, ter me devolvido a saúde para que pudesse voltar estudar e também por ter me sustentado nos momentos de angústias e incertezas.

À turma do 2º Ano D da Escola Estadual Nilza de Oliveira Pipino, que me receberam com carinho e por aceitar participar da pesquisa.

À direção, coordenação e professores da Escola Estadual Nilza de Oliveira Pipino, pelas gentilezas e por todas as palavras de incentivo.

A meu esposo Leonir, que compartilhou comigo todas as alegrias e tristezas nesse período, por todo incentivo e força dada.

Às minhas doces filhas Emilly e Camilly por cada gesto de carinho e amor. Por compreender e suportar minha ausência por vários dias.

A toda a minha família, colegas de mestrado e amigos pelas palavras de carinho e apoio prestado. Em especial às colegas Célia e Edicionina com quem mantive mais contato e troca de experiências.

A minha orientadora professora Dra. Miriam Ines Marchi, que sempre esteve disposta a ajudar, por todas as orientações, dedicação e incentivo, os quais foram de grande valia para meu crescimento.

A todos os professores do curso do Mestrado da Univates, pelas aulas ministradas durante o curso, aulas que propiciaram a construção e reconstrução de conhecimento que foi fundamental para a realização desse trabalho.

Aos professores, membros da banca, que aceitaram o convite para ler e contribuir com meu trabalho.

A todas as pessoas que contribuíram da sua maneira para a conclusão desse tão sonhado e desejado trabalho, meus agradecimentos.

*“Aprendi que para ter acesso ao Povo Brasileiro, é preciso ingressar pelo portal do seu imenso coração: por isso permitam-me que nesta hora eu possa bater delicadamente a esta porta”.*

(Papa Francisco)

## RESUMO

A maioria dos estudantes do Ensino Médio apresentam dificuldades em relação aos conteúdos de Física, nesse sentido é importante buscar novas metodologias e estratégias de ensino nos processos de Ensino e de Aprendizagem. O objetivo deste trabalho, que implica em uma intervenção pedagógica, é avaliar as possibilidades e desafios de trabalhar com atividades investigativas no ensino de termodinâmica, em uma turma de ensino médio, a fim de contribuir para a autonomia dos estudantes. A pesquisa proposta é de cunho qualitativo e um estudo de caso, em que foi abordado o estudo da Termodinâmica aplicada aos processos energéticos do corpo humano, buscando associar o trabalho ( $W$ ), a energia interna ( $\Delta U$ ) e a quantidade de calor ( $Q$ ), ao corpo humano. A prática pedagógica ocorreu no 1º Semestre de 2017, com cerca de 40 estudantes de uma turma de 2º ano de Ensino Médio, de uma escola pública do município de Sinop – MT. As atividades propostas de caráter investigativo foram desenvolvidas em diversos espaços de aprendizagem, como sala de aula, laboratório de informática (simulações no *PhET*), Praça da Bíblia e culminaram com a Feira de Ciências. Os conhecimentos prévios e posteriores dos alunos foram diagnosticados por meio da construção de mapas conceituais. As atividades de investigação foram problematizadas, permitindo que os alunos pudessem levantar hipóteses e tirar suas próprias conclusões, intermediadas pela professora. Para avaliar a percepção dos alunos frente à proposta pedagógica, ao término da intervenção foi realizada uma entrevista de forma individual. A metodologia adotada evidencia que a construção de conhecimento dos alunos frente aos conceitos da Termodinâmica foi facilitada, sendo que, os mesmos mostraram entusiasmo e iniciativa para buscar mais informações sobre o tema abordado. Ao término da pesquisa constata-se que, quando é realizado um trabalho com caráter investigativo, usando como pressuposto as metodologias ativas de ensino, a aprendizagem pode ser facilitada, ocorrendo indícios de autonomia dos estudantes. Tais indícios foram obtidos principalmente, na construção dos mapas conceituais pós-teste, e apresentação de trabalhos na feira de ciências, quando os estudantes foram além dos conceitos que foram solicitados.

**Palavras-chave:** Práticas investigativas; Estratégias de Ensino; Autonomia dos Estudantes, Mapas Conceituais; Termodinâmica e Corpo Humano.

## ABSTRACT

The majority of high school students present difficulties regarding the content of Physics, in this sense it is important to seek new methodologies and teaching strategies in the teaching and learning processes. The objective of this work, which implies a pedagogical intervention, is to evaluate the possibilities and challenges of working with investigative activities in the teaching of thermodynamics, in a high school class, in order to contribute to student autonomy. The proposed research is qualitative and a case study, in which the study of Thermodynamics applied to the energy processes of the human body was approached, seeking to associate work (W), internal energy ( $\Delta U$ ) and amount of heat (Q) to the human body. The pedagogical practice occurred in the 1st Semester of 2017, with about 40 students of a high school class from a public school in the municipality of Sinop - MT. The proposed activities of investigative character were developed in diverse spaces of learning, like classroom, computer laboratory (simulations in the PhET), leisure space and culminated with the Fair of Sciences. The students' previous and later knowledge were diagnosed through the construction of conceptual maps. The research activities were problematized, allowing the students to hypothesize and draw their own conclusions, intermediated by the teacher. In order to evaluate the students' perception of the pedagogical proposal, at the end of the intervention an individual interview was conducted. The methodology adopted shows that the construction of students' knowledge regarding the concepts of thermodynamics was facilitated, and that they showed enthusiasm and initiative to seek more information about the topic addressed. At the end of the research, it is verified that, when a research work is carried out, using the active teaching methodologies, learning can be facilitated, and there are signs of students' autonomy. Such clues were obtained mainly in the construction of the conceptual maps post-test, and presentation of works in the science fair, when the students went beyond the concepts that were requested.

**Keywords:** Investigative practices; Teaching Strategies; Student Autonomy, Conceptual Maps; Thermodynamics and Human Body.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Distribuição das carteiras para a construção de mapas conceituais e mediação de conceitos da Termodinâmica. ....	61
Figura 2: Mapa conceitual construído na coletividade sobre Calorimetria. ....	62
Figura 3: Mapa conceitual pré-teste (a) e pós-teste (b) de A33. ....	65
Figura 4: Mapa conceitual pré-teste (a) e pós-teste (b) de A 9. ....	67
Figura 5: Mapa conceitual pré-teste (a) e pós-teste (b) de A12. ....	68
Figura 6: Mapa conceitual pré-teste (a) e pós-teste (b) de A13. ....	70
Figura 7: Alimentos trazidos pelos alunos. ....	73
Figura 8: Tabela construída por A12, contendo nome do alimento e valor calórico dos alimentos ingeridos por A33. ....	73
Figura 9: Estudante fazendo manobras com <i>skate</i> , realizando trabalho e aluna andando de bicicleta, para demonstrar o gasto de calorias. ....	74
Figura 10: Estudante pulando corda e estudantes praticando vôlei recreativo, para representar os gastos de calorias. ....	74
Figura 11: Atividade física realizada por A12, com o respectivo tempo de duração e quantidade de calorias gastas. ....	75
Figura 12: Resposta fornecida por A33, referente a ingestão de 30 g de sequilhos. ....	75
Figura 13: Resposta fornecida por A33 a pergunta anterior. ....	75
Figura 14: Resposta fornecida por A20 às perguntas anteriores. ....	76
Figura 15: Imagem da calculadora disponível no que permite calcular a quantidade de calorias necessárias/dia. ....	77
Figura 16: Imagem da calculadora que permite calcular a quantidade de calorias necessárias /dia. ....	78

Figura 17: Resultados da pesquisa de A24 .....	79
Figura 18: Resultados da pesquisa de A23 .....	80
Figura 19: Página inicial e escolha da simulação .....	85
Figura 20: Alunos realizando a atividade com o <i>software PhET</i> .....	86
Figura 21: Imagem de transformações de energia no simulador <i>PhET</i> .....	86
Figura 22: Estudante realizando as atividades com o <i>software</i> .....	87
Figura 23: Respostas fornecidas por A9 para as questões 1, 2 e 3, desenvolvidas com o <i>software PhET</i> .....	88
Figura 24: Questões 4, 5 e 6, desenvolvidas com o <i>software PhET</i> por A9.....	89
Figura 25: Respostas das questões 7 e 8, desenvolvida com o <i>software PhET</i> , de A9.....	91
Figura 26: Alunos do grupo 1º e grupo 2º fazendo suas apresentações na feira de ciências....	95
Figura 27: Alunos dos grupos 3 e 4, apresentando seus trabalhos na feira de ciências.....	96
Figura 28: Estudantes do 5º e 6º grupo realizado suas apresentações na feira de ciências .....	97

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 – Atividades previstas nos encontros.....	51
--	----

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>20</b>
<b>2.1 Metodologias ativas e processos de ensino e de aprendizagem.....</b>	<b>202.1.1</b>
<b>Atividades Práticas e Investigativas.....</b>	<b>25</b>
2.1.2 Espaços diferenciados de aprendizagem	29
2.1.3 Mapas Conceituais como ferramenta pedagógica	33
<b>2.2 O Ensino de Física e a Termodinâmica.....</b>	<b>36</b>
<b>2.3 Alguns estudos recentes sobre a temática .....</b>	<b>40</b>
<b>3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>46</b>
3.1 Caracterização da pesquisa .....	47
3.2 Sujeitos envolvidos na pesquisa .....	48
3.3 Procedimentos para coleta e análise de dados.....	49
3.4 Descrição das atividades desenvolvidas na intervenção.....	51
<b>4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....</b>	<b>56</b>
4.1 Perfil dos alunos.....	57
4.2 Mapas conceituais e conhecimentos dos alunos .....	60
4.3 Atividades investigativas e alguns indícios de autonomia dos estudantes .....	71
4.4 Percepção dos alunos sobre a prática pedagógica .....	98
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>106</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>109</b>

<b>APÊNDICES .....</b>	<b>117</b>
<b>APÊNDICE A – DECLARAÇÃO DE ANUÊNCIA DA ESCOLA.....</b>	<b>118</b>
<b>APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) .....</b>	<b>119</b>
<b>APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO INICIAL.....</b>	<b>120</b>
<b>APÊNDICE D - ENTREVISTA PARA AVALIAR A PERCEPÇÃO DOS ALUNOS FRENTE À PROPOSTA PEDAGÓGICA ENVOLVENDO ATIVIDADES INVESTIGATIVAS .....</b>	<b>121</b>
<b>APÊNDICE E – PLANOS DE AULA.....</b>	<b>122</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Nesse trabalho apresento um estudo sobre a Termodinâmica no Ensino Médio, voltada para formação da autonomia dos estudantes. Busquei trabalhar com diferentes metodologias em distintos espaços de ensino como possibilidade de contribuir na formação de sujeitos críticos, agentes dos processos de ensino e de aprendizagem. As metodologias utilizadas foram: mapas conceituais, atividades investigativas, simulador *PhET* e feira de ciências, e os espaços de ensino e aprendizagem foram sala de aula, praça da Bíblia e laboratório de informática.

Inicialmente, remeto-me à minha caminhada escolar, destacando que já no Ensino Fundamental passei a perceber minha preferência pela área das exatas, pois adorava estudar matemática e resolver problemas. E foi assim até concluir o Ensino Médio, sempre apresentei facilidade em assimilar conceitos oriundos das ciências exatas, principalmente da área de física e matemática.

Percebendo e compreendendo essas preferências, decidi prestar vestibular em 1997 na Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ, escolhendo o curso de Ciências Plenas. Com a escolha do curso tive dois anos para decidir e optar em me habilitar em: Química, Física, Biologia ou Matemática. No começo fiquei um pouco indecisa entre duas habilitações, pois não sabia se optava por Física ou Matemática. Foi então que passei a observar o mercado de trabalho concluindo que seria melhor optar pela Física, devido à carência de profissionais dessa área de conhecimento.

Também, devido à carência de profissionais na área de física, quando estava no final do 3º semestre, fui chamada para atuar como professora de ciências e matemática em uma escola Estadual no interior de Novo Machado - RS. Na época a coordenadoria Regional de Educação

da região de Santa Rosa – RS abria vagas para contratos temporários, principalmente na área de ciências exatas e foi uma dessas vagas que ocupei. A partir desse momento, mais precisamente no ano de 1998 iniciei minha carreira como professora de educação básica, na qual estou até hoje. Atuei como professora em dois municípios do Rio Grande do Sul, o primeiro município já citado anteriormente foi Novo Machado e o segundo município foi Alegria.

Em 2001 finalizei o curso de Ciências Plenas sentindo a necessidade de ingressar no Curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Ensino de Física também na UNIJUÍ. Cursei todas as disciplinas no período modular, nos meses de janeiro e julho. Ao concluir o curso de Pós-Graduação no ano de 2003, decidi abrir mão do contrato temporário na escola que estava atuando e migrei para o Estado de Mato Grosso onde resido até o presente momento.

Chegando ao Estado de Mato Grosso, mais precisamente na cidade de Água Boa, comecei a trabalhar com contrato emergencial em uma Escola Estadual com carga horária de 36 aulas semanais, cada aula com 50 min. Também passei a fazer parte do corpo docente de uma Escola particular do mesmo município atuando como professora de Química, Física e Biologia no Ensino Médio, matemática e ciências no Ensino Fundamental com carga horária de 28 aulas semanais de 50 min cada. Permaneci nessa cidade por 6 anos, atuando como professora contratada na rede pública e privada.

Em 2009, decidi mudar para o município de Sinop – MT e comecei a trabalhar com contrato emergencial na rede pública Estadual e como professora celetista em uma escola particular e Universidade. Trabalhava nos três turnos, quase sempre sacrificava meus finais de semana com trabalhos da escola, planejamentos e correção de provas. Em 2010 prestei concurso na rede pública no qual consegui aprovação e estou atuando como professora regente até o momento. Por motivo de doença, já não suportava mais trabalhar em três períodos e como havia conseguido aprovação no concurso público passei a trabalhar apenas em uma instituição de ensino. As inquietações em sala de aula me motivaram para que no ano de 2015 me candidatei ao processo seletivo do mestrado em Ensino de Ciências Exatas – UNIVATES, no qual fui aprovada. Cursei as disciplinas no regime modular nos meses de janeiro e julho, nos demais períodos continuo em contato com a Escola Estadual onde sou lotada, desenvolvendo a pesquisa e os trabalhos avaliativos das disciplinas do mestrado.

A estrutura física da escola da intervenção é antiga, sendo a primeira instituição

construída no município de Sinop, necessitando de reparos para que possa oferecer condições mínimas de aprendizagem, sendo que no período chuvoso a cobertura apresenta muitas goteiras. No entanto, no ano de 2016 as salas foram “verdadeiramente” climatizadas, pois tinha aparelho de ar condicionado há muito tempo, mas por força maior não podia ser utilizado. Considero esse acontecimento favorável aos processos de ensino e de aprendizagem, pois estudar em ambiente com temperaturas elevadas o ano inteiro é fator preocupante e considerado pelos profissionais da educação um dos motivos que atrapalha a construção de conhecimento.

Os principais recursos didáticos disponíveis na escola são: um laboratório de informática com computadores ultrapassados, um laboratório de ciências pequeno sendo inviável realizar atividades com o número elevado de alunos, alguns *kits* com equipamento multimídia *Datashow* e *notebook*, sala de vídeo, microscópio, quadra poliesportiva coberta, acervo bibliográfico, entre outros.

Devido ao elevado número de alunos por sala, ainda predomina a distribuição das carteiras em filas. O elevado número de alunos em sala, a falta de investimentos na educação é uma preocupação constante de todo grupo docente que busca melhorias na qualidade de ensino, fazendo-se necessário buscar novos espaços de aprendizagem que possam contribuir e fortalecer a autonomia dos alunos na busca de conhecimento. Os alunos apresentam grau de dificuldade elevado em relação aos conteúdos de física, sendo necessário buscar novas metodologias e estratégias de ensino.

Ao fazer uso de diferentes metodologias, o professor deve buscar relacionar os conteúdos com a realidade dos alunos em questão, possibilitando situações onde os estudantes possam construir e reconstruir conhecimento. Para que isso seja possível, o professor deixa de ser o “dono do conhecimento” e passa a ser um mediador de conhecimento (DULLIUS; MARCHI; HAETINGER, 2010).

Por essa razão, nesse trabalho, para abordar os conteúdos da Termodinâmica fiz uso de diferentes estratégias de ensino, relacionando o conteúdo da termodinâmica ao corpo humano, pois, geralmente quando se faz o estudo da Termodinâmica, as Leis são aplicadas aos sistemas gasosos tais como: motor do carro, ar condicionado entre outros. Assim, nesta pesquisa, apresento o estudo da Termodinâmica aplicada aos processos energéticos do corpo humano, buscando associar o trabalho ( $W$ ), a energia interna ( $\Delta U$ ) e a quantidade de calor ( $Q$ ), ao corpo

humano.

Neste sentido, concordo com Guyton (1991), quando esse nos apresenta que o corpo humano realiza trocas de calor com o ambiente, necessita de calor e realiza trabalho, tais papéis conhecidos como funções biológicas, uma vez que o ser humano como todo mamífero é um animal homeotérmico (GUYTON, 1991).

Na ocasião após essa associação citada, também foram problematizadas situações que envolvam a Termodinâmica, utilizando de tecnologias digitais de informação e de comunicação (TDICs), principalmente aplicativos e *softwares* disponíveis no repositório do *PhET*<sup>1</sup> como ferramentas auxiliares na construção de conhecimento dos conteúdos da Termodinâmica. Sendo assim, Ulhôa (2008), salienta que com os avanços tecnológicos, hoje é possível acessar as mais variadas informações quase que em tempo real, os alunos deste século apresentam um comportamento e perfil diferente do século passado. Não se pode mais ignorar o que passa no mundo, o aluno de hoje antes de tudo precisa ser crítico, ativo, pensar e agir (ULHÔA, 2008).

A pesquisa foi desenvolvida com alunos do 2º ano matutino do Ensino Médio, no componente curricular de Física de uma Escola Estadual do município de Sinop, localizada na região norte do Estado do Mato Grosso. A referida turma tem em torno de 40 alunos que apresentam dificuldades de aprendizagem na disciplina de física, sendo esse um dos motivos da escolha da turma. Outro motivo é o conteúdo que foi abordado na pesquisa, o mesmo faz parte da matriz curricular de Física do 2º ano de Ensino Médio. A escola conta com aproximadamente 1200 alunos.

Considerando tais aspectos, esse trabalho apresenta a seguinte problemática: *Por que trabalhar com atividades investigativas no ensino de termodinâmica em uma turma de ensino médio, a fim de contribuir para a autonomia dos estudantes?* Assim, esta pesquisa tem como objetivo geral: *Avaliar as possibilidades e desafios de trabalhar com atividades investigativas no ensino de termodinâmica, em uma turma de ensino médio, a fim de contribuir para a autonomia dos estudantes.* Os objetivos específicos consistem em: 1) Identificar os conhecimentos prévios dos estudantes do 2º ano do Ensino Médio, frente aos conceitos de

---

<sup>1</sup>Os repositórios educacionais estão alinhados com uma perspectiva de aprendizagem aberta, que utiliza intensivamente recursos tecnológicos para estimular a autonomia dos estudantes (SILVA; CAFÉ; CATAPAN, 2010).

Termodinâmica e possíveis relações com o corpo humano; 2) Desenvolver uma prática pedagógica envolvendo atividades investigativas no estudo da Termodinâmica; 3) Analisar se as atividades investigativas desenvolvidas durante a prática pedagógica contribuem para a autonomia dos estudantes; 4) Avaliar a percepção dos alunos frente à proposta pedagógica envolvendo atividades investigativas.

Nesse sentido, este trabalho foi proposto com o intuito de diversificar e de melhorar minhas aulas de física, percebendo que é necessário a cada dia buscar novas alternativas e ferramentas de ensino, a fim de desenvolver no educando a capacidade crítica e autônoma na busca de conhecimento, evitando a passividade dos mesmos e fazendo com que os jovens estudantes sintam a necessidade de aprender e possam ser capazes de criar sua própria forma de aprender.

Assim, nessa dissertação, no primeiro capítulo, apresento uma breve introdução, abordando as principais inquietações que instigaram a realização do trabalho e os objetivos da pesquisa. No segundo capítulo, exibo a abordagem teórica que sustenta o trabalho. Dando continuidade, no terceiro capítulo, exponho as estratégias metodológicas onde os planos de ação, a caracterização da pesquisa e os instrumentos de coleta de dados estão transcritos. Logo após, no quarto capítulo, apresento os relatos e discussões que emergiram durante a intervenção pedagógica. No quinto e último capítulo, exibo as considerações finais. Para finalizar, são elencadas as referências que auxiliaram na elaboração da dissertação.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo apresento a abordagem teórico-metodológica que serviu como fundamento à dissertação. Nos subcapítulos seguintes, serão apresentadas algumas considerações a respeito de: Metodologias ativas e processos de ensino e de aprendizagem (Atividades Práticas e Investigativas, Espaços diferenciados de aprendizagem, Mapas Conceituais como ferramenta pedagógica), O Ensino de física e Termodinâmica e Alguns estudos recentes sobre a temática.

### 2.1 Metodologias ativas e processos de ensino e de aprendizagem

As metodologias ativas têm como princípio teórico a autonomia intelectual dos estudantes. Autores como Freire (1996) e Demo (1996) asseveram que a autonomia é fundamental no processo pedagógico e a pesquisa favorece o aprendizado e o desenvolvimento da autonomia intelectual e da consciência crítica. Nesse sentido Alves (2002), nos apresenta o seguinte pensamento a respeito da autonomia dos estudantes:

Há escolas que são gaiolas. Há escolas que são asas. Escolas que são gaiolas existem para que os pássaros desaprendam a arte do voo. Pássaros engaiolados são pássaros sob controle. Engaiolados, o seu dono pode levá-los para onde quiser. Pássaros engaiolados sempre têm um dono. Deixaram de ser pássaros. Porque a essência dos pássaros é o voo. Escolas que são asas não amam pássaros engaiolados. O que elas amam são os pássaros em voo. Existem para dar aos pássaros coragem para voar. Ensinar o voo, isso elas não podem fazer, porque o voo já nasce dentro dos pássaros. O voo não pode ser ensinado. Só pode ser encorajado (ALVES, 2002, p. 29-30).

Considerando o excerto acima e as leituras efetivadas até o momento no Mestrado, uma das grandes tarefas da educação é conduzir o estudante à liberdade, como já dizia Paulo Freire em “Educação como prática da liberdade” (FREIRE, 1969). Assim, existem escolas que são gaiolas e escolas que são asas (ALVES, 2002).

As escolas que são asas refletem a educação como aquilo que impulsiona o ser humano a ser livre, a pensar por si mesmo, tirar suas próprias conclusões, caminhar com suas próprias pernas, buscar seus próprios sonhos, ser autônomo. Isso é possível por meio de uma pedagogia que verdadeiramente liberta o estudante, não o aprisione. Já as escolas que são gaiolas, como o autor enfatiza, vão à contramão da essência dos pássaros, engaiolam, aprisionam e os impedem de olhar adiante, o mundo ao seu redor. Turvam sua visão, escurecem seus caminhos, seja pela utilização de pedagogias anacrônicas, seja por processos não participativos e descontextualizados (ALVES, 2002).

Diante do que foi exposto e sabendo da importância de fortalecer a autonomia dos estudantes, nos próximos parágrafos são apresentados alguns conceitos sobre autonomia segundo as concepções de Holanda (1986), Kant apud, Zatti (2007) e Guimarães (2003).

Ao buscar conceitos para a palavra autonomia, no Novo Dicionário da Língua Portuguesa, autonomia significa a faculdade de se governar por si mesmo; o direito ou faculdade de se reger por leis próprias; liberdade ou independência moral ou intelectual. Esse conceito se apresenta tendo como foco uma nação, mas diferentes áreas da atividade humana dele se apropriam (HOLANDA, 1986). Segundo Kant (1724-1804), autonomia é capacidade da vontade humana de se autodeterminar segundo uma legislação moral por ela mesma estabelecida, livre de qualquer fator estranho ou exógeno com uma influência subjugante, tal como uma paixão ou uma inclinação afetiva incoercível (ZATTI, 2007).

Para Guimarães (2003, p. 36), “o adjetivo autônomo refere-se a agir sem controle externo e o termo autodeterminação lhe é associado de modo bastante apropriado”. Segundo a autora, “para a teoria da autodeterminação, o conceito de autonomia é vinculado ao desejo ou à vontade de o organismo organizar a experiência e o próprio comportamento e para integrá-los ao sentido do self” (GUIMARÃES, 2003, p. 36).

As metodologias ativas fortalecem a autonomia dos estudantes, com elas, os estudantes são capazes de construir e reconstruir seu conhecimento em vez de recebê-lo de forma passiva

do professor, tornam-se mais questionadores podendo intervir de forma consciente e transformar a realidade. Neste sentido, para usar de diferentes estratégias de ensino, é importante haver uma mudança de postura do professor, pois:

Nas aulas com diferentes metodologias, o professor deve buscar relacionar os conteúdos com a realidade dos alunos em questão, criando situações onde eles possam produzir e criar. Nestas aulas, o professor deixa de ser o “dono do conhecimento” e passa a ser um mediador. Os alunos deixam de apenas fixar os conteúdos passando a produzir seu próprio conhecimento de acordo com o que lhes é proposto em sala de aula. Quando o aluno consegue relacionar situações do seu cotidiano com os conteúdos abordados em sala de aula, o aprendizado poderá ser mais significativo (DULLIUS; MARCHI; HAETINGER, 2010, p. 2).

Atualmente em nossas escolas a maioria dos professores utiliza estratégias de ensino tradicionais, com aulas basicamente expositivas e dialogadas, onde predomina a fala do professor e os estudantes têm pouca participação nos processos de ensino e de aprendizagem. E ainda, os principais instrumentos de ensino utilizados são: quadro branco, pincel e livro didático, enquanto que poucos profissionais fazem uso de práticas pedagógicas inovadoras, diversificando as estratégias de ensino, envolvendo os estudantes (ANTUNES, 2014). Diante dessa realidade é percebido a necessidade de buscar melhorias e estratégias diferenciadas de ensino, uma vez que:

É importante que tanto os professores, quanto os alunos aceitem as mudanças e também é necessário que os professores estejam preparados para utilizar as metodologias em sala de aula para que ocorra o aprendizado. Levar em conta a realidade do aluno, a disciplina que será ministrada, bem como o conteúdo que deverá ser desenvolvido, faz parte de um grande trabalho que envolve estudos teóricos e práticos (DULLIUS; MARCHI; HAETINGER, 2010, p. 2).

Por meio das metodologias ativas, é possível usar a problematização como estratégia de ensino e de aprendizagem. Com problemas que fazem parte do seu cotidiano, o discente pode estar mais motivado para estudar, refletir, conseguindo relacionar à sua história ao que está sendo investigado, ressignificando suas descobertas. Ao problematizar situações que fazem parte do dia a dia dos estudantes, estamos possibilitando maior compreensão dos assuntos abordados, facilitando a produção de conhecimento (FREIRE, 1996).

Ainda para Freire (1996), a ação de problematizar enfatiza a *práxis*, na qual o sujeito busca saídas para intervir na realidade em que vive, tornando-se capaz de transformá-la. Assim, o sujeito identifica novos problemas num processo contínuo e busca as soluções. Nessa perspectiva, pensamento e ação são indissociáveis. Professores e alunos são motivados a

questionar sua própria prática, trazendo para a comunidade em que estão inseridas as questões éticas, sociais e políticas do sistema escolar, contribuindo para a construção da cidadania.

Mediante os avanços tecnológicos e fazendo uso dos princípios das metodologias ativas, hoje é possível acessar as mais variadas informações, fazendo-se necessário trabalhar a formação de um indivíduo que tenha opinião própria e consciência de seu papel na sociedade, a qual passa por frequentes mudanças. “O cidadão deste século não pode ter o mesmo perfil de habilidades do século passado. Não pode mais ignorar o que se passa no mundo, necessita se inserir de maneira adequada no meio social. Esse cidadão precisa, antes de tudo, ser crítico, ativo, pensar e agir” (ULHÔA, 2008, p. 2).

Neste sentido, Freiburger e Berbel (2010) alegam que é papel da escola desenvolver em seus estudantes competências e habilidades para uma sociedade cada vez mais complexa. Sendo assim, o estudante deve ser orientado e instigado a participar das aulas, como sujeito dos processos de ensino e de aprendizagem, consequentemente agir de forma consciente e responsável na sociedade (KOMATZU; ZANOLLI; LIMA; 1998). Ainda,

O estudante precisa assumir um papel cada vez mais ativo descondicando-se da atitude de mero receptor de conteúdos, buscando efetivamente conhecimentos relevantes aos problemas e aos objetivos da aprendizagem. Iniciativa criadora, curiosidade científica, espírito crítico reflexivo, capacidade para auto-avaliação, cooperação para o trabalho em equipe, senso de responsabilidade, ética e sensibilidade na assistência são características fundamentais a serem desenvolvidas em seu perfil (KOMATZU; ZANOLLI; LIMA, 1998, p. 234).

Segundo Demo, é preciso repensar a sala de aula clássica,

Não é educativo reforçar a imagem autoritária do professor; indicada pelo púlpito de onde leciona, pelo auditório cativo obrigado a escutá-lo, pelo poder discricionário que pode reprovar a quem queira, pela diferença ostensiva entre alguém que só ensina e outros que só aprendem (DEMO, 2011, p. 20).

Para Berbel (2011), as metodologias ativas trazem novos elementos às aulas, podendo despertar a curiosidade dos estudantes e possibilitando aos professores novas perspectivas de ensino. A seguir, ênfase de acordo com os pensamentos dessa autora, os resultados positivos apresentados por alunos que se percebem autônomos com a utilização de metodologias ativas:

1 - à motivação (apresentando motivação intrínseca, a percepção de competência, pertencimento, curiosidade, internalização de valores); 2 - ao engajamento (com emoções positivas, persistência presença nas aulas, [...]); 3 - ao desenvolvimento (evidenciando autoestima, autovalor, preferência por desafios ótimos, criatividade); 4 - à aprendizagem (melhor entendimento conceitual processamento profundo de informações, uso de estratégias autorreguladas); 5 - à melhoria do desempenho em

notas, nas atividades, nos resultados em testes padronizados); e 6 - ao estado psicológico (apresentando indicadores de bem-estar, satisfação com a vida, vitalidade) (BERBEL, 2011, p. 28).

De acordo com os PCN's (BRASIL, 2002), o objetivo fundamental do ensino de Ciências é dar condições para o aluno identificar problemas a partir de observações sobre um fato, levantar hipóteses e testá-las, visando fortalecer sua autonomia e criticidade. O aluno deverá ser capaz de descobrir e redescobrir a sua forma de aprender e entender que o conhecimento não está pronto e acabado. Nesse sentido professores e alunos são convidados a questionar sua própria prática, trazendo para a comunidade em que estão inseridas as questões éticas, sociais e políticas do sistema escolar, contribuindo para a construção da cidadania.

Em virtude das novas exigências educacionais decorrentes da aceleração da produção de conhecimento, do acesso facilitado às informações, da criação de novos meios de comunicação, das alterações do mundo do trabalho, das mudanças de interesse dos adolescentes e jovens, foi necessária a elaboração de novas Diretrizes Curriculares Nacionais (BRASIL, 2013). De acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais:

Essas novas exigências requerem um novo comportamento dos professores que devem deixar de ser transmissores de conhecimentos para serem mediadores, facilitadores da aquisição de conhecimentos; devem estimular a realização de pesquisas, a produção de conhecimentos e o trabalho em grupo. Essa transformação necessária pode ser traduzida pela adoção da pesquisa como princípio pedagógico (BRASIL, 2013, p. 165).

Para tanto, as aulas tradicionais não podem ser a única forma de trabalhar os conteúdos, é importante experimentar diferentes metodologias para contribuir com a aprendizagem dos alunos. Sendo assim, os espaços diferenciados de aprendizagem como: museus, laboratório de ciências, laboratório de informática, jardins, bosques, praças, entre outros, podem ser considerados ambientes educativos que possibilitam observações que não são possíveis dentro de uma sala de aula, além da curiosidade que esses espaços despertam nos alunos (ANTUNES, 2014). De acordo com o autor, esses espaços têm se tornado uma importante estratégia para a educação científica e construção do conhecimento, já que as escolas por si só não são capazes de educar cientificamente e mediar todo o conhecimento científico ao aluno. Sendo assim, esses espaços se tornam de fundamental importância no ensino e na aprendizagem dos estudantes (ANTUNES, 2014).

Em síntese, podemos entender Metodologias Ativas como formas de desenvolver os processos de ensino e de aprendizagem, utilizadas pelos professores na busca de conduzir a

formação crítica de futuros profissionais nas mais diversas áreas de ensino. A utilização dessas metodologias pode favorecer a autonomia dos estudantes, despertando a curiosidade, estimulando tomadas de decisões coletivas e individuais, advindos das atividades relacionadas aos contextos dos estudantes.

Nesse trabalho foram aplicadas algumas das metodologias ativas tais como: atividades práticas e investigativas, espaços diferenciados de aprendizagem (laboratório de informática com o *PhET*, a praça da Bíblia e a feira de ciências) e mapas conceituais, os quais serão descritos no próximo item e os resultados da aplicação estão explanados no Capítulo 4.

### **2.1.1 Atividades Práticas e Investigativas**

As atividades práticas são tarefas educativas que requerem do estudante a experiência direta com o material presente fisicamente, com o fenômeno e/ou com dados brutos obtidos do mundo natural ou social. Tais atividades podem ser desenvolvidas em salas de aula, laboratórios, jardins escolares e em diversos ambientes externos à escola, como parques, jardins públicos, reservas ambientais, museus ou, mesmo, a casa do aluno (BASSOLI, 2014).

Para Kafer e Marchi (2016, p. 547), ao trabalhar com atividades experimentais “é necessário que o professor, quando utilizar dessa metodologia de ensino, organize os experimentos de tal forma que os estudantes consigam interagir com os fenômenos observados construindo e aprimorando seus conceitos e conhecimentos”.

Para atender aos anseios e necessidades dos alunos diante do mundo moderno, cabe aos professores deixarem de serem meros transmissores de conhecimento e passar a serem os guias, mediadores, provocadores no processo de investigação e construção de novos saberes (KRASILCHIK, 2008).

Para tal, é importante que os professores adotem uma mudança na postura tanto durante a realização das aulas quanto no preparo e planejamento. Os educadores precisam sair da zona de conforto e passar a serem verdadeiros instigadores, provocar no educando a sede pela busca do desconhecido ou aperfeiçoar o que ele já conhece (AZEVEDO, 2004). Uma das alternativas, ou tendências de ensino pode ser educar por meio da experimentação, envolvendo os alunos com aulas mais dinâmicas, atrativas e prazerosas, os conteúdos tornam-se mais fáceis de serem

compreendidos e assimilados (ANTUNES, 1999).

Porém, diante da carência de investimentos em nossas escolas, quando são realizadas atividades experimentais são encontradas algumas dificuldades como: falta de material para realizar as atividades, alguns materiais também são perigosos e exigem atenção redobrada por parte do professor e estudante, falta de tempo para preparar as atividades entre outros obstáculos que dificultam a realização das mesmas (ANDRADE; MASSABNI, 2011).

Em uma breve observação da matriz de competências apresentadas no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) pode-se perceber que as determinações ali presentes falam de uma produção de conhecimento que seja útil para utilização para além da vida escolar. Os conteúdos também devem estar disponíveis quando o estudante, na posição de pessoa humana, interagindo em sociedade, tenha que tomar alguma decisão e necessite ter uma postura estrategista, além de uma base de conceitos acadêmicos (BRASIL, 2002).

Fazendo uma avaliação das suas práticas pedagógicas, os professores de ciências no ensino fundamental e médio acreditam que a melhoria do ensino nas aulas de ciências, está na introdução de aulas práticas no currículo (BORGES, 2002). Em se tratando de atividades práticas, Andrade; Massabni (2011, p. 838) destacam:

Os professores, ao deixarem de realizar atividades práticas podem estar incorporando formas de ação presentes historicamente no ensino, pautados por uma abordagem tradicional, sem maiores reflexões sobre a importância da prática na aprendizagem de ciências.

Mesmo diante dos avanços tecnológicos e sabendo que as atividades práticas facilitam o aprendizado de ciências, na educação básica ainda predomina a fala dos professores, a maioria das aulas são tradicionais, adotando-se quase sempre a mesma metodologia de ensino com aulas expositivas e dialogadas, onde o aluno tem pouca participação na construção e reconstrução do conhecimento. Nos documentos orientadores, como as Diretrizes Curriculares Nacionais, sugerem que:

O princípio da unidade entre pensamento e ação é correlato à busca intencional da convergência entre teoria e prática na ação humana. A relação entre teoria e prática se impõe, assim, não apenas como princípio metodológico inerente ao ato de planejar as ações, mas, fundamentalmente, como princípio epistemológico, isto é, princípio orientador do modo como se compreende a ação humana de conhecer uma determinada realidade e intervir sobre ela no sentido de transformá-la (BRASIL, 2013, p. 164).

Campos e Nigro (1999), numa tentativa de diferenciar as modalidades de atividades práticas, categorizam-nas em demonstrações práticas, experimentos ilustrativos, experimentos descritivos e experimentos investigativos.

Ainda de acordo com Campos e Nigro (1999), os experimentos ilustrativos são atividades que os alunos podem realizar por si mesmos e que cumprem as mesmas finalidades das demonstrações práticas, possibilitando um maior contato com fenômenos já conhecidos. Segundo o mesmo autor, as atividades descritivas são atividades que o aluno realiza, não sendo, obrigatoriamente, dirigido o tempo todo pelo professor, favorecendo, com isso, o contato direto do aluno com coisas ou fenômenos que precisa apurar, sejam ou não comuns no seu dia a dia.

De acordo com Krasilchik (2008), as atividades demonstrativas práticas são utilizadas em casos em que o professor não esteja com muito tempo para realizá-la ou tenha pouco material a sua disposição. Assim,

A utilização de demonstração é justificada em casos em que o professor deseja economizar tempo, ou não dispõe de material suficiente para a toda a classe, servindo também para garantir que todos vejam o mesmo fenômeno simultaneamente, como ponto de partida comum para uma discussão ou para uma aula expositiva (KRASILCHIK, 2008, p. 85).

Já as atividades investigativas diferem das outras atividades por envolverem, obrigatoriamente, discussão de ideias, elaboração de hipóteses explicativas e experimentos para testá-las (CAMPOS; NIGRO, 1999). Nesse sentido, este tipo de atividade estimula a interatividade intelectual, física e social, contribuindo para a formação e construção de novos conceitos. Para Zompero, Laburu (2011, p. 68):

A perspectiva do ensino com base na investigação possibilita o aprimoramento do raciocínio e das habilidades cognitivas dos alunos, e também a cooperação entre eles, além de possibilitar que compreendam a natureza do trabalho científico. Atualmente, a investigação é utilizada no ensino com outras finalidades que os presentes nas reformas da década de 1960 – cujo objetivo central era a formação de cientistas –, como o desenvolvimento de habilidades cognitivas nos alunos, a realização de procedimentos como: elaboração de hipóteses, anotação e análise de dados e o desenvolvimento da capacidade de argumentação.

De acordo com Perez e Castro (1996) apud Zompero e Laburú (2011), as atividades investigativas podem ser caracterizadas por:

[...] apresentar aos alunos situações problemáticas abertas, em um nível de dificuldade adequado à zona de desenvolvimento potencial dos educandos; favorecer a reflexão dos alunos sobre a relevância das situações-problema apresentadas; emitir hipótese

como atividade indispensável à investigação científica; elaborar um planejamento da atividade experimental; contemplar as implicações CTS do estudo realizado; proporcionar momentos para a comunicação do debate das atividades desenvolvidas; potencializar a dimensão coletiva do trabalho científico (ZOMPERO; LABURÚ, 2011, p. 75).

Além disso, as atividades práticas e investigativas necessitam de: problematização, levantamento de hipóteses, coleta de dados e análise dos dados. Tais situações estimulam constantemente a curiosidade dos alunos, possibilitando a construção de novas formas de aprendizado, ou seja, os alunos são convidados a criar suas próprias formas de aprender (AZEVEDO, CASADO, 2017).

Na minha intervenção, considero que as atividades foram trabalhadas com caráter investigativo, partindo dos conceitos e conteúdos da Termodinâmica, para posterior relação com o corpo humano. Ao analisar alguns livros didáticos, percebi que na maioria deles, os conteúdos da Termodinâmica não estão relacionados ao corpo humano, mas em outros sim, como mencionado por Sodré, Mattos (2013, p. 55):

Em relação aos manuais didáticos, foi notável, na grande parte dos livros uma tendência de utilizar o conceito de energia e seu caráter quantitativo para expressar a razão pela qual estamos vivos, ou realizando trabalho, indicando o uso da analogia entre ser vivo e máquina térmica.

O ensino por investigação colabora para construção de conhecimento, tornando o ensino mais eficiente, no qual os alunos passam a entender melhor os conteúdos, não fazendo uma simples memorização para passar nas provas. Além desses fatores, o ensino por investigação associado ou não a prática experimental, está sempre em consonância com situações problematizadoras, questionadoras, possibilitando assim um espaço amplo de discussões em sala de aula. Sendo assim, esse tipo de atividade provoca uma ruptura com as formas tradicionais de ensino, fazendo-se necessário usar de novas estratégias e metodologias de ensino que irão favorecer a autonomia do aluno (AMBRÓZIO; COELHO, 2013).

Ao participarem de uma atividade investigativa, os estudantes devem não somente a observar fenômenos e manipular informações ou experimentos, mas também formular hipóteses, refletir e discutir em grupo, explicar os argumentos utilizados e relatar suas conclusões para a resolução do problema, ou seja, participar de etapas características de uma investigação científica (AZEVEDO, 2004). Em outras palavras, os alunos devem aprender ciência e sobre ciência. De acordo com Azevedo (2004, p. 21):

Para que uma atividade possa ser considerada uma atividade investigativa, a ação do aluno não deve se limitar apenas ao trabalho de manipulação ou observação, ela deve também conter características de um trabalho científico: o aluno deve refletir, discutir, explicar, relatar, o que dará ao seu trabalho as características de uma investigação científica.

As atividades investigativas sempre têm como ponto de partida a proposição de questões problematizadoras, possibilitando aos estudantes a reflexão e debate de ideias a respeito de um determinado conteúdo. Ao iniciar a resolução da questão problema, os estudantes podem se organizar em pequenos grupos, para a fase da elaboração de hipóteses, que os levarão a solução do mistério por trás da questão. A distribuição em grupos de preferência com poucos integrantes, facilita o trabalho colaborativo e favorece o desenvolvimento de habilidades de argumentação, reflexão, discussão e explicação (AMBRÓZIO, 2014, p. 21).

No próximo item, será realizada uma abordagem sobre os espaços diferenciados de aprendizagem como possibilidade de facilitar o estudo de conteúdos e conceitos da Termodinâmica.

### **2.1.2 Espaços diferenciados de aprendizagem**

É consenso na comunidade científica que estudantes do ensino médio apresentam dificuldades de aprendizagem na disciplina de Física. Para facilitar os processos de ensino e aprendizagem, é importante que o professor faça uso de diferentes metodologias de ensino e busque espaços diferenciados de aprendizagem.

Neste sentido, um dos espaços diferenciados de ensino, pode ser o laboratório de informática, uma vez que existem vários simuladores computacionais disponíveis na *internet* de fácil e livre acesso. As simulações computacionais têm demonstrado um enorme avanço nos processos de ensino e de aprendizagem, facilitando a compreensão de conceitos na área de ciências (FIOLHAIS; TRINDADE, 2003). De acordo com os mesmos autores:

A necessidade de diversificar métodos para combater o insucesso escolar, que é particularmente nítido nas ciências exatas - da Física em particular - conduz ao uso crescente e diversificado do computador, o que oferece atualmente várias possibilidades para ajudar a resolver esse problema (FIOLHAIS; TRINDADE, 2003, p. 1).

Tais simuladores são recursos didáticos que permitem ao estudante e professores

observar o comportamento de um determinado sistema e fenômeno representado por meio de um modelo computacional. Dessa forma, servem para amenizar os problemas de aprendizagem, facilitando o processo de construção e reconstrução do conhecimento. Porém, muitos pesquisadores, questionam as potencialidades de alguns simuladores, pois nem sempre descrevem um sistema real, onde muitos modelos contêm excesso de simplificações, tendo pouca aproximação com o fenômeno real (MEDEIROS; MEDEIROS, 2002).

Arantes et al. (2010), expõem em sua análise sobre o *PhET*, em um estudo de pós-doutorado amparado pelo CNPq, os conteúdos que podem ser explorados pelo simulador, onde:

[ ] simulações também são agrupadas em seções específicas de cada área como física, química, ciências da terra e matemática. Todas as simulações são classificadas de acordo com o nível de ensino. Em física, as simulações são agrupadas em sete categorias: Movimento; Trabalho, Energia e Potência; Som e Ondas; Calor e Termodinâmica; Eletricidade, Magnetismo e Circuitos; Luz e Radiação; e Fenômenos Quânticos (ARANTES et al., 2010, p. 29).

Ao usar os simuladores, é importante que o professor e os estudantes estejam conscientes que o modelo representado pelo simulador é simplificado da realidade e que se corre o risco de formar opiniões errôneas do fenômeno em estudo (HECKLER et al., 2007).

Para Teodoro e Veit (2002), o uso de tecnologias e simuladores computacionais facilita a construção de conhecimentos em diferentes áreas do saber. Sendo assim, entende-se que o ensino da Física não deve deter-se unicamente à teoria e à resolução de exercícios e problemas muitas vezes desconexos da realidade dos alunos. Acredita-se que as atividades práticas, quando integradas com simulações computacionais, podem tornar as aulas mais interessantes e contribuir para a construção de conceitos Físicos (TEODORO; VEIT, 2002).

Neste trabalho foi utilizado o simulador computacional *PhET*, o qual possibilitou maior entendimento dos conceitos e aplicações da Termodinâmica. O *software* de simulações *PhET* é um projeto desenvolvido pela Universidade de Colorado, seu idealizador é o vencedor do prêmio Nobel de Física 2001, Carl Wieman. Os pesquisadores dessa Universidade realizam e testam as simulações, para depois disponibilizá-las aos interessados (ARANTES et al., 2010).

Além do uso do laboratório de informática como espaço diferenciado de aprendizagem, onde foi explorado o *software* de simulações *PhET*, também foram realizadas atividades de cunho investigativo ao ar livre na Praça da Bíblia. De acordo com ANDRADE, MASSABNI (2011, p. 851):

A escola é um espaço de aprendizagem, e qualquer espaço pode ser trabalhado a fim de ser útil a uma prática que priorize a experiência direta dos estudantes, sendo este um compromisso a ser assumido pelas escolas, não só pelos docentes da área. Viabilizar trabalhos no entorno da escola, nos seus jardins, pátios, e – por que não? – nos laboratórios escolares, com a construção ou revitalização de espaços adequados a tais atividades, demonstra que a própria escola as valoriza.

Com os avanços tecnológicos e as exigências da sociedade contemporânea faz-se necessário que a escola revise suas práticas pedagógicas. Essa revisão passa pela reorganização dos conteúdos trabalhados, optando por um conjunto de temas que sejam relevantes para o aluno e abandonando aqueles sem significação. Com essa ação, pretende-se contribuir para melhora da sua qualidade de vida e para formar cidadãos críticos com possibilidades de interferir positivamente na comunidade da qual faz parte (BORGES, 2007).

Em adição, Faria e Terán (2011) salientam que devido às demandas da sociedade contemporânea, além de modificar os conteúdos, também é necessária uma mudança de postura por parte do professor no que tange a metodologia utilizada durante as aulas.

Exigem, também, repensar as estratégias metodológicas visando à superação da aula verbalística, substituindo-a por práticas pedagógicas capazes de auxiliar a formação de um sujeito competente, apto a reconstruir conhecimentos e utilizá-los para qualificar a sua vida (FARIAS; TERÁN, 2011, p. 54).

Nesse sentido, as aulas em espaço não formal podem ser uma estratégia metodológica que possibilita a construção e reconstrução de conhecimento que seja útil e faça sentido para a vida dos estudantes. Sobre esse assunto (MARANDINO, 2005, apud FARIA; TERÁN, 2011, p. 54) salientam:

Os espaços não-formais envolvem todo e qualquer local que possa ser utilizado para o desenvolvimento de práticas educativas, sejam em parques, bosques, praças, museus, praias entre outros, pois é através destas exposições que se cumprem sua missão educativa. Muitos desses lugares contam com equipes treinadas para auxiliar no direcionamento do público presente.

Para VIEIRA et al. (2005), é importante que as aulas em espaço não formal, sejam bem planejadas e preparadas pelo professor, é fundamental elaborar um roteiro com todas as atividades que se tem pretensão de realizar. O planejamento deve ser flexível, permitindo que os alunos possam participar ativamente.

É essencial que as aulas não-formais não ocorram sem um bom planejamento prévio devendo ser estruturadas para alcançar seus objetivos, já que a aula não-formal pode até ser mais completa que a aula formal, dependendo da maneira como é ministrada. A participação dos alunos nessas aulas e a forma dinâmica como acontecem são vistas como positivas pelos professores, pois na sua concepção, caracterizam-nas como

lúdicas e prazerosas motivando e melhorando a qualidade do ensino de biologia (VIEIRA et al., 2005, p. 24).

Na visão de Faria e Terán (2011), mesmo diante das dificuldades enfrentadas pelo professor em sala de aula, é importante que ele adote uma postura diferenciada, use de variadas metodologias de ensino, saia de sua zona de conforto e contagie os colegas para participar das aulas em espaços não formais, uma vez que esses espaços são propícios para práticas interdisciplinares:

Apesar das dificuldades, é importante que propostas de educação em espaços não-formais junto às escolas sejam incentivadas e executadas. Tais atividades devem, sempre que possível, envolver o corpo docente. Estes, por sua vez, devem também se preocupar com o local de realização desta prática, procurando um espaço com possibilidades de abordar de forma abrangente todos os aspectos da história, economia, cultura e da natureza com a qual se interage. O ensino em ambientes não-formais deve focar a relação entre o ser humano, a natureza e o universo de forma interdisciplinar (FARIA; TERÁN, 2011, p. 55).

Além dos espaços de aprendizagem citados anteriormente, também foi realizada no último encontro de intervenção a feira de ciências, onde foi oportunizado aos alunos mais um espaço não-formal de aprendizagem. Nesse espaço, os estudantes tiveram a oportunidade de rever o que foi estudado e explorado durante a intervenção. Além disso, puderam usar sua criatividade para expor das mais variadas formas os conteúdos explanados durante as aulas. Para CORSINI, ARAÚJO (2007, p. 3), “As práticas educativas em ambientes não-formais de aprendizagem destacam-se em Feiras de Ciências e Tecnologias, em Museus de Ciências, Parques Ecológicos e ambientes virtuais”.

No Brasil, as primeiras Feiras de Ciências surgiram na década de 60. Na época, as Feiras caracterizavam-se por apresentarem trabalhos resultantes de experiências feitas em aula ou criação de aparatos rudimentares com fins demonstrativos (MANCUSO, 1995).

Geralmente se utiliza o termo Feira para indicar locais onde se expõe e se vende mercadorias. Todavia, esse termo também é empregado para as Feiras de Ciências escolares. As Feiras escolares ocorrem em locais públicos onde os alunos, após uma atividade de investigação científica, expõem e discutem com a comunidade suas descobertas e resultados. É um momento em que os alunos expositores têm a oportunidade de crescimento científico, cultural e social. Essas exposições têm se tornado cada vez mais frequentes nas escolas de educação básica, tanto públicas quanto privadas (PEREIRA, 2000).

Segundo WANDERLEY (2001, p. 172), a maioria das escolas, ainda reconhece a feira de ciências como a formação de pequenos cientistas, “a primeira tendência verificada na maioria das Feiras de Ciências brasileiras, refere-se à manutenção do tradicional modelo das Feiras, com ênfase na formação do pequeno cientista”.

Porém, quando se tem claro o objetivo da realização da Feira de Ciências, percebe-se que ela vai além da formação de pequenos cientistas. Dessa forma, Pereira, A. B. destaca:

Como *estratégia de ensino*, as Feiras de Ciências são capazes de fazer com que o aluno, por meio de trabalhos próprios, envolva-se em uma investigação científica, propiciando um conjunto de experiências interdisciplinares, complementando o ensino-formal. Como *empreendimento social-científico*, as Feiras de Ciências podem proporcionar que os alunos exponham trabalhos por eles realizados à comunidade, possibilitando um intercâmbio de informações (PEREIRA, A. B. 2000, p. 38).

Ainda de acordo com Pereira, A. B. (2000), as Feiras de Ciências têm como objetivos propiciar um conjunto de situações de experiências que possibilitem:

[...] incentivar a atividade científica; favorecimento da realização de ações interdisciplinares; estimular o planejamento e execução de projetos; estimular o aluno na busca e elaboração de conclusões a partir de resultados obtidos por experimentação; desenvolver a capacidade do aluno na elaboração de critérios para compreensão de fenômenos ou fatos, pertinentes a qualquer tipo, quer cotidiano, empírico ou científico; proporcionar aos alunos expositores uma experiência significativa no campo sócio científico de difusão de conhecimentos; integração da escola com a comunidade (PEREIRA, A. B. 2000, p. 20).

No próximo subcapítulo será realizada uma breve explanação sobre mapas conceituais, apresentado nesse trabalho como um dos instrumentos que possibilitam ao estudante expor os conhecimentos prévios, como também, os posteriores sobre os conceitos trabalhados durante a intervenção.

### **2.1.3 Mapas Conceituais como ferramenta pedagógica**

O conceito central da teoria de Ausubel (1918-2008) é o da aprendizagem significativa. Ela é uma proposição de cognitivismo que reconhece a importância dos subsunçores<sup>2</sup> na assimilação de novos conceitos de qualquer ramo de estudo. Para que ocorra aprendizagem é

---

<sup>2</sup> É o nome que se dá a um conhecimento específico, existente na estrutura de conhecimentos do indivíduo, que permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele descoberto (MOREIRA 2012, p. 30).

necessária uma organização e integração do novo conhecimento na estrutura cognitiva do educando (PELIZZARI et al., 2002). De acordo com os mesmos autores, a aprendizagem consiste na “ampliação” da estrutura cognitiva, através da incorporação de novas ideias a ela. Dependendo do tipo de relacionamento que se tem entre as ideias já existentes nesta estrutura e as novas que se estão internalizando, pode ocorrer um aprendizado que varia do mecânico ao significativo.

Assim, a aprendizagem significativa ocorre por um processo no qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, ou seja, este processo envolve interação da nova informação com uma estrutura de conhecimento já existente, definida por Ausubel (1982) como subsunçor. Desta maneira, subsunçor é algum conhecimento prévio do aluno, e existente em sua estrutura cognitiva. Segundo Ausubel (1982):

O indivíduo constrói significado a partir de um acerto conceitual entre o conceito apresentado e o conhecimento prévio. Além, é claro, de sua predisposição para realizar essa construção. A teoria da aprendizagem significativa tem como base o princípio de que o armazenamento de informações ocorre a partir da organização dos conceitos e suas relações, hierarquicamente dos mais gerais para os mais específicos (KAFER; MARCHI, 2016, p. 546).

Quando a aprendizagem é significativa, o aprendiz aprende de uma forma prazerosa e apresenta uma predisposição para novos aprendizados. A aprendizagem mecânica ou memorística, geralmente é utilizada quando os estudantes se preparam para exames escolares. Ainda, esse tipo de aprendizagem torna-se chata, cansativa, deixando os alunos sem vontade, passivos e pouco participativos. Ausubel (1980, 2003) sugere o uso da aprendizagem mecânica na ausência de ideias prévias (TAVARES, 2008).

Considerando então que o objetivo da troca de significados é a aprendizagem significativa de um novo conhecimento contextualmente aceito. Uma das condições para que ocorra esse tipo de aprendizagem é que o aluno apresente predisposição para aprender e a outra é que o material de aprendizagem seja potencialmente significativo. A aprendizagem significativa requer predisposição para aprender, e ao mesmo tempo, gera esse tipo de experiência afetiva (MOREIRA, 1997).

Segundo Ausubel (1980, 2003), na aprendizagem significativa a nova informação deve interagir com a estrutura cognitiva de conhecimentos já existente, daí a ideia de subsunçores

ou, conhecimentos especificamente relevantes preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Segundo essa ideia, uma pessoa só se apropria de um conceito quando é capaz de compreendê-lo, interpretá-lo e reelaborá-lo com suas próprias palavras e referenciais. Mas, caso essa interação não ocorra, a aprendizagem é automatizada, de decoração e de esquecimento (MOREIRA, 1997, 2000).

De acordo com a teoria de Novak (1981), os seres humanos pensam, sentem e atuam. Tais elementos nos ajudam a explicar e entender melhor como os estudantes agem. Qualquer evento educativo é uma ação para trocar significados e sentimentos entre o aprendiz e o professor. Portanto, os cinco elementos de Novak são: aprendiz, professor, conhecimento, contexto e avaliação. Esses cinco pontos são essenciais na teoria de Novak (1981) em que qualquer evento educativo implica uma ação para trocar significados e sentimentos entre professor e aluno. Se o professor e aluno conseguirem ter uma boa relação, considerando o ensino-aprendizagem-conhecimento-contexto, a avaliação será favorável. Qualquer evento educativo implica em uma ação para trocar significados e sentimentos entre professor e aluno (Ibidem, 1981).

Novak (1981) dedica ainda grande parte da sua teoria ao conceito da aprendizagem significativa e à facilitação desta aprendizagem por meio de duas estratégias instrucionais, o mapeamento conceitual, o qual aparece nos procedimentos metodológicos desta dissertação. O vê epistemológico de Gowin que é um segundo exemplo, mas não aplicado nesse trabalho (MOREIRA, 1997).

O mapa conceitual é considerado um facilitador da aprendizagem e se apoia na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel. Consiste em uma estrutura esquemática para representar conceitos de um determinado conteúdo ou assunto, também chamado de estruturador do conhecimento. Além disso, o mapa conceitual permite determinar o conhecimento na estrutura cognitiva dos seus autores, sendo muito utilizado para avaliar os conhecimentos prévios dos estudantes (AUSUBEL, 2003). Complementando, Leão; Rehfeldt e Marchi, afirmam que:

Entende-se como mapa conceitual o esquema gráfico para representar a estrutura básica de partes do conhecimento sistematizado que se objetiva construir. Este pode ser entendido como uma rede de conceitos e proposições relevantes de determinado conhecimento. A seleção dos conceitos e proposições relevantes, bem como a composição e organização dos mapas conceituais, obedecem aos critérios da teoria de Ausubel (AUSUBEL, 2003, apud LEÃO; REHFELDT; MARCHI, 2013, p. 197).

Com a construção de mapas conceituais tem-se por objetivo representar relações significativas entre conceitos na forma de proposições. Uma proposição é constituída de dois ou mais termos conceituais unidos por palavras para formar uma unidade semântica (NOVAK; GOWIN, 1988). Os mapas são instrumentos que permitem descobrir as concepções equivocadas ou interpretações não aceitas (podem não ser errôneas) de um conceito, ilustradas por uma frase que inclui no conceito alguma coisa particular dos alunos para ser debatido em sala de aula.

Na concepção de Moreira (1997), devem ser hierárquicos, quer dizer, os conceitos mais gerais devem situar-se na parte superior, e os conceitos mais específicos e menos inclusivos na parte inferior. Também podem ser considerados instrumentos úteis para negociar significados, quer dizer, os alunos sempre trazem alguma coisa deles mesmos para a negociação. Não são como uma tábua rasa ou um recipiente vazio que o professor deve preencher.

Neste trabalho, os mapas conceituais foram utilizados como pré e pós-teste, sua aplicação serviu para avaliar os conhecimentos existentes na estrutura cognitiva dos aprendentes.

Considerando que os conteúdos de Física são muito amplos, optou-se por trabalhar, nesse estudo, com os conceitos da Termodinâmica associada aos processos energéticos do corpo humano e sua importância para o ensino e aprendizagem de conceitos de Física, tema abordado brevemente no próximo subcapítulo.

## **2.2 O Ensino de Física e a Termodinâmica**

A Termodinâmica é a parte da Física que estuda principalmente a transformação de energia térmica em trabalho. A utilização direta desses princípios em motores de combustão interna ou externa faz dela uma importante teoria para os motores de carros, caminhões e tratores, nas turbinas com aplicação em aviões entre outros. Segundo HENEINE (2008), os sistemas possuem dois tipos de energia, interna e externa; a primeira apresenta nível microscópico (a energia interna cinética é o calor do corpo), e a segunda apresenta nível macroscópico (a energia externa cinética depende da velocidade de deslocamento do sistema no espaço). Assim,

A termodinâmica, que estuda a *energia térmica* (frequentemente chamada de *energia interna*) de sistemas. O conceito central da termodinâmica é a temperatura. Esta palavra é tão familiar que quase todos nós – por causa do sentido de quente e frio do nosso corpo – temos a tendência de sermos excessivamente confiantes no que se refere a seu significado (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2002, p. 141).

A primeira Lei da Termodinâmica, também conhecida por Lei da Conservação da Energia, foi estabelecida por Julius Von Mayer, James Joule e Hermann Von Helmholtz, em 1840 (SANTOS, 2012). A Lei determina que na natureza a energia não pode ser criada nem destruída, apenas transformada. Isso quer dizer que a energia total de um sistema isolada mantém-se constante através das operações realizadas no sistema, ou seja, para que uma quantidade de alguma forma de energia desapareça no sistema, a mesma quantidade em outra forma de energia deve aparecer.

Assim, a primeira lei estabelece a relação entre o calor absorvido, trabalho realizado pelo sistema e energia interna do sistema, sem restrições em relação à fonte de calor ou direção do fluxo de calor. Já a segunda Lei da Termodinâmica propõe que, o fluxo espontâneo de calor sempre ocorre do corpo de maior temperatura para o corpo de menor temperatura (NETO, 2005).

É importante destacar que quando nos referimos aos conceitos de calor ( $Q$ ), trabalho ( $W$ ) e energia interna ( $\Delta U$ ), supõe-se que os estudantes já tenham alguns conhecimentos prévios sobre as grandezas físicas que envolvem tanto a primeira como a segunda lei da termodinâmica.

Segundo as Orientações Curriculares de Mato Grosso, a Física é uma ciência experimental, uma construção humana, a qual está presente nas mentes dos físicos, dos professores de Física, dos cidadãos, seja como conhecimento explícito ou implícito. Quando esse conhecimento é trabalhado em sala de aula, deve ser relacionado às experiências e vivências que o aprendiz capta da realidade em que está inserido. “A Física, nossa matéria de ensino, permite-nos conhecer os fenômenos naturais, traduzindo-os em uma linguagem matemática muito peculiar. Apresentam hoje, interfaces importantes com outras ciências e outros saberes” (MATO GROSSO, 2012, p. 61).

A demanda crescente por formas e diversas fontes de energia, exige que tenhamos mais conhecimentos principalmente sobre conteúdos relacionados à Termodinâmica. No entanto, percebe-se que nessa área de conhecimento, assim como também em outras áreas, ainda predomina a abordagem de conteúdos com excesso de fórmulas e cálculos, gerando uma

carência de significados concretos e pouco entendimento da realidade (Ibidem, 2012). Segundo as orientações curriculares do Mato Grosso:

O estudo da Termodinâmica, de sua evolução e das aplicações tecnológicas consolida a Física como a construção humana e evidencia a importância prática da ciência para a sociedade, o que dá maior autonomia aos aprendizes para enxergar como as coisas funcionam à nossa volta (Ibidem, 2012, p. 67).

Ao trabalhar com fenômenos térmicos, é importante estabelecer relações com o funcionamento do nosso corpo, com a vida de forma geral e com o ambiente. Além de situações climáticas como inversão térmica, chuvas e precipitações, há ocorrências envolvendo seres vivos e seus mecanismos de *feedback* às trocas de calor, como, tremores, transpiração, reservas de gorduras e diminuição do metabolismo em seres homeotérmicos (MATO GROSSO, 2012).

Relacionando a Termodinâmica aos processos energéticos do corpo humano, percebemos que todas as atividades do corpo humano envolvem trocas de energia (SODRÉ; MATTOS, 2013). Mesmo em repouso, o corpo humano continua gastando energia para a manutenção do organismo vivo em funções que incluem Atividade do sistema nervoso; Ventilação pulmonar; Circulação; Excreção renal; Tônus muscular; Secreção glandular, síntese proteica de hormônios, entre outros.

A energia que o corpo humano utiliza é extraída dos alimentos e, em geral, é modificada quimicamente antes de ser aproveitada. Após a transformação química e produção de moléculas da ATP (adenosina trifosfato), que é a fonte de energia utilizável pelo corpo humano, esta é utilizada para a manutenção dos órgãos em funcionamento, manter a temperatura constante e realizar trabalho externo. Apenas uma pequena porcentagem da energia consumida na alimentação é eliminada na forma de fezes e urina. A energia utilizada no funcionamento dos órgãos é parcialmente transformada em calor e parte desse calor é utilizado para manter a temperatura do corpo e o restante é eliminado para o ambiente (NETO, 2005).

Diante disso, oscilações na temperatura ambiente, podem provocar problemas a nossa saúde. A temperatura do corpo humano varia de 36,7 °C e 37,0 °C. Quando a temperatura corporal está abaixo do normal significa que o indivíduo está com hipotermia; se acontecer o contrário (a temperatura acima do normal) diz que o indivíduo está com febre ou hipertermia. O ser humano é um homeotermo, pois ele é capaz de controlar sua própria temperatura. Para medir a temperatura do corpo, usa-se um aparelho chamado termômetro. Um dos primeiros dispositivos criados para avaliar temperaturas foi o termoscópio a ar. Inventado por Galileu

(RAMALHO et al, 2003), existem vários tipos de termômetros, os mais conhecidos são o Clínico e o Digital.

Buscando conceituar as Leis da Termodinâmica, Luiz (2007) afirma que a 1ª Lei da Termodinâmica corresponde à lei da conversão da energia aplicada a um sistema que troca calor  $Q$  com suas vizinhanças e realiza trabalho  $W$  sobre sua vizinhança. Para a 2ª Lei da Termodinâmica, o enunciado em nome de Clausius afirma que nenhum processo é possível em que o único resultado seja transferência de calor de um corpo mais frio para um mais quente (OLIVEIRA, 2005).

A conservação de energia no corpo humano é descrita pela Primeira Lei da Termodinâmica:  $\Delta U = Q - W$ , sendo  $\Delta U$  a variação da energia interna ou armazenada pelo corpo,  $Q$  a quantidade de calor trocada com o ambiente e  $W$ , o trabalho realizado pelo corpo. A variação da energia interna ( $\Delta U$ ) do corpo humano pode ser calculada medindo-se o consumo de oxigênio, necessário às reações de oxidação. A realização de trabalho ( $W$ ) pode ser medida ou avaliada pela equação da Segunda Lei da Termodinâmica, que relaciona a eficiência ( $\eta$ ) com que dado trabalho externo é realizado pelo corpo humano:  $\eta = w / \Delta U$  (SILVA; ÇENGEL, 2009).

De acordo com SILVA, LABURÚ e NARDI (2009), talvez um dos conceitos mais difíceis de aprender e de ensinar na Física, seja o de calor. “Atualmente, o termo científico calor é herdeiro do termo calor da teoria calórica, na qual o calor não pode ser criado nem destruído” (SILVA; LABURÚ; NARDI, 2009, p. 386). Já para Halliday (2002), “calor é a energia que é transferida entre um sistema e seu ambiente, devido a uma diferença de temperatura que existe entre eles” (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2002, p. 147).

Visando quantificar de modo eficaz e prático a energia liberada pelos diferentes alimentos ou consumida pelos vários processos funcionais do organismo, criou-se uma unidade de medida chamada caloria (cal), que é a quantidade de calor necessária para elevar a temperatura de um grama de água em um grau Celsius (BAHTEN, 2001).

James Prescott Joule (1818-1889) caracterizou-se por ter realizado várias contribuições importantes para a termodinâmica, entre elas o trabalho experimental para determinar o equivalente mecânico do calor. Joule estabeleceu uma relação entre o trabalho e a quantidade

de energia transferida na forma de calor. Determinou, pelas massas, a variação de altura e o trabalho realizado pela força da gravidade; e calculou, pelo ( $\Delta Q$ ), a variação da energia interna ( $\Delta U$ ) sofrida pela água. Ele estabeleceu que 4180 J de energia correspondiam a 1000 cal, ou seja, 1 cal equivale a 4,18 J (PASSOS, 2009).

Já a técnica para medir temperatura, começou com o termoscópio inventado por Galileu Galilei, em 1592. As escalas mais usadas atualmente são: Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ), Fahrenheit ( $^{\circ}\text{F}$ ), Kelvin (K), Rankine (R) e Réaumur ( $^{\circ}\text{Re}$ ) (BAHTEN, 2001). A escala Celsius foi desenvolvida pelo astrônomo sueco Anders Celsius, em 1742, utilizando a diferença entre os valores de referência  $0^{\circ}\text{C}$  para o ponto de fusão e  $100^{\circ}\text{C}$  para o ponto de ebulição da água.

Uma vez que os conceitos de calor e temperatura estão diretamente relacionados aos conteúdos da Termodinâmica, vale destacar a visão de Monteiro e Germano (2009), quando esses afirmam que a dificuldade em assimilar os conceitos da Termodinâmica no Ensino Médio se dá devido à falta ou pouca realização de atividades experimentais. Segundo os autores a experimentação mesmo sendo de baixo custo, oportunizaria aos estudantes, a discussão das leis da Termodinâmica e conceitos da Termodinâmica.

Para dar suporte a pesquisa, foram analisados trabalhos disponibilizados no banco de dados da Capes, artigos do SNEF (Simpósio Nacional de Ensino de Física) e outros relacionados às temáticas atividades investigativas e Termodinâmica os quais serão brevemente apresentados no próximo item.

### **2.3 Alguns estudos recentes sobre a temática**

Com a escolha da temática “Atividades Investigativas”, fui à busca de trabalhos que tratassem desse tema, utilizando como referencial o Portal da CAPES. Por meio dessa busca encontrei vários registros datados entre os anos de 2005 a 2015 que tratavam dessa temática. Porém, muitos trabalhos estavam relacionados às atividades investigativas no ensino de matemática, biologia e química. Como não é possível fazer um estudo de todos os registros que tratam da temática acima, e escolhi apenas alguns trabalhos que falavam das atividades investigativas, especialmente no ensino de física, mas saliento que nenhum dos trabalhos encontrados fazia relações da Termodinâmica aos processos energéticos do corpo humano.

Além disso, alguns trabalhos não puderam ser analisados por ter sido impossível obter o arquivo com o trabalho completo.

Dos trabalhos analisados, inicialmente faço referência à pesquisa realizada por Silva (2014), que apresenta como eixo norteador de seu trabalho “O ensino por investigação e o seu impacto na aprendizagem de alunos do ensino médio de uma escola pública brasileira”. A autora ressalta que a escola de ensino médio vem mantendo um ensino de Biologia bastante teórica e pouco ligada à realidade do aluno, sendo que se espera que o aluno saia de ensino médio atuando com autonomia, lidando com informações e fazendo uso dos conhecimentos adquiridos na escola. Essa dissertação relata um estudo em que foram utilizadas escalas para avaliar a emoção e a motivação dos alunos, além de um questionário que avaliou a concepção de Ciências dos estudantes, antes e depois da realização de atividades que envolviam o ensino por investigação. Assim, a autora pôde perceber que usando de metodologias que envolvam o ensino baseado na investigação os estudantes tiveram oportunidade de desenvolver entendimento maior de conceitos e teorias, fazendo conexões ao cotidiano.

Pereira W. V. (2014), em sua dissertação intitulada como: Propostas de utilização de sequências didáticas investigativas para o estudo do conceito de velocidade no ensino médio, o autor apresenta em seu trabalho um estudo sobre as contribuições das atividades investigativas para a evolução do conceito de velocidade. O estudo foi realizado com estudantes do primeiro ano do ensino médio que já haviam estudado o conteúdo de cinemática. A maioria deles demonstrou concepção alternativa, o que mostra que essa forma de conhecimento pode existir mesmo após a instrução formal. Em sua pesquisa, realizou três atividades que colocaram os alunos diante de diferentes situações com o objetivo de promover conflito cognitivo. A produção escrita dos alunos foi recolhida e analisada utilizando-se como orientação a análise de conteúdo. E por fim, concluiu que as atividades investigativas realizadas mostraram ser uma boa alternativa às aulas tradicionais de laboratório e demonstraram potencial em promover evolução das concepções alternativas.

Godinho (2015), em sua dissertação aborda sobre o papel do professor na formação do estudante, frente aos desafios da docência, articulando autonomia profissional com autonomia intelectual. São abordadas as possibilidades de atuação do professor no tocante ao planejamento de suas aulas, às tarefas burocráticas exigidas, bem como à perda de autonomia nas grandes decisões do ponto de vista da organização escolar e do currículo, e as implicações daí

decorrentes à qualidade de seu trabalho e, de modo especial, à aprendizagem do aluno. Além de discutir as abordagens metodológicas que favorecem a construção da autonomia intelectual do estudante, por meio de metodologias ativas, o autor frisa que o trabalho com projetos de ensino pautados na aprendizagem baseada em problemas e no estudo de caso serviram para melhorar e facilitar a construção de conhecimento dos estudantes. Concluindo em sua pesquisa que utilização de metodologias ativas como; Aprendizagem Baseada em Problemas (*Problem Based Learning – PBL*) e trabalho com projetos, trouxeram aos alunos, mais dinamismo e entusiasmo, diálogo, cooperação e responsabilidade frente à construção do seu conhecimento, fortalecendo a autonomia na busca de novos saberes.

Torma (2015), em sua dissertação de mestrado apresenta compreensões sobre a constituição e a implementação de um produto educacional – uma sequência didática investigativa em circuitos elétricos para o ensino médio. Os estudantes envolvidos são oriundos da rede pública do Município de Rio Grande, RS. Um dos propósitos centrais abrange a inclusão do trabalho experimental em sala de aula do ensino médio, com materiais de baixo custo, de modo a contemplar as diretrizes expressas para a área de Física nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM), incluindo processos de fazer, manusear, operar e agir em atividades investigativas desenvolvidas em grupo, que utilizam experimentos, desenhos, escritos e vídeos. Seu objetivo central foi envolver os estudantes e incentivá-los a expressar suas hipóteses para que, a partir de erros e acertos, possam construir o conhecimento de modo colaborativo com seus colegas e o professor. O produto educacional implantado propiciou o registro de um ambiente da sala de aula mais agradável e descontraído, propiciando o envolvimento e a atenção dos alunos por um tempo maior do que em relação às aulas tradicionais.

Pereira M. M. (2014), em sua tese intitulada: Memória mediada na aprendizagem de Física: problematizando a afirmação “Não me lembro de nada das aulas do ano passado!”, apresenta o relato de uma pesquisa cujos objetivos são identificar o que os estudantes retomam das aulas de Física do ano anterior e compreender os processos que levam (ou não) a essas retomadas, considerando a perspectiva do ensino por investigação. A pesquisa contou com a participação de 22 alunos de Ensino Médio, de uma instituição federal de ensino, durante seis meses, ao longo dos quais foram utilizadas com os estudantes algumas atividades investigativas sobre calor e temperatura, além das práticas usuais do professor para abordar a temática da Física Térmica. Aproximadamente um ano depois, o mesmo docente aplicou, para a mesma

turma, atividades diferentes das iniciais, mas que solicitavam a retomada do que tinha sido ensinado previamente. Coletas de registros foram realizadas nesses diferentes momentos. A pesquisadora utilizou cinco elementos teóricos como base para as análises realizadas – memória, cognição, afetividade, interação social e metacognição –, a fim de tentar compreender o processo de aprendizagem ao longo de diferentes momentos, considerando a perspectiva sócio-histórico-cultural Vigotskiana. A análise realizada pela autora permite defender a tese de que a aprendizagem de Física ao longo do tempo, na perspectiva do ensino por investigação, é influenciada e permeada por memórias mediadas, as quais envolvem aspectos cognitivos, afetivos e metacognitivos e são formadas e acessadas por elementos mediadores.

Ao buscar, no Portal da Capes, nos anais do XX e XXI Simpósio Nacional de Física (SNEF) e em artigos relacionados, o descritor “Termodinâmica”, vários estudos que tratavam desse campo do saber foram selecionados, mas, em especial destaque as dissertações de Neto (2005), Silva (2009) e Jesus (2015) que foram selecionadas no portal da Capes. A seguir passo a destacar os principais pontos da pesquisa desses autores.

A dissertação de Neto (2005), intitulada como Modelo mecânico de pulmão artificial para simulação do condicionamento do ar respirado é a que mais se assemelha ao conteúdo que explorei nesse projeto de pesquisa (Termodinâmica voltada aos processos energéticos do corpo humano). Na pesquisa o autor teve por objetivo a criação de um modelo artificial de pulmão que condicionasse o ar inspirado e expirado em valores normais de temperatura ( $37,0 \pm 0,6^\circ\text{C}$ ), pressão (0 a 20 cmH<sub>2</sub>O) e umidade relativa (100%) que um homem jovem (25 anos) hígido de 80 kg condicionaria sob ventilação mecânica. Para a construção do pulmão foram utilizados diversos tipos de materiais, como plástico, metal, madeira, vidro e eletroeletrônicos, que foram regulados com capacidade vital de 5000 ml, volume corrente de 800 ml, pressão inspiratória máxima de 20 cm H<sub>2</sub>O, PEEP<sup>3</sup> de 2 cm H<sub>2</sub>O e temperatura do gás dentro do sistema de  $37,0 \pm 0,6^\circ\text{C}$ . A cada dois segundos, foram registradas as alterações de temperatura do ar circulado no sistema. Ao final do experimento, concluiu-se, mediante análise estatística que o modelo foi eficiente no condicionamento do ar aproximadamente nos moldes do ser humano (temperatura  $37,3^\circ\text{C}$ ; pressão máxima de 20 cm H<sub>2</sub>O e umidade relativa de aproximadamente 100%), tornando-se um instrumento útil em estudos que envolvam a termodinâmica e ventilação

---

<sup>3</sup> Pressão pulmonar expiratória final (NETO, 2005, p. 14).

pulmonar.

Já no trabalho de Silva (2009), que apresenta como questão norteadora “quais as barreiras conceituais que impedem a compreensão da segunda lei da Termodinâmica pelos estudantes”? A partir de três questões apresentadas aos estudantes do terceiro ano do ensino médio e do primeiro ano do curso superior de licenciatura em Física, foram coletadas as respostas produzidas. Posteriormente analisadas, permitiram a explicitação de concepções que, confrontadas com as ideias da Termodinâmica clássica, revelaram um raciocínio inadequado. Com o trabalho foi possível identificar lacunas decorrentes da forma como os conteúdos são apresentados na sala de aula e nos livros didáticos, o que pode explicar as dificuldades encontradas. Para concluir, o autor afirma que o trabalho apresenta subsídios de relevância pedagógica que podem contribuir para a melhoria do ensino da Termodinâmica no ensino médio, com atividades especiais que abrangem os pontos mais conflitantes entre conhecimento cotidiano e científico.

Jesus (2015), em sua pesquisa denominada: Mapa Conceitual como Ferramenta para o Ensino das Leis da Termodinâmica apresenta os resultados de um estudo feito junto a 27 alunos de Licenciatura Plena e Bacharelado em Ciências Biológicas da UNEMAT – Universidade Estadual De Mato Grosso, situada no município de Cáceres-MT, utilizando a tríade do contexto da pesquisa: ato de ensinar – contexto de sala de aula – avaliação. Nesta tríade sugere que o professor no ato de ensinar, utilize mapas conceituais como ferramenta de ensino para negociar significados. E dentro do contexto da sala de aula, investigar quais os conhecimentos prévios que os alunos de biologia têm sobre entropia e através do mapa conceitual construído pelos alunos avaliar a evolução dos conceitos estudados. A estratégia que foi desenvolvida para a construção dos mapas conceituais envolveu a metodologia qualitativa, onde o significado que os alunos dão aos conceitos de entropia e a vida são focos de atenção especial do pesquisador. As análises dos mapas conceituais serviram para avaliar se houve a aprendizagem significativa. Diante das análises é possível inferir, mesmo que tênue, que houve uma aprendizagem dos conceitos trabalhados durante a pesquisa, porém, havia a necessidade de maior aprofundamento teórico sobre os conceitos que estavam sendo trabalhados (termodinâmica).

As pesquisas realizadas em diferentes bancos de dados propiciaram uma melhor compreensão sobre o tema abordado, com ela pude constatar que existem outras pesquisas semelhantes a minha, mas com abordagens diferentes, e principalmente me fez crescer quanto

profissional. Dessa forma, ao termino desse trabalho, tenho mais subsídios e aportes para melhorar minha prática em sala de aula, podendo contribuir para o avanço da educação.

No próximo capítulo serão apresentados os procedimentos metodológicos da pesquisa, sua caracterização, sujeitos envolvidos, instrumentos de coleta de dados e descrição das estratégias metodológicas.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo apresento a metodologia que foi adotada para o desenvolvimento da minha dissertação, em que serão descritas as características dos sujeitos envolvidos, a caracterização, os instrumentos de coleta e análise de dados da pesquisa.

Segundo Gil (2006, p. 17), pesquisa é definida como o:

[...] procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos. A pesquisa desenvolve-se por um processo constituído de várias fases, desde a formulação do problema até a apresentação e discussão dos resultados.

De acordo com o autor, só se inicia uma pesquisa se existir uma pergunta, uma inquietação, uma dúvida para a qual se quer buscar respostas. Existem muitas razões que nos levam a realizar uma pesquisa científica e elas podem ser agrupadas em razões intelectuais (desejo de conhecer pela própria satisfação de conhecer) e razões práticas (desejo de conhecer com vistas a fazer algo de maneira mais eficaz).

Nessa dissertação o que me motivou a realizar a pesquisa foram as inquietações e dificuldades enfrentadas em sala de aula, pois os estudantes apresentam dificuldades em assimilar e compreender os conteúdos de física.

### 3.1 Caracterização da pesquisa

A abordagem da pesquisa é de natureza qualitativa, pois não se baseia em medição numérica, mas em descrições e observações. Para Leopardi (2002, p. 117), a pesquisa qualitativa “é utilizada quando não se podem usar instrumentos de medida precisos, desejam-se dados subjetivos, ou se fazem estudos de um caso particular, de avaliação de programas ou propostas de programas”. Para Minayo (2001), a pesquisa qualitativa trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis.

Na tentativa de caracterizar a pesquisa qualitativa, Gerhardt e Silveira (2009, p. 32), afirmam que:

As características da pesquisa qualitativa são: objetivação do fenômeno; hierarquização das ações de descrever, compreender, explicar, precisão das relações entre o global e o local em determinado fenômeno; observância das diferenças entre o mundo social e o mundo natural; respeito ao caráter interativo entre os objetivos buscados pelos investigadores, suas orientações teóricas e seus dados empíricos; busca de resultados os mais fidedignos possíveis; oposição ao pressuposto que defende um modelo único de pesquisa para todas as ciências.

Nesse sentido, a pesquisa em questão é de cunho qualitativo por não conter instrumentos de medida precisos, os dados são subjetivos, por se tratar de avaliação de conhecimentos adquiridos pelos estudantes.

A metodologia de trabalho utilizada para a realização desta pesquisa, quanto ao tipo, tem aproximação com estudo de caso por possuir relevância significativa no meio acadêmico e por apresentar características interpretativas, pois a coleta de dados foi a partir de interações sociais do pesquisador com o fenômeno pesquisado. Segundo Gil (1990, p. 84), no estudo de caso:

O professor apresenta à classe uma ocorrência ou incidente de forma resumida, sem oferecer maiores detalhes. A seguir, coloca-se à disposição dos alunos para fornecer-lhes os esclarecimentos que desejarem. Finda a sessão de perguntas, a classe é subdividida em pequenos grupos e os alunos passam a estudar a situação, em busca de explicações ou soluções.

O estudo de caso requer a utilização de várias técnicas de coleta de dados que são importantes para garantir a profundidade necessária do estudo e a inserção do caso em seu contexto, bem como dar maior credibilidade aos resultados (GIL, 2010).

Dessa forma, considero esta pesquisa com características de estudo de caso, pois os dados foram coletados em uma única turma de 2º ano de Ensino Médio, o enfoque dado ao estudo apresenta características interpretativas, onde foram utilizados vários instrumentos de coleta de dados.

### **3.2 Sujeitos envolvidos na pesquisa**

O trabalho foi desenvolvido em uma Escola Estadual do município de Sinop, localizada ao norte do Estado do Mato Grosso e tem aproximadamente 1200 alunos. A declaração de anuência da escola, ou autorização da escola para que a pesquisa pudesse ser desenvolvida se encontra no APÊNDICE A. O termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) foi assinado pelos pais dos estudantes autorizando os mesmos a participar da pesquisa (APÊNDICE B).

Os sujeitos envolvidos na pesquisa são os estudantes de uma turma do 2º Ano do Ensino Médio do período matutino. A referida turma apresenta em torno de 40 alunos oriundos dos diferentes bairros da cidade e alguns residem no centro da cidade. O que me motivou na escolha da turma e a realizar a pesquisa foram as inquietações e problemas enfrentados em sala de aula, pois os estudantes apresentam dificuldades em assimilar e compreender os conceitos de física; e os conteúdos que foram desenvolvidos no projeto estarem presentes no componente curricular de física do 2º ano.

Por meio desta, os conceitos e aplicações da primeira Lei da Termodinâmica foram abordados com metodologia diferenciada, relacionando-os aos processos energéticos do corpo humano. Visando o desenvolvimento intelectual autônomo do educando, também foram realizadas atividades fazendo uso do *software* de simulações *PhET* e atividades práticas e investigativas em grupos.

Na atividade investigativa, os estudantes observaram e anotaram o seu comportamento alimentar num período de três dias. Feitas as observações e anotações os estudantes converteram os alimentos consumidos nesse período em calorias. Paralelo a essa atividade, os

estudantes observaram e anotaram as atividades físicas que realizaram nesse período e converteram em calorias gastas. Cada estudante observou seu comportamento alimentar e trouxe as anotações para o encontro posterior. Em sala de aula, cada um apresentou sua pesquisa e em seguida foram organizados os grupos para dar início à elaboração e resolução de problemas referentes às 1ª e 2ª Leis da Termodinâmica com base nos dados coletados pelos estudantes em suas observações.

A intervenção pedagógica teve a intenção de propor atividades que valorizassem os conhecimentos prévios dos alunos, oportunizar o uso de tecnologias, promover a autonomia do aluno trabalhando com metodologias diferenciadas, contribuindo para a construção do conhecimento. Os conceitos e conteúdos foram ministrados em variados ambientes de aprendizagem como: a sala de aula, a Praça da Bíblia, o laboratório de informática e a feira de ciências. A Praça da Bíblia é uma praça da cidade, compreende 6.042,19 metros quadrados divididos em áreas de lazer, paisagismo e espaço para a prática de atividades físicas. Essa praça fica próximo da escola, por essa razão ela foi escolhida para a realização das atividades de intervenção.

### **3.3 Procedimentos para coleta e análise de dados**

Ao abordar a prática do estudo de caso, é primordial destacar as técnicas e os instrumentos que contribuem com a coleta de dados. Sobre isso, vale pontuar o que afirma Martins (2008, p. 22):

O investigador deverá escolher uma técnica para coleta de dados necessários ao desenvolvimento e conclusões de sua pesquisa. Em um Estudo de Caso a coleta de dados ocorre após a definição clara e precisa do tema, enunciado das questões orientadoras, colocação das proposições – teoria preliminar - levantamento do material que irá compor a plataforma do estudo, planejamento de toda a pesquisa incluindo detalhado protocolo, bem como as opções por técnicas de coleta de dados.

No presente trabalho foram utilizados os seguintes instrumentos de coleta de dados: um questionário para conhecer o perfil dos alunos com questões pessoais, sobre Termodinâmica e atividades experimentais, em relação ao acesso e conhecimento de tecnologias utilizadas no ensino (APÊNDICE C). Segundo Gil (2010), o questionário é uma forma eficaz e barata de obter os dados da pesquisa, não necessitando de treinamento.

Algumas aulas foram fotografadas, com câmera fotográfica ou celular, para facilitar a descrição a respeito da conduta e comprometimento dos alunos, outras foram gravadas com gravador para fazer possíveis transcrições das falas dos alunos. Também foi diariamente acompanhada a produção da escrita no caderno de cada aluno, pois adotei um diário de campo que serviu para fazer minhas anotações e registros julgados importantes no decorrer da pesquisa. O diário de campo que consistiu em um importante instrumento de coleta de dados, mas o pesquisador precisa ter cuidado, pois ele é muito exaustivo e o pesquisador pode ser absorvido pelo trabalho e se esquecer de tomar notas de pontos importantes para a pesquisa (GIL, 2010).

Com o propósito de avaliar a percepção dos estudantes frente à proposta pedagógica envolvendo atividades investigativas foi realizada ao término das atividades de intervenção uma entrevista semiestruturada (APÊNDICE D). Devido à turma ser numerosa, a entrevista ocorreu com  $\frac{1}{4}$  dos estudantes, ou seja 10, os quais participaram de forma voluntária. A entrevista foi gravada para posteriormente transcrever e analisar as falas. A entrevista apresenta algumas vantagens (LAKATOS; MARCONI, 2011, p. 95), pois,

[...] há maior flexibilidade, podendo o entrevistador repetir ou esclarecer perguntas, formular de maneira diferente, especificar algum significado, como garantia de estar sendo compreendido; oferece maior oportunidade para avaliar atitudes, condutas, podendo o entrevistado ser observado naquilo que diz e como diz: registro de reações, gestos, etc. Além de dar a oportunidade para a obtenção de dados que não se encontram em fontes documentais e que sejam relevantes e significativos.

Quando aos objetivos de investigação, a pesquisa se caracteriza como descritiva, e os dados foram analisados seguindo a análise descritiva, processo utilizado para a definição das características dos alunos envolvidos. Segundo Gil (2006, p. 27), “[...] entre as pesquisas descritivas, salientam-se aquelas que têm por objetivo estudar as características de um grupo: sua distribuição por idade, sexo, procedência, nível de escolaridade, estado de saúde física e mental etc.”.

Assim, compreende-se que a pesquisa descritiva está interessada em desvendar e observar fenômenos, buscando descrevê-los, classificá-los e interpretá-los. Ao estudar os fenômenos, pela pesquisa descritiva se deseja conhecer sua natureza, sua composição, processos que o compõem, ou nele se concretizam (RUDIO, 2012).

### **3.4 Descrição das atividades desenvolvidas na intervenção**

O trabalho foi desenvolvido no primeiro semestre letivo de 2017, com uma turma de 2º Ano do Ensino Médio de uma escola pública localizada no município de Sinop. A referida turma tem em torno de 40 alunos e o período de aplicação da proposta ocorreu nos meses de maio, junho e julho de 2017. A seguir, passo a descrever as atividades desenvolvidas durante os dez encontros (QUADRO 1), cada encontro com duas horas aula, sendo que apenas a feira de ciências ultrapassou as duas horas, totalizando vinte e duas horas aula. Os planos de aula encontram-se no (APÊNDICE E).

Quadro 1 – Atividades previstas nos encontros

Encontros	Objetivos	Metodologia	Atividade	Avaliação
1	Entregar o TCLE (APÊNDICE B) aos alunos e expor a proposta da pesquisa; Aplicar um questionário de sondagem para conhecer o perfil dos alunos com questões pessoais, sobre Termodinâmica e atividades experimentais.	Aula expositiva, dialogada e preenchimento do questionário.	Resolução do questionário, a fim de conhecer a turma e conhecimentos prévios sobre o tema proposto.	Preenchimento da atividade e comprometimento com a pesquisa.
2	Conhecer e aprender elaborar um mapa conceitual.	Aula expositiva, dialogada e uso de <i>Datashow</i> para orientar os alunos na construção dos mapas conceituais.	Construção de um mapa conceitual coletivo, referente à calorimetria.	Comprometimento e envolvimento dos alunos na construção do mapa conceitual coletivo.
3	Construir um mapa conceitual relacionando a Termodinâmica ao corpo humano.	Aula expositiva, dialogada.	Construção do mapa conceitual pré-teste em papel A <sub>4</sub> .	Participação na aula e construção do mapa conceitual pré-teste.
4	Visita até a Praça da Bíblia para realizar atividades práticas.	Fomos até a Praça de Bíblia, onde foi realizada a ingestão de alimentos e realizadas uma série de atividades físicas.	Cada aluno anotou a quantidade de alimentos ingerida e transformou em calorias. Da mesma forma, os alunos realizaram algumas atividades físicas as converteram em calorias e mediram o tempo de duração das atividades.	Envolvimento dos alunos nas atividades, comprometimento em realizar as pesquisas na <i>internet</i> .
5	Discutir em sala sobre os resultados da atividade prática realizada. Encaminhar e orientar os estudantes sobre a atividade investigativa apresentada individualmente no sétimo encontro.	Aula expositiva e dialogada, utilizando quadro branco, livro didático e anotações feitas pelos alunos em seu caderno. Orientações para a atividade apresentada no sétimo encontro.	Em duplas os alunos compararam os dados da pesquisa feita na <i>internet</i> e socializaram em grande grupo.	Socialização dos dados da pesquisa.

(Continua...)

(Conclusão)

6	Utilizar o <i>software</i> de simulações <i>PhET</i> para realizar atividades referentes as transformações de energia.	Utilização do laboratório de informática para desenvolver atividade com o <i>software</i> de simulações <i>PhET</i> .	Resolver questionário em duplas ou trios, fazendo uso do simulador <i>PhET</i> .	Participação e comprometimento na aula e resolução de exercícios.
7	Apresentar atividades prática e investigativa a respeito dos processos energéticos do corpo humano.	Apresentação das investigações a respeito do comportamento alimentar e práticas físicas.	Realização de experimentos (observando sua alimentação e prática de atividades físicas durante três dias), fazendo relações com as Leis da Termodinâmica.	Apresentação de experimento e discussões em grande grupo.
8	Elaborar e solucionar exercícios a respeito das atividades práticas realizadas na aula anterior.	Aula expositiva, dialogada, uso de quadro branco, livro didático e atividades complementares.	Elaboração e resolução de problemas com base nos dados colhidos no sétimo encontro.	Observação da participação dos estudantes em aula e resolução de problemas.
9	Elaborar um mapa conceitual sobre os conceitos da Termodinâmica e suas relações com o corpo humano.	Aula dialogada, para auxiliar na construção do mapa conceitual em A <sub>4</sub> – Termodinâmica relacionada ao corpo humano.	Construção de um mapa conceitual individual.	Mapa conceitual pós-atividade sobre “Termodinâmica x corpo humano”.
10	Expor e discutir as descobertas dos alunos na feira do conhecimento.	Apresentação para a comunidade em geral, de todas as atividades desenvolvidas na intervenção.	Construção de cartazes, exposição de alimentos e utensílios utilizados para a prática de atividades físicas, demonstração de fórmulas, medidas de massa, altura e quantidade de calorias, demonstração do <i>software</i> de simulações <i>PhET</i> .	Empenho e comprometimento na apresentação, a qualidade do trabalho exposto, a relevância das informações apresentadas sobre o tema, a criatividade, o planejamento e a apresentação de material extra.

Fonte: da autora, 2016.

No primeiro encontro foi feita a exposição da proposta da pesquisa, em seguida foi aplicado um questionário (APENDICE C) de sondagem para conhecer o perfil dos alunos com questões pessoais sobre Termodinâmica e atividades experimentais, em relação ao acesso e conhecimento de tecnologias utilizadas no ensino. Também foram discutidos alguns informes sobre a pesquisa como: a identidade dos alunos será preservada, o trabalho é muito importante,

pois pode vir trazer benefícios imediatos aos estudantes em termos de aprendizagem e para as gerações futuras. Na mesma oportunidade foi entregue o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE B), para que fosse autorizado pelos pais ou responsáveis, a participação dos envolvidos na pesquisa, para publicação dos dados a serem coletados, resguardando a identificação dos participantes.

No segundo encontro, os alunos receberam orientações para a construção de mapas conceituais. Foi construído um mapa conceitual de forma coletiva sobre calorimetria, uma vez que os alunos ainda estavam pouco acostumados a realizar esse tipo de atividade. Já no terceiro encontro, em sala de aula os alunos confeccionaram de forma individual em folha A<sub>4</sub>, um mapa conceitual relacionando a Termodinâmica aos processos energéticos do corpo humano.

Sequencialmente no quarto encontro, foi realizada uma visita a Praça da Bíblia, onde foi levada a cesta de alimentos (salgadinhos, bombons, bolachas, balas...) trazidos pelos alunos, todos os alimentos com informações nutricionais nas embalagens. Na ocasião, foi realizada uma série de atividades físicas como: pular corda, andar de *skate*, jogar vôlei, andar de bicicleta, entre outros, para representar a queima de calorias. A Praça da Bíblia foi escolhida para a realização dessa atividade, por se localizar próximo a escola e também para oferecer aos alunos um ambiente diferenciado de aprendizagem.

No quinto encontro, em sala de aula, foram realizadas discussões e socializações de todas as atividades realizadas na praça. Os alunos apresentaram suas anotações e pesquisas realizadas na *internet* sobre as calorias ingeridas e calorias gastas durante a realização das atividades físicas. Ainda no mesmo encontro, os estudantes foram orientados a realizar uma atividade prática e investigativa. A atividade consiste em efetuar um balanço energético aproximado envolvendo a ingestão e o consumo de energia num período de três dias da semana, ficando a critério de cada estudante escolher os dias mais apropriados para a investigação.

No sexto encontro, os alunos se dirigiram ao laboratório de informática da escola, onde foram realizadas atividades utilizando o *software* de simulações *PhET*. Os alunos tiveram a oportunidade de manusear e fazer uso da tecnologia e usufruir de um espaço diferenciado de aprendizagem. Dando continuidade à pesquisa, no sétimo encontro os estudantes apresentaram suas pesquisas e investigações que foram encaminhadas no quinto encontro já explicitadas acima.

No oitavo encontro, em sala de aula, os alunos elaboraram e solucionaram problemas com base nos dados coletados pelos estudantes no sétimo encontro, relacionando a termodinâmica ao corpo humano. Todas as atividades foram corrigidas e socializadas em grande grupo. No nono encontro, os alunos construíram individualmente um mapa conceitual – pós teste, que possibilitou averiguar os conhecimentos posteriores ao término da intervenção, com relação a associação da Termodinâmica aos processos energéticos do corpo humano.

No décimo encontro, foi realizada a feira do conhecimento para apresentar as atividades investigativas desenvolvidas com os estudantes durante a intervenção. Para a feira do conhecimento, os alunos foram divididos em seis grupos, cada grupo ficou com um dos temas, os quais foram sorteados. Os temas sorteados foram (1) Comparação do corpo humano ao automóvel, (2) Atividade de campo, (3) Uso do *software* de simulações *PhET*, (4) Observando o comportamento alimentar durante 3 dias, (5) Fórmulas e Enunciados das Leis da Termodinâmica e (6) Cálculos Energéticos diários para o corpo humano.

Para avaliar a percepção dos alunos frente à proposta pedagógica envolvendo atividades investigativas, foi realizada uma entrevista semi-estruturada (APÊNDICE D). Como o número de alunos é elevado, apenas dez estudantes foram entrevistados. A entrevista, de forma voluntária, foi realizada fora do horário de aula e gravada para melhor identificar as falas. Sendo assim, a entrevista teve o principal intuito de avaliar o trabalho desenvolvido durante o projeto de intervenção, bem como o processo de abordagem dos conteúdos e conceitos trabalhados nas aulas.

Dessa forma, encerro o detalhamento da metodologia utilizada nos encontros e passo a descrever no próximo capítulo a análise dos dados obtidos durante a intervenção e discussão dos resultados alcançados.

## 4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo apresento a análise e a discussão dos resultados da intervenção pedagógica que foi realizada com estudantes do 2º ano D da escola Estadual Nilza de Oliveira Pipino – Sinop/MT. Ao serem convidados para participar do projeto, os estudantes ficaram entusiasmados e foram bem receptivos a proposta de pesquisa. A intervenção ocorreu no 1º semestre de 2017. Minha intenção foi verificar se as atividades investigativas no estudo da Termodinâmica contribuem para a autonomia dos estudantes.

Para preservar a imagem dos sujeitos envolvidos na pesquisa, os alunos serão denominados de A1 (aluno 1), A2 (aluno 2) e assim sucessivamente. Algumas das respostas do questionário dadas pelos alunos, às falas provenientes da entrevista e alguns diálogos ocorridos em aula, foram transcritas usando a letra no estilo itálico e colocadas entre aspas.

Os dados da pesquisa foram analisados seguindo a análise descritiva, a qual pode ser utilizada nas pesquisas qualitativas e quantitativas, porém, na pesquisa qualitativa os dados são analisados, utilizando-se palavras para descrever os fenômenos envolvidos (como, por exemplo, num estudo de caso), e na pesquisa quantitativa, os dados são expressos e analisados por meios símbolos numéricos (como, por exemplo, o total de indivíduos numa determinada posição de escala, na pesquisa de opinião) (RUDIO, 2012).

Assim, para analisar os dados da pesquisa, agrupei as informações da intervenção e criei os seguintes subcapítulos: 4.1 Perfil dos alunos; 4.2 Mapas conceituais e conhecimentos dos alunos; 4.3 Atividades investigativas e alguns indícios de autonomia dos estudantes e 4.4 Percepção dos alunos sobre a prática pedagógica.

#### 4.1 Perfil dos alunos

O questionário serviu para conhecer o perfil dos alunos com questões pessoais, sobre Termodinâmica e atividades práticas, em relação ao acesso e conhecimento de tecnologias utilizadas no ensino, sendo que, ele não é o foco principal da pesquisa, foi utilizado para fazer uma análise superficial dos dados. Como o objetivo geral da pesquisa é avaliar as possibilidades e desafios de trabalhar com atividades investigativas no ensino de termodinâmica, em uma turma de ensino médio, a fim de contribuir para a autonomia dos estudantes, descrevo e analiso brevemente os dados. Com os questionários respondidos, analisei questão por questão (pré-análise) e busquei transcrever as respostas dos estudantes (exploração do material). Em seguida, analisei as respostas segundo minhas concepções empíricas e com o que os autores dizem a respeito dos conteúdos abordados (tratamento dos resultados).

Na primeira e segunda questão onde as respostas se tratavam da idade dos alunos (primeira questão) e se tinham acesso à *internet* (segunda questão), expus o que os alunos colocaram no questionário. Já nas demais questões, por se tratar de uma turma com muitos alunos, fiz um apanhado geral expondo com minhas palavras as constatações que fiz, e algumas falas dos alunos foram transcritas.

No primeiro contato com os estudantes, fiz a apresentação do projeto de pesquisa e apliquei o questionário (APÊNDICE C), com o intuito de conhecer o perfil dos alunos com questões pessoais, sobre Termodinâmica e atividades práticas, em relação ao acesso e conhecimento de tecnologias utilizadas no ensino. Ao chegar à sala de aula, observei que as carteiras estavam organizadas em filas. Solicitei que os estudantes formassem um semicírculo, para favorecer o diálogo e as mediações dos assuntos abordados na pesquisa.

Num primeiro momento os alunos não reagiram bem a essa mudança, alegando ser desnecessário e que o próximo professor a entrar na sala iria desfazer o semicírculo e organizar tudo em fila novamente. Mesmo com essa recusa inicial, os estudantes se organizaram da forma que solicitei. Como já mencionado anteriormente, nesse dia foi apresentado o projeto de intervenção. Os alunos se mostraram motivados em participar da pesquisa, alegando que seria uma aula diferente das demais. Assim, também se mantiveram durante a resolução do questionário, cujos resultados serão descritos a seguir.

Pelas respostas da primeira questão que se refere à idade, os estudantes têm 15 a 18

anos. Quando questionados sobre o acesso à *internet*, apenas dois estudantes dos 32 alunos, que estavam presentes na aula no dia da aplicação do questionário, não tem *internet* em casa. Com relação à realização de atividades práticas, apenas um estudante escreveu que não gosta de atividade prática, os demais todos colocaram que gostam de atividades práticas nas aulas de física. Como exemplo, seguem algumas das respostas dos estudantes.

*“Sim, acredito que quando praticamos algo, gravamos e entendemos melhor o que estamos estudando”* (A13).

*“Sim, porque a aula não fica tão monótona”* (A4).

*“Sim, porque eu me sinto feliz praticando”* (A10).

*“Sim, creio que é mais divertido e interessante”* (A32).

Ao serem questionados sobre o que entendiam a respeito dos conteúdos abordados na disciplina de física, apenas um estudante não respondeu, os demais demoraram um pouco, alguns tentavam me indagar e conseguir uma resposta a pergunta. Os estudantes cochichavam entre si, até que aos poucos foram surgindo alguns conceitos para o que é física. Dos 31 alunos que responderam a questão, 8 escreveram que a física é *“o estudo da natureza”*. Também foram surgindo outras opiniões como:

*“É uma matéria escolar”* (A6).

*“É o estudo do movimento, das leis...”* (A3).

*“É o estudo de tudo (temperatura, dilatação, gases, calor...)”* (A12).

Percebe-se que o primeiro estudante interpretou a questão de uma forma diferente, tal vez com uma certa *“ironia”*. Os demais estudantes procuraram conceituar o que é física. As respostas dadas por eles estão em acordo com o conceito que Kazuhito e Fuke (2013), atribuíram à física. Para os autores a física é:

A ciência das coisas naturais que estuda as propriedades da matéria, da energia, do espaço e do tempo. Ela tem por objetivo estabelecer as leis que regem os fenômenos da natureza. Estudar física ou qualquer outra ciência implica observar o ser humano sob sua própria óptica, pois somos partes integrantes do Universo (KAZUHITO; FUKU, 2013, p. 10).

Questionados sobre, de que maneira eles gostariam que fossem as aulas de física, os estudantes foram unânimes em expressar que as aulas deveriam ser diferentes, a maioria gostaria de ter aulas práticas, experimentos, filmes, aulas mais dinâmicas e divertidas.

Com relação à questão que se refere às Leis da Termodinâmica, em que situações elas podem ser aplicadas e analisadas, apenas um estudante não respondeu a questão. Os demais apresentaram as mais variadas respostas com um fundamento científico, ou seja, de acordo com o que a ciência explica. Isso mostra que os estudantes já apresentam um conhecimento prévio sobre o assunto, uma vez que, o último conteúdo trabalhado com eles foi referente à Calorimetria o qual apresenta alguns conceitos semelhantes à Termodinâmica. Seguem algumas das respostas dadas pelos alunos.

*“Calor, transformação de energia” (A33).*

*“Máquinas térmicas” (A35).*

*“Corpo em movimento, carros...” (A24).*

*“Em situações que envolvem temperatura” (A27).*

*“Em situações que há troca de calor” (A1).*

As respostas estão de acordo, pois “A Termodinâmica estuda as transformações e as relações existentes entre dois tipos de energia: energia mecânica e energia térmica” (NEWTON; HELOU; GUALTER, 2013, p. 82).

Na pergunta que se refere à associação dos conceitos da Termodinâmica ao corpo humano, um estudante respondeu que não é possível associar a Termodinâmica ao corpo humano. Um estudante não respondeu, três estudantes colocaram que sim, mas não justificaram e 27 alunos colocaram que sim e apresentaram as mais variadas justificativas, seguem algumas das justificativas apresentadas.

*“Sim, pois o corpo tem variação de temperatura como as máquinas térmicas” (A4).*

*“Sim, o nosso corpo é como uma máquina que faz movimentos constantes” (A21).*

*“Sim, porque nosso corpo gera calor” (A34).*

De acordo com as respostas dos estudantes, percebe-se que eles têm conhecimentos de termologia e calor, embora que os conceitos apresentados ainda devam ser melhorados, pois,

[...] o corpo humano não é um sistema fechado. Como um sistema aberto, ele troca matéria e energia com o seu meio externo. Como o nosso corpo não pode criar energia, ele a importa do exterior, na forma de alimento. Além disso, o nosso corpo perde energia, sobretudo na forma de calor, para o meio externo. A energia que permanece dentro do corpo pode ser convertida de um tipo em outro, ou pode ser utilizada para realizar trabalho (SILVERTHORN, 2010, p. 95).

Questionados sobre o uso de *softwares* de simulações *PhET*, todos os alunos responderam que não conheciam este repositório com estes recursos disponíveis para o Ensino de Ciências.

Por meio desta atividade, pude conhecer melhor a turma, percebi que alguns alunos reprovaram em alguma série, pois estão com idade superior a idade considerada “ideal” para o 2º ano do Ensino Médio. Também se descobriu que a maioria dos estudantes tem acesso à *internet* em casa, fato que facilita a realização das atividades de investigação. Porém, nenhum deles conhecia o *software* de simulações *PhET*, o qual foi utilizado durante as atividades de intervenção. Também percebi que a maioria dos alunos gosta de realizar atividades práticas, e, com relação ao conteúdo abordado (Termodinâmica), quase todos tinham noções básicas, uma vez que, os conteúdos de calorimetria já haviam sido abordados em encontros anteriores.

#### **4.2 Mapas conceituais e conhecimentos dos alunos**

Neste trabalho a aplicação de mapas conceituais serviu para avaliar os conhecimentos prévios e os posteriores dos aprendentes. Os mapas conceituais são instrumentos que permitem descobrir as concepções equivocadas ou interpretações não aceitas (podem não ser errôneas). Na concepção de Moreira (1997), ao construir um mapa conceitual, os conceitos mais gerais devem situar-se na parte superior, e os mais específicos e menos inclusivos na parte inferior. Os mapas conceituais também podem ser considerados instrumentos úteis para negociar significados, uma vez que os estudantes já apresentam alguns conhecimentos sobre determinados assuntos. Para construir os mapas conceituais pré-teste, primeiramente, a sala foi organizada em semicírculo (Figura 1), para o melhor andamento da aula.

Figura 1: Distribuição das carteiras para a construção de mapas conceituais e mediação de conceitos da Termodinâmica



Fonte: Da autora, 2017.

Neste encontro foi tratado da primeira lei da Termodinâmica, cujos objetivos da aula foram: - Conceituar a primeira Lei da Termodinâmica; - Conhecer e aprender a elaborar um mapa conceitual; - Construir um mapa conceitual associando as Leis da Termodinâmica aos processos energéticos do corpo humano.

Foram problematizadas questões relacionadas ao tema Termodinâmica, fazendo a separação da palavra. As questões problematizadas foram: Qual o significado de Termo? Qual o significado de Dinâmica? Logo, o que significa Termodinâmica? Pesquise em seu livro didático, qual é a equação da Primeira Lei da Termodinâmica: O que cada grandeza física presente nessa equação representa?

Como os estudantes já haviam estudado no bimestre anterior os conteúdos de Termologia e Calorimetria, as respostas foram surgindo de forma rápida. Seguem algumas das respostas dadas pelos alunos.

*“Ah prof, essa tá até fácil, Termo vem de Temperatura” (A9).*

*“Termo significa Temperatura” (A24).*

“Dinâmica significa movimento” (A34).

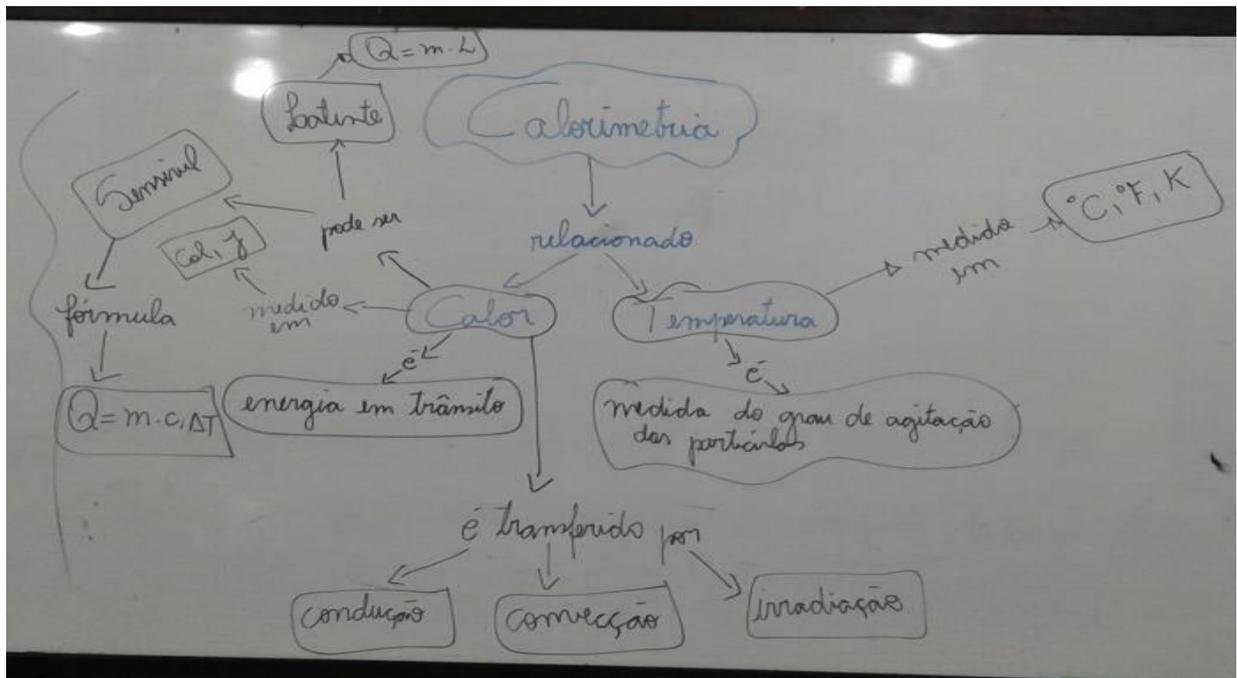
“Dinâmica, a gente estudou no primeiro ano como Segunda lei de Newton. Mas acho que tem a ver com movimento, velocidade” (A12).

“Agora juntar as duas complicou. Ajuda ai prof” (A6).

“Movimento dos corpos através do calor” (A38).

Dando continuidade à aula, falei sobre a importância e finalidade de um mapa conceitual. Apresentei alguns exemplos de mapas conceituais, como é sua estrutura e algumas estratégias para elaborar um mapa conceitual. Em seguida, construímos na coletividade um mapa conceitual com o tema Calorimetria. Como o laboratório de informática da escola dispõe de poucas máquinas, o mesmo não foi utilizado para a construção dos mapas, pois os mesmos serviram para avaliar os conhecimentos prévios dos estudantes e foram construídos de forma individual. Sendo assim, todos os mapas conceituais foram realizados a mão. A seguir segue o exemplo do mapa conceitual construído na coletividade com o tema Calorimetria.

Figura 2: Mapa conceitual construído na coletividade sobre Calorimetria



Fonte: Da autora, 2017.

Como os estudantes não tinham muita prática na construção dos mapas conceituais, o mapa conceitual individual relacionando a Termodinâmica ao corpo humano foi construído no encontro posterior, pois a ideia era deixar tempo suficiente para a produção, uma vez que este

serviu para indicar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o assunto.

Para a construção do mapa conceitual pré-teste, foi dada a seguinte informação: De acordo com a equação da primeira Lei da Termodinâmica  $Q = T + \Delta U$ , construa um mapa conceitual, associando as grandezas físicas aos processos energéticos do corpo humano.

- 1- Energia que tem origem ou destino externo ao corpo
  - Energia do alimento
  - Trabalho para realizar as atividades externas.
  - Calor dissipado para o ambiente.
- 2- Energia usada ou transformada no interior do corpo.
  - Energia armazenada na ATP (usada para realizar funções vitais).
  - Energia armazenada na gordura.
  - Energia térmica.

Além dessas informações, também foram fornecidas algumas dicas para construir um bom mapa de conceitos como: Liste as ideias e conceitos, organize as ideias, escolha a ideia central, amplie o mapa, releia o mapa.

Alguns estudantes ficaram conversando e apresentaram dificuldades na execução da tarefa, outros mais empenhados, finalizaram a tarefa com dedicação. Pude perceber que a maioria dos estudantes, utilizou apenas a lista de ideias e conceitos que foram fornecidos conforme exposto acima.

A construção dos mapas conceituais pós-teste, também ocorreu na sala de aula, durante a aula do nono encontro, no mês de julho, após terem sido desenvolvidas diversas atividades de intervenção. Cada estudante construiu seu mapa de forma individual. O mapa de conceitos pós-teste teve a finalidade de observar se após a intervenção os alunos conseguiram agregar mais conhecimentos de termodinâmica relacionados ao corpo humano. Mesmo com a sala em número reduzido de alunos, devido ao término do 1º semestre, muitos já em ritmo de férias de inverno, aqueles que estavam presentes elaboraram com mais facilidade, esse segundo mapa conceitual, se comparado ao mapa pré-teste. Como no primeiro mapa elaborado pelos alunos, relembrei-os das estratégias para construir um bom mapa conceitual.

Percebi que os alunos não obedeceram à construção hierárquica dos mapas conceituais

conforme afirma Moreira (1997). De acordo com o autor, os mapas devem obedecer à construção hierárquica, onde, os conceitos mais gerais devem situar-se na parte superior, e os mais específicos e menos inclusivos na parte inferior.

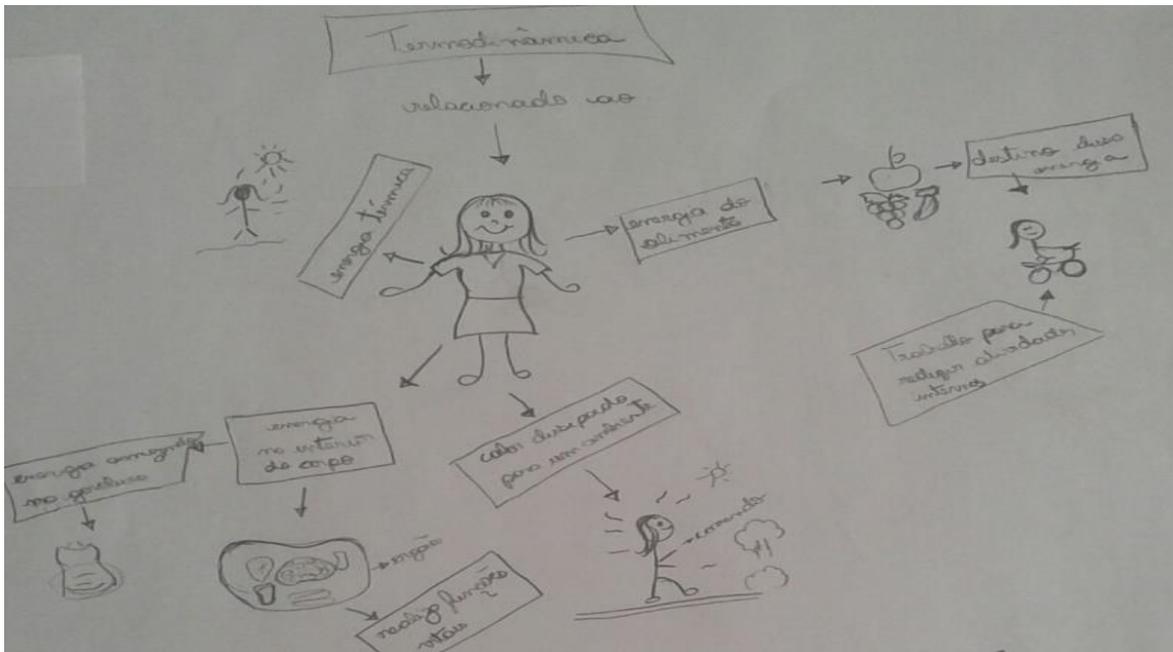
Neste trabalho o mapa conceitual, foi utilizado como uma ferramenta para acompanhar as mudanças na estrutura cognitiva dos estudantes e para indicar formas diferentes de aprofundar os conteúdos.

A propósito, a ideia era relacionar a Termodinâmica ao corpo humano. Como exemplo, apresento o mapa conceitual do A33. No seu mapa pré-teste, ele apresentou um desenho do corpo humano, fazendo relações das energias envolvidas na primeira lei da Termodinâmica como: a quantidade de calor ( $Q$ ), o trabalho ( $W$ ) e a energia interna ( $\Delta U$ ). Cada tipo de energia foi relacionado ao corpo humano. Percebemos que o alimento foi associado à ingestão de calor ( $Q$ ), o trabalho ( $W$ ) as inúmeras atividades que o corpo humano realiza e a energia interna foi relacionada às funções vitais, temperatura corporal entre outros.

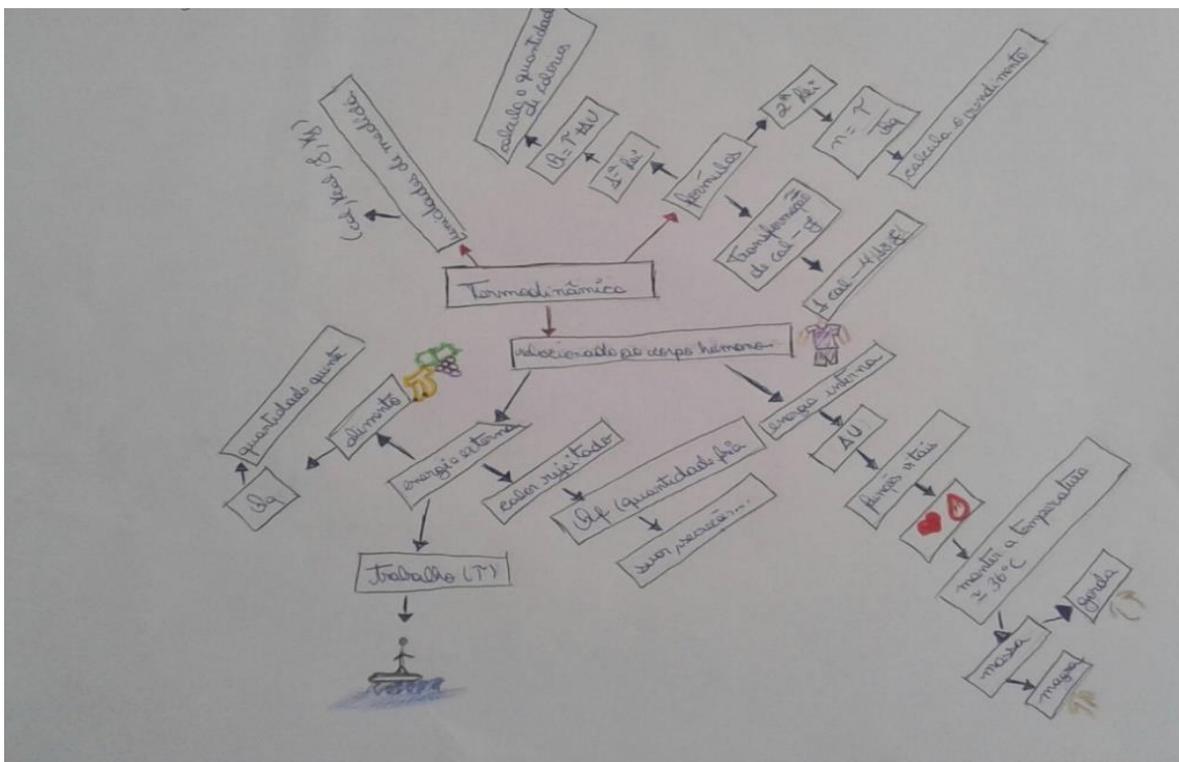
Vale destacar que, no momento da construção do mapa pré-teste, os conceitos, os enunciados, as fórmulas das Leis da Termodinâmica ainda não haviam sido discutidas em aula. Já no mapa denominado pós-teste, o A 33, além de relacionar o corpo humano à primeira lei da Termodinâmica, fez também relações com a segunda lei da Termodinâmica, acrescentou equações tanto da primeira lei quanto da segunda lei, transformações de energia e apresentou enunciados. A seguir apresentado o mapa pré-teste e pós-teste de A33 (Figura 3).

Figura 3: Mapa conceitual pré-teste (a) e pós-teste (b) de A33

(a)



(b)



Fonte: Da autora, a partir do mapa do aluno A33 (2017).

Observando o mapa conceitual pré-teste de A9, também considero que o aluno conseguiu fazer as associações da Termodinâmica ao corpo humano, procurando evidenciar as

energias que têm origem ou destino externo ao corpo (alimento, liberação de calor e trabalho) e as energias que têm origem interna ao corpo (temperatura corpórea, energia para funcionamento dos órgãos e energia armazenada em forma de gordura). Sendo assim, é possível inferir que o aluno fez uso das informações e dicas fornecidas por mim.

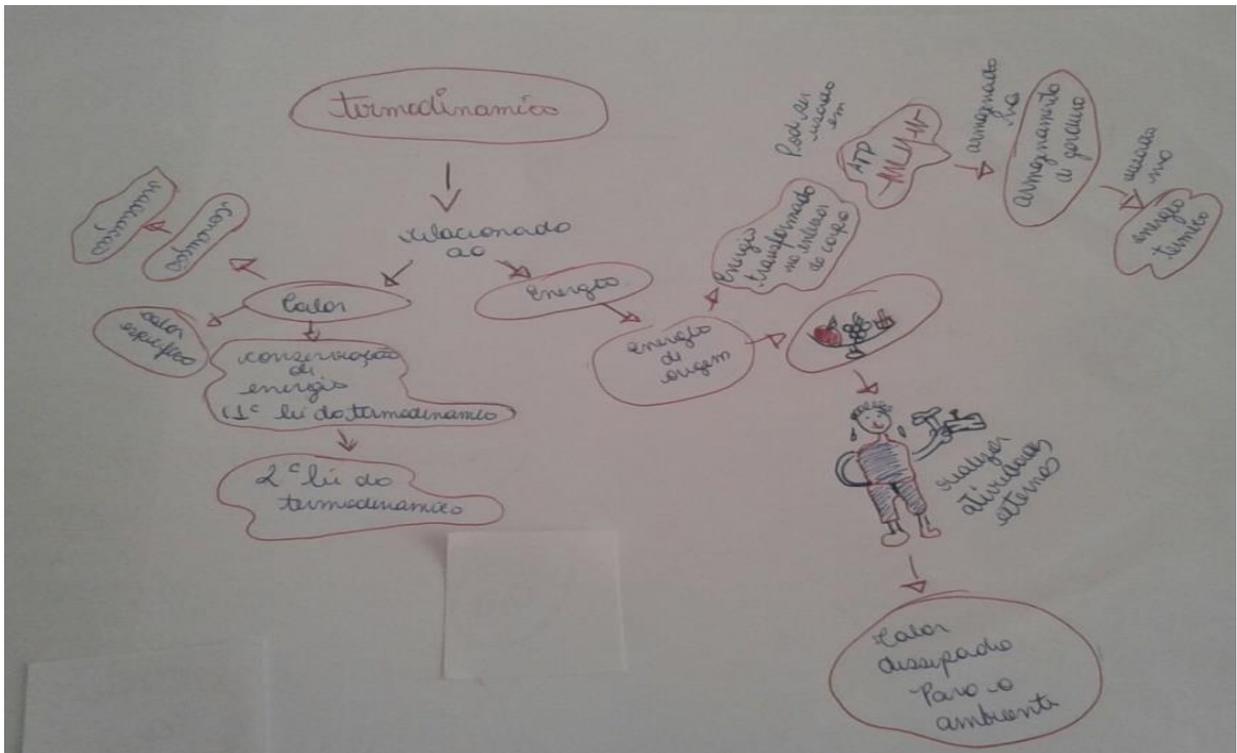
No mapa pós-teste, o aluno acrescentou equações, unidades de medida e denominações para as grandezas físicas envolvidas. A partir da construção dos mapas conceituais, percebe-se que o corpo humano obedece a Lei de Conservação de energia, que segundo Newton, Helou e Gualter (2013), pode ser definida como:

Para todo sistema termodinâmico existe uma função característica denominada **energia interna**. A variação dessa energia interna ( $\Delta U$ ) entre dois estados quaisquer pode ser determinada pela diferença entre a quantidade de calor ( $Q$ ) e o trabalho ( $T$ ) trocados com o meio externo (NEWTON; HELOU; GUALTER, 2013, p. 86).

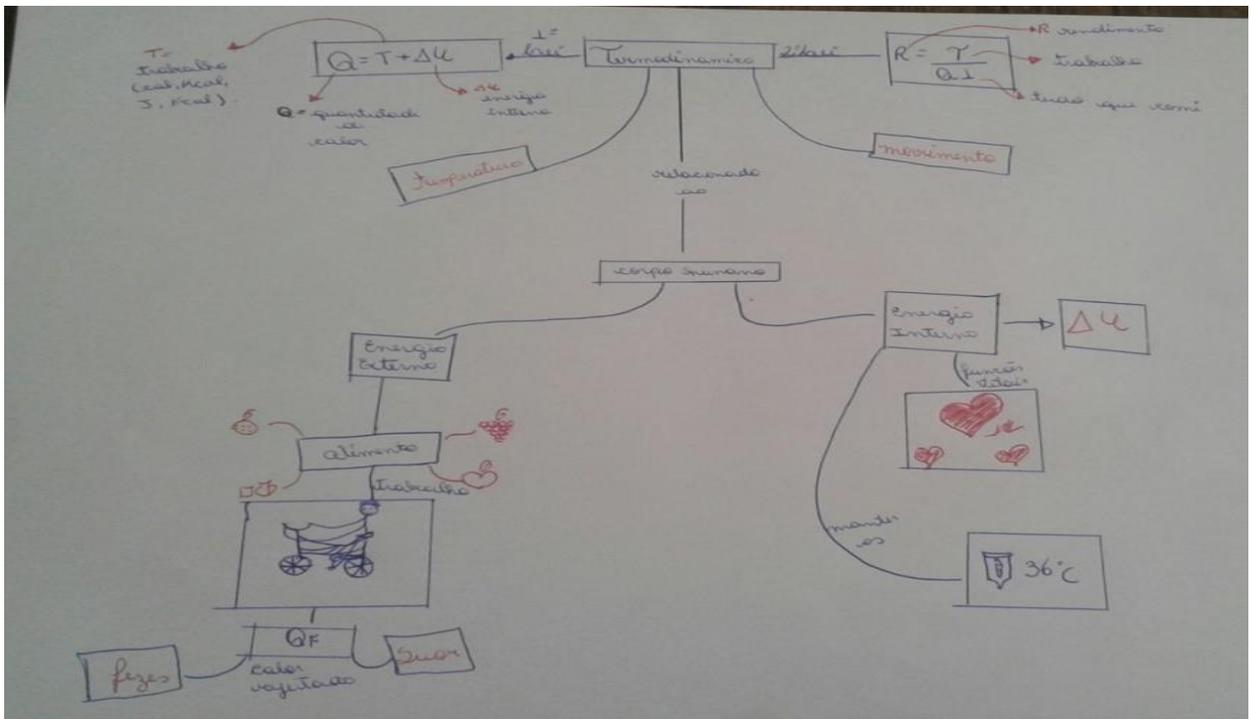
A seguir apresentado o mapa pré-teste e pós-teste de A9 (Figura 4).

Figura 4: Mapa conceitual pré-teste (a) e pós-teste (b) de A9

(a)



(b)



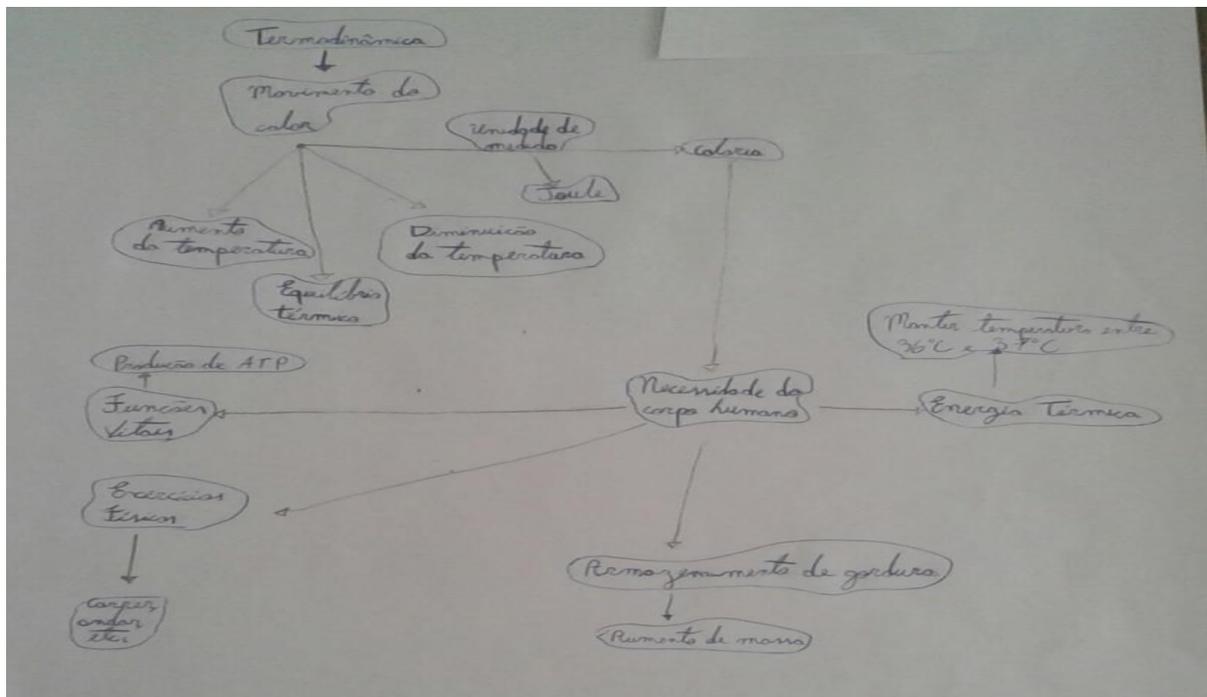
Fonte: Da autora, a partir do mapa do aluno A9 (2017).

De forma geral, os alunos desenvolveram a atividade com entusiasmo, muitas dúvidas iam surgindo principalmente na construção do mapa pré-teste, uma vez que eles não estavam habituados a realizar atividades desse tipo. De acordo com o que afirmam Leão; Rehfeldt e Marchi (2013), ao utilizar os mapas conceituais como metodologia de ensino são potencializadas as possibilidades de sucesso educativo dos estudantes.

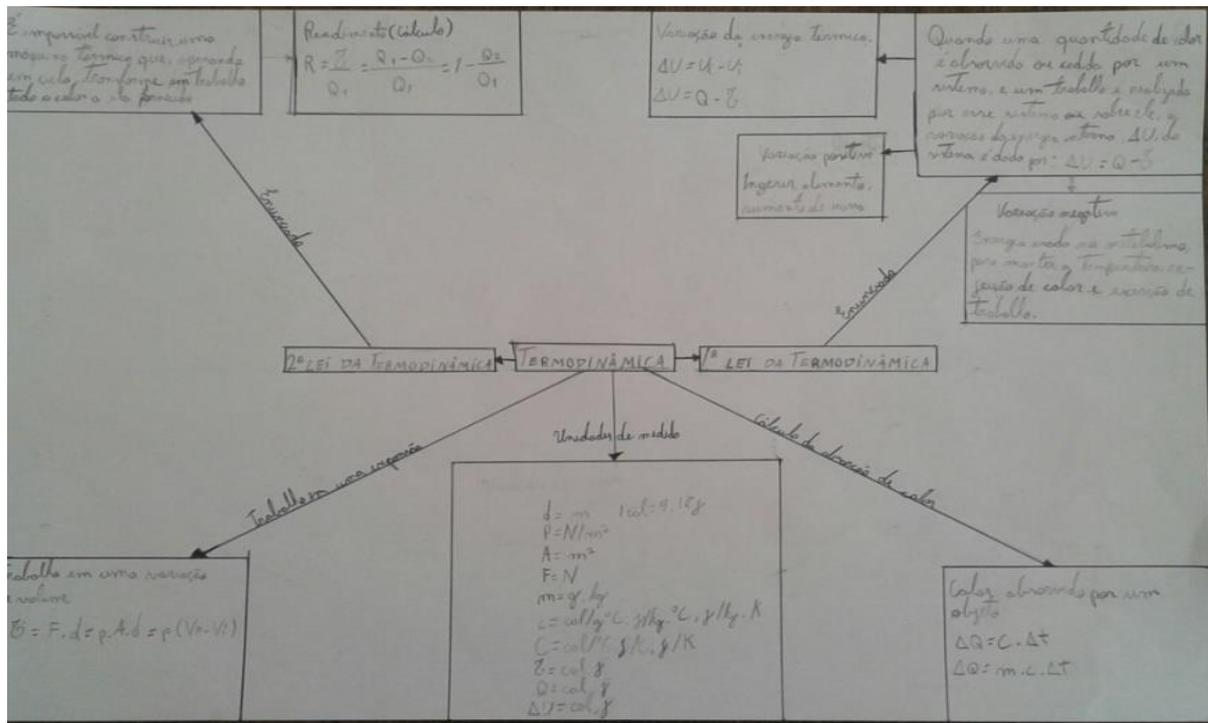
Verificando o mapa pré-teste de A12, percebe-se que o mesmo já apresenta conhecimentos mais avançados, isso é visível quando o mesmo cita conceitos como equilíbrio térmico, apresenta de forma correta as unidades de medida, além de relacionar a Termodinâmica ao corpo humano. E no mapa pós-teste, o aluno apresenta uma variedade de conceitos (equações do trabalho, da variação da energia interna, da quantidade de calor absorvido, da 1ª e 2ª lei da Termodinâmica, enunciados, transformações de energia, além de várias unidades de medida). Percebe-se que o estudante foi além do que foi solicitado, podendo inferir que com a intervenção percebe indícios de autonomia do estudante e vontade de buscar mais informações. Na Figura 5, apresento os mapas conceituais de A12.

Figura 5: Mapa conceitual pré-teste (a) e pós-teste (b) de A12

(a)



(b)

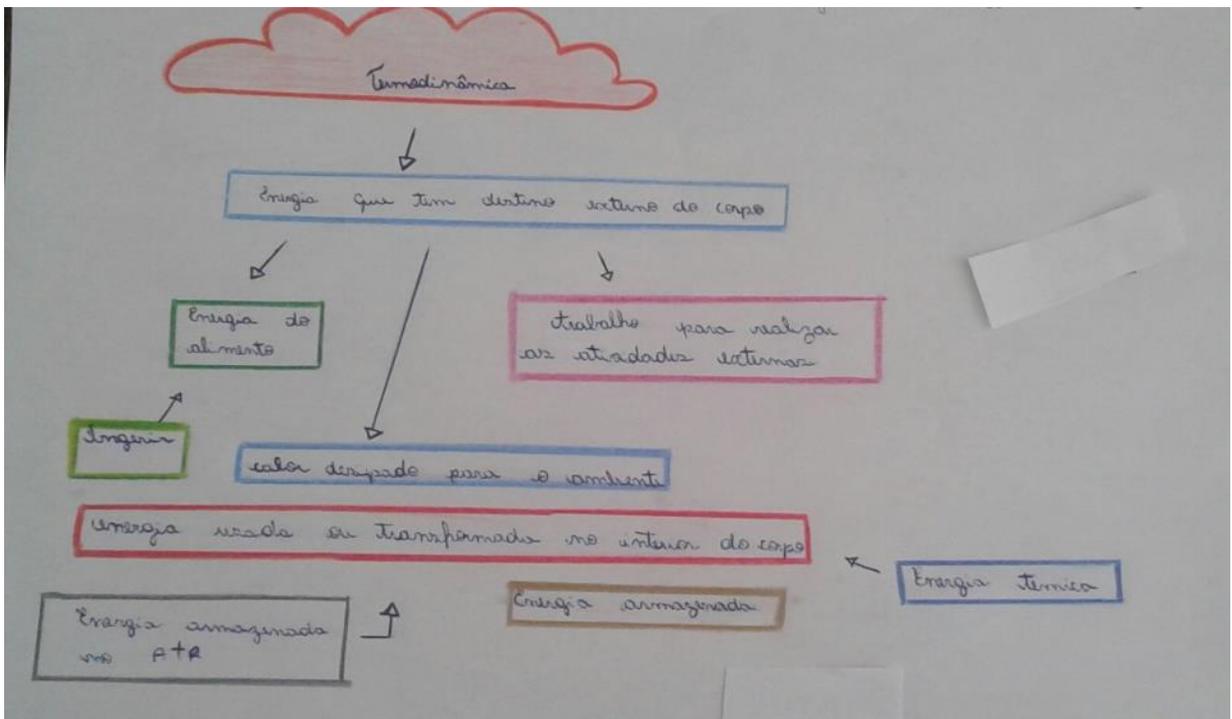


Fonte: Da autora, a partir do mapa do aluno A12 (2017).

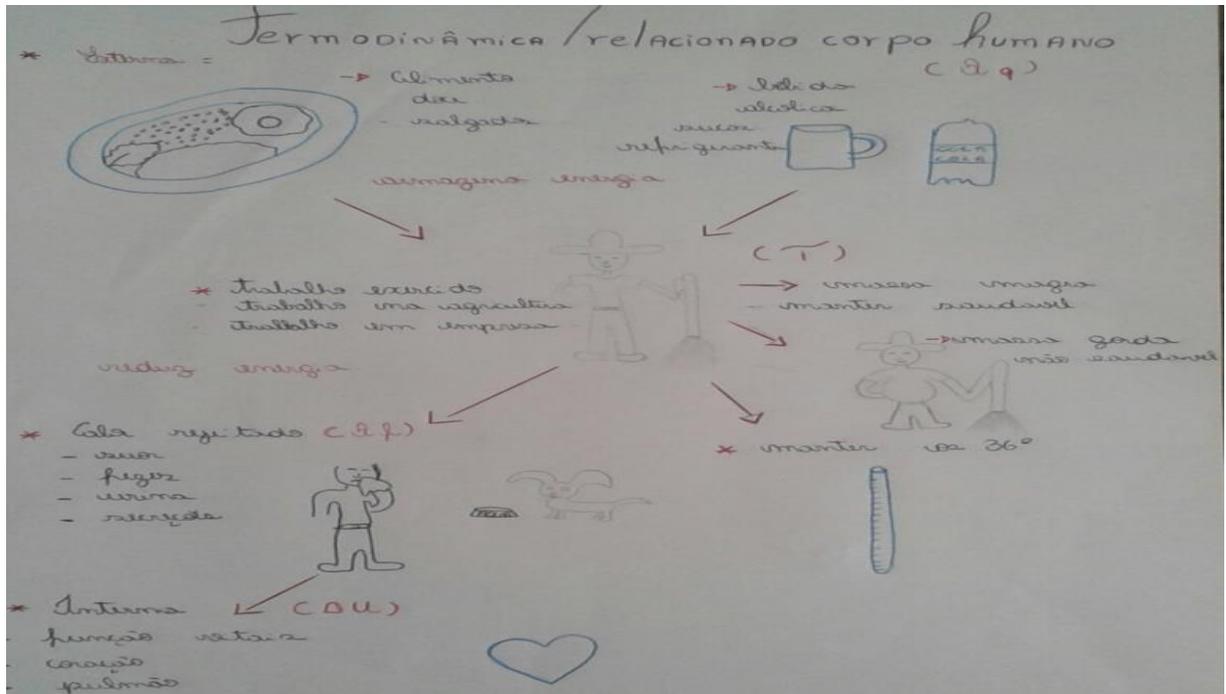
Ao analisar o mapa conceitual de A13, no mapa pré-teste, o aluno utilizou basicamente as informações que forneci, porém, no mapa pós-teste, o aluno procurou relacionar as formas de energia presentes tanto na 1ª quanto na 2ª lei da Termodinâmica. Além disso, fez desenhos para representar as calorias ingeridas, o trabalho realizado e energia interna. Também apresentou que, em se tratando da Termodinâmica relacionada ao corpo humano, existe uma quantidade de calorias que são rejeitadas, a chamada fonte fria. Ainda, buscou evidenciar que na energia interna podemos ter massa gorda e massa magra. Seguem os mapas conceituais de A13.

Figura 6: Mapa conceitual pré-teste (a) e pós-teste (b) de A13

(a)



(b)



Fonte: Da autora, a partir do mapa do aluno A 13 (2017).

De uma forma geral, analisando os mapas conceituais pré-teste e pós-teste dos estudantes conforme o exposto anteriormente fica evidente que houve agregação de novos

conceitos em todos os mapas realizados pela classe. Nos mapas denominados pré-teste, os alunos apresentaram alguns conceitos sobre a Termodinâmica, fazendo relações com o corpo humano, uma vez que os conteúdos de calorimetria e termometria que antecedem os conceitos da termodinâmica, já haviam sido explanados em aulas anteriores.

Além disso, eles usaram as informações iniciais levando em consideração as dicas para a elaboração dos mapas conceituais. Percebo que na construção do mapa pré-teste, os alunos já tinham conhecimento prévio do conteúdo; porém, alguns conceitos não estavam muito claros. Já no mapa pós-teste, pude verificar que os alunos conseguiram agregar mais informações sobre o tema abordado, o que leva a crer que houve produção de conhecimento dos conceitos estudados.

Segundo Tavares (2007), ao construir o seu mapa conceitual o estudante pode utilizar o livro e outros materiais para esclarecer eventuais dúvidas, em seguida, volta para a construção do mapa e esse ir e vir irá facilitar a construção e reconstrução de conceitos das diferentes áreas de ensino que utilizarem dessa ferramenta.

O aluno que desenvolver essa habilidade de construir seu mapa conceitual enquanto estuda determinado assunto, está se tornando capaz de encontrar autonomamente o seu caminho no processo de aprendizagem. Caso ele não consiga encontrar as respostas nas consultas ao material instrucional, ele ainda assim terá conseguido ter clareza sobre as suas perguntas, e desse modo já terá encaminhado a sua aprendizagem de maneira conveniente e segura. Pois quando se tem clareza das perguntas, ou das dúvidas, é mais fácil procurar ajuda de pessoas mais experientes (TAVARES, 2007, p. 74).

Dessa forma, quando o aprendiz constrói o seu mapa de conceitos, ele desenvolve e pratica a capacidade de perceber as particularidades do conteúdo abordado em aula. Além disso, o mapa de conceitos como facilitador da aprendizagem, possibilita ao estudante as habilidades necessárias para construir seus próprios conhecimentos.

### **4.3 Atividades investigativas e alguns indícios de autonomia dos estudantes**

Os espaços diferenciados de aprendizagem como as feiras de ciências, ambientes virtuais de aprendizagem, aulas ao ar livre como bosques ou parques, têm se tornado uma importante estratégia para a educação científica, contribuindo assim, para a construção e reconstrução de conhecimento nesta área de ensino (ANTUNES, 2014).

Sabedora de que, nos tempos atuais é preciso utilizar várias estratégias de ensino para trabalhar os conceitos e conteúdos de Física, a fim de contribuir e facilitar a aprendizagem dos alunos, durante as atividades de intervenção algumas práticas foram realizadas fora da sala de aula tradicional, tais como: Praça da Bíblia, laboratório de informática (com simulador *PhET*) e participação na Feira de Ciências, cuja análise e discussão destes resultados serão explanadas a seguir.

Para a atividade desenvolvida na Praça da Bíblia, já havia sido solicitado na aula anterior que os alunos trouxessem alimentos com o valor calórico nas embalagens e materiais como bola, corda, *skate*, patins, bicicleta entre outros para a prática de atividades físicas. Para a realização da atividade, os alunos foram questionados e instigados a relacionar os alimentos e materiais trazidos com a 1ª Lei da Termodinâmica. Antes de sairmos, construímos na coletividade uma tabela contendo nome do alimento trazido pelo aluno e seu valor calórico, observando a tabela nutricional contida na embalagem. Em seguida, fomos caminhando até a Praça da Bíblia, local escolhido para a realização da atividade, por ser próxima à escola e ser um espaço agradável com sombra, gramado para a realização da atividade.

Apesar de se tratar de um espaço diferenciado de aprendizagem, a aula precisa ser bem planejada para que não se torne um passeio turístico, ou apenas uma saída da sala de aula sem propósitos definidos. Nesse sentido, concordo com (VIEIRA; BIANCONI e DIAS, 2005), quando estes relatam que as aulas em espaços diferenciados de aprendizagem, necessitam ser bem planejadas, uma vez que, essas aulas podem ser mais completas do que as aulas formais.

A primeira atividade desenvolvida na Praça foi à ingestão de calorias - alimentos (Q). Os alimentos ingeridos por cada estudante foram cuidadosamente anotados e posteriormente convertidos em calorias, por meio de informações buscadas na *internet*, em *sites* confiáveis, como, por exemplo,

- <https://www.yazio.com/pt/calculadora-calorias-diarias>,
- [http://www.ricardopersonal.com.br/basal\\_esporte2.php](http://www.ricardopersonal.com.br/basal_esporte2.php),
- <http://minhasaudenutritiva.blogspot.com.br/p/gasto-calorico-por-atividade.html>,
- <http://www.din.uem.br/sica/odiario/calorias.html>.

Nas Figuras 7 e 8, estão apresentados alguns dos alimentos trazidos pelos estudantes e a degustação dos mesmos. Destaco que cada aluno teve que realizar as devidas anotações do

alimento ingerido para posterior conversão em calorias.

Figura 7: Alimentos trazidos pelos alunos



Fonte: Da autora, 2017.

Figura 8: Tabela construída por A12, contendo nome do alimento e valor calórico dos alimentos ingeridos por A33

Nome do Alimento	Port de caloria
Bolacha recheada	124 Kcal
Finji	395 Kcal
Bolacha Maria	134 Kcal
Chocolate Preto	116 Kcal
Pipoca doce	80 Kcal
Bala menta	60 Kcal
Chocolate Branco	235 Kcal
Salgadinho	110 Kcal
Bis	153 Kcal

Registrar os alimentos e cuidadosamente anotar a quantidade de alimentos ingeridos e transformar em calorias

Quantidade de alimentos	Quantidade de calorias
2 bombons	198 Kcal
Xokitos conchinhas	46 Kcal
4 bis	153 Kcal
Leulite	77 Kcal

Fonte: Da autora, a partir da construção dos alunos A12 e A33 (2017).

Após a degustação e anotação dos alimentos ingeridos, os alunos iniciaram a realização de atividades físicas como: jogar vôlei recreativo, andar de bicicleta, andar de skate, pular corda entre outros, como podemos observar nas Figuras 9 e 10.

Figura 9: Estudante fazendo manobras com *skate*, realizando trabalho e aluna andando de bicicleta, para demonstrar o gasto de calorias



Fonte: Da autora 2017.

Figura 10: Estudante pulando corda e estudantes praticando vôlei recreativo, para representar os gastos de calorias



Fonte: Da autora 2017.

A segunda tarefa desenvolvida, na Praça da Bíblia, estava relacionada à queima de calorias, ou consumo de energia pelo corpo, onde os estudantes foram estimulados a realizar algumas atividades como, andar a pé, andar de *skate*, andar de bicicleta, pular corda, jogar vôlei entre outras. Cada estudante pôde escolher a atividade desejada e em seguida cuidadosamente anotar seu nome e o tempo estimado da duração da mesma. Para extraclasse, calcular a quantidade de calorias gastas com a atividade realizada conforme as Figuras 11, 12, 13 e 14.

Figura 11: Atividade física realizada por A12, com o respectivo tempo de duração e quantidade de calorias gastas

3-	Atividade física realizada	Tempo de duração	Calorias gastas
	Pula corda	10 min	100 kcal
	Vôlei	5 min	30 kcal
	Comichada	15 min	82,5 kcal

Fonte: Da autora, 2017 a partir da construção do aluno A12 (2017).

Além das pesquisas de conversão dos alimentos ingeridos em calorias, e conversão dos gastos de energia mediante a realização de atividades físicas em calorias, foi proposto que respondessem as seguintes questões:

- ❖ Se uma pessoa comer 30 g de sequeijos, quantas calorias ela terá ingerido?

Figura 12: Resposta fornecida por A33, referente a ingestão de 30 g de sequeijos

Atividade 04  
 Se uma pessoa comer 30g de sequeijos (além do resto)  
 quantas calorias ela terá ingerido?  
 20 kcal

Fonte: Da autora, a partir da construção do aluno A33 (2017).

- ❖ Para ficar dentro do padrão calórico diário, quantas calorias ela poderá ingerir durante o restante do dia?

Figura 13: Resposta fornecida por A33 a pergunta anterior

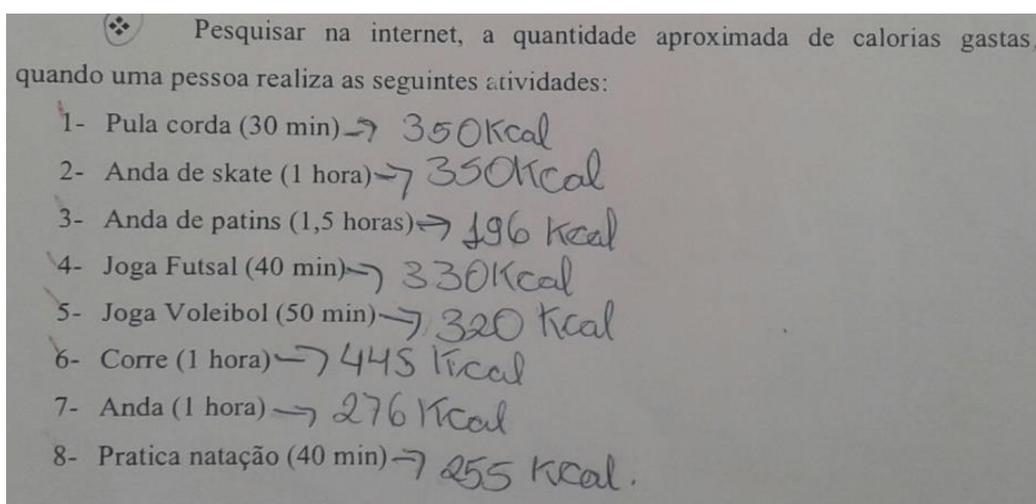
Atividade 4  
 \* 121 kcal  
 \* Considerando que a pessoa seja 2000 kcal ela poderá consumir 1879 kcal

Fonte: Da autora, a partir da construção do aluno A33 (2017).

❖ Pesquisar na *internet*, a quantidade aproximada de calorias gastas, quando uma pessoa realiza as seguintes atividades:

- 1- Pula corda (30 min)
- 2- Anda de skate (1 hora)
- 3- Anda de patins (1,5 horas)
- 4- Joga Futsal (40 min)
- 5- Joga Voleibol (50 min)
- 6- Corre (1 hora)
- 7- Anda (1 hora)
- 8- Pratica natação (40 min)

Figura 14: Resposta fornecida por A20 às perguntas anteriores



Fonte: Da autora, a partir da construção do aluno A20 (2017).

Para resolução das atividades, os estudantes usaram além do livro didático, *sites da internet* como principal fonte de pesquisa, uma vez que o livro didático não continha as possíveis respostas para satisfazer a curiosidade dos alunos. Por meio do questionário, os alunos foram instigados a procurar a quantidade de calorias que uma pessoa adulta, uma criança, um idoso necessita por dia.

Vale destacar que, para o sucesso de uma aula em espaço diferenciado de aprendizagem, deve haver envolvimento e comprometimento tanto do professor responsável pela atividade e dos alunos. Pelo fato de serem consideradas mais dinâmicas, mais atrativas, mais prazerosas, as aulas em espaços diferenciados de aprendizagem, são vistas como positivas pelos

professores. Sendo assim, acredita-se que elas contribuem para melhorar a qualidade do ensino de ciências (VIEIRA; BIANCONI; DIAS, 2005).

Com essa atividade de investigação, os estudantes encontraram alguns achados na *internet*, considerados importantes para dar seguimento à pesquisa. Os achados que me refiro são *sites* que fornecem calculadoras para verificar a quantidade de calorias diárias que uma pessoa precisa, levando em consideração a idade, o sexo, a massa corporal, sua altura e atividade física que a pessoa realiza diariamente. Por meio dessa pesquisa os alunos puderam perceber que os valores energéticos diários das pessoas oscilam, conforme os fatores mencionados anteriormente. Os *sites* mais utilizados pelos estudantes foram:

- <https://www.yazio.com/pt/calculadora-calorias-diarias>
- <http://www.din.uem.br/sica/odiario/calorias.html>

Neles foram encontradas as calculadoras já mencionadas anteriormente. Segue algumas imagens para mostrar as calculadoras que aparecem nos *sites*.

Figura 15: Imagem da calculadora disponível no que permite calcular a quantidade de calorias necessárias/dia

1 Você é

2 Qual é a sua idade?

3 Qual é a sua altura?

4 Qual é o seu peso?

5 Qual é o seu nível de atividade diária?

Atividade leve  
Sentado na maior parte do tempo (ex.: trabalho em escritório)

Atividade moderada  
Em pé na maior parte do tempo (ex.: professor)

Atividade elevada  
Andando na maior parte do tempo (ex.: vendedor)

Atividade intensa  
Trabalho que exige muita atividade (ex.: pedreiro)

Calcule quantas calorias necessita por dia

Fonte: <https://www.yazio.com/pt/calculadora-calorias-diarias>

Figura 16: Imagem da calculadora que permite calcular a quantidade de calorias necessárias /dia

Sexo  Feminino  Masculino

Altura  (em centímetros)

Peso  (em quilogramas)

Idade  (em anos)

Atividade diária  (veja abaixo)

Você deve ingerir  calorias por dia para atingir o peso

O valor resultante é uma estimativa, pois cada organismo tem suas próprias características, algumas vezes fora do padrão mundial.

Classificação de níveis de atividade	
<b>Sedentário</b>	Nenhuma atividade física programada
<b>Levemente ativo</b>	Atividade Física Programada 3x por semana (30 mim por dia)
<b>Moderadamente ativo</b>	Atividade física forte 3x por semana (mais de 30 mim por dia)
<b>Muito ativo</b>	Atividade física intensa todos os dias (1 a 2 horas por dia)
<b>Extremamente ativo</b>	Atividade física intensa todos os dias (mais de 3 horas por dia)

Fonte: <http://www.din.uem.br/sica/odiario/calorias.html>.

Foi possível constatar que a primeira calculadora apresenta o resultado em kcal, e a segunda calculadora apresenta os dados em cal. Os alunos ficaram confusos com a dualidade das informações o que gerou grandes discussões em sala. Após provocar os alunos e mediar as discussões, os alunos chegaram à conclusão de que na segunda calculadora está faltando o “k”, pois todas as respostas devem estar em kcal e não em cal, conforme as pesquisas anteriores e observando os rótulos das embalagens das atividades anteriores.

Com essa atividade percebi que os estudantes foram além do que foi solicitado, mostrando interesse pela pesquisa e indícios de autonomia. Nesse sentido Berbel (2011), contempla que,

[...] as condições de provocar atividades que estimulem o desenvolvimento de diferentes habilidades de pensamento dos alunos e possibilitem ao professor atuar naquelas situações que promovem a autonomia, substituindo, sempre que possível, as situações evidentemente controladoras (BERBEL, 2011, p. 37).

Vale destacar que, a aula realizada na Praça da Bíblia, pode ser entendida como uma extensão do trabalho realizado pelo professor em sala de aula, complementando os conteúdos. A respeito de atividades práticas, Zanon e Freitas (2007), destacam que, quando requerem do aluno uma postura investigativa, as atividades práticas levam os alunos ao envolvimento com os fenômenos, porque podem fazer conjecturas, experimentar, errar, interagir com colegas e expor seus pontos de vista para testar a pertinência e validade das conclusões a que chegam durante tais atividades.

Após a realização dos exercícios na Praça da Bíblia, foi realizada a apresentação das atividades de observação do comportamento alimentar e práticas físicas dos estudantes no período de três dias. Os estudantes anotaram quais os alimentos que consumiram no período de três dias e realizaram pesquisas na *internet* para averiguar quantas calorias haviam ingerido. Da mesma forma, observaram e anotaram as práticas físicas realizadas no mesmo período para verificar a quantidade de calorias que haviam perdido. A atividade foi realizada na sala de aula e cada aluno teve aproximadamente cinco minutos para apresentar sua investigação. Nas Figuras 17 e 18, podemos observar o conteúdo da pesquisa realizado pelos estudantes A24 e A23.

Figura 17: Resultados da pesquisa de A24

Tabela 1: Cálculo do ganho energético no período de três dias.			
Refeições/ dia	Alimento ingerido = Quantidade de calorias ingeridas no 1º dia	Alimento ingerido = Quantidade de calorias ingeridas no 2º dia	Alimento ingerido = Quantidade de calorias ingeridas no 3º dia
Café da manhã	Espresso = 38 Kcal / 20g (2 colheres de sopa)	Chá mate natural = 2,7g (1/2 xícara de chá) / 0 Kcal	Sal = 4,6 Kcal / 3g (1/2 colher de sopa)
Lanche da manhã	Pocãozinho = 112 Kcal / 22g (1 colher de sopa)	Biscoitos = 116 Kcal / 30g (23 biscoitos)	Espresso = 38 Kcal / 20g (1 colher de sopa)
Almoço	Macarrão integral = 144 Kcal / 33g (1/2 unidade)	Farofa = 143 Kcal / 33g (1 colher de sopa)	Arroz = 136 Kcal / 20g
Lanche da tarde	Duclon = 124 Kcal / 30g (6 biscoitos)	Torrão = 0 Kcal / 200 ml (1 xícara de chá)	Pipoca = 24 Kcal / 25g (1/4 xícara de chá)
Jantar	Tingimão = 12 Kcal / 50g (1/2 colher de sopa)	Macarrão = 60 Kcal / 12g	Peixe = 66 Kcal / 25g
Ceia	Margarina = 71 Kcal / 20g (2 colheres de sopa)	Gelatina = 29 Kcal / 1g (1 colher de sopa)	Chá de Erva-doce = 0 Kcal / 20g
Ganho de calorias com doces, guloseimas e outros.	1700 Kcal	1400 Kcal	1800 Kcal
Ganho de calorias com bebidas	300 Kcal	600 Kcal	700 Kcal
Soma total de calorias ingeridas/dia	2000 Kcal	2000 Kcal	2500 Kcal

Tabela 1: Cálculo do gasto energético no período de três dias.			
Atividades realizadas/ tempo de duração	Quantidade de calorias gastas no primeiro dia	Quantidade de calorias gastas no segundo dia	Quantidade de calorias gastas no terceiro dia
Andar de bicicleta	180 a 300 Kcal	~	~
Andar a pé			300 a 500 Kcal
Estudar	120 Kcal / hora	120 Kcal / hora	~
Nadar			
Jogar bola		580 Kcal / hora	
Correr	500 a 800 Kcal		
Outras atividades	300 Kcal / hora	60 Kcal / hora	120 Kcal / hora
Soma total de calorias gastas/dia	1.120 Kcal	260 Kcal	110 Kcal

(calculado para uma pessoa de 70kg)  
Atividade 2

Fonte: Da autora, a partir da construção de A24 (2017).

Figura 18: Resultados da pesquisa de A23

Atividade 1				Atividade 2			
Tabela 1: Cálculo do ganho energético no período de três dias.				Tabela 2: Cálculo do gasto energético no período de três dias.			
Refeições/ dia	Alimento ingerido = Quantidade de calorias ingeridas no 1º dia	Alimento ingerido = Quantidade de calorias ingeridas no 2º dia	Alimento ingerido = Quantidade de calorias ingeridas no 3º dia	Atividades realizadas/ tempo de duração	Quantidade de calorias gastas no primeiro dia	Quantidade de calorias gastas no segundo dia	Quantidade de calorias gastas no terceiro dia
Café da manhã	Pão e presunto 266	Jornada com geleia 200	Pão com margarina 285	Andar de bicicleta	100 calorias	90 Kcal	400 Kcal
Lanche da manhã	Bolacha sem monieço 43 Kcal	Suco 54	Leite com Tolly 186	Andar a pé	94 Kcal	300 kcal	500 kcal
Almoço	arroz, feijão e carne 900 + 260 calorias	Estrogonofede carne e arroz 424	Bolacha e Bife	Estudar	200 Kcal	100 Kcal	90 Kcal
Lanche da tarde	calçadão 382	Bolacha magic 103	Pão e carne 313	Nadar	600 kcal	700 kcal	800 kcal
Jantar	arroz, frango, salada e feijão	Estrogonofede carne e arroz 424	nada	Jogar bola	400 kcal	324 kcal	600 kcal
Celcia				Correr	637,2	637,2	800 kcal
Ganho de calorias com doces, guloseimas e outros.	630			Outras atividades			
Ganho de calorias com bebidas				Soma total de calorias gastas/dia	2.331,2	2.151,2	3.190
Soma total de calorias ingeridas/dia	2.850	3.105	2.789				

Fonte: Da autora, a partir da construção de A23 (2017).

Após as apresentações e discussões sobre a observação e anotações referentes a alimentação e principais atividades físicas realizadas por cada estudante no período de três dias, estes foram orientados a pesquisar em seu livro didático os enunciados e as equações das Leis da Termodinâmica. Com as equações e enunciados encontrados, no oitavo encontro, os estudantes iniciaram a elaboração e resolução de problemas, com base nas informações coletadas em suas investigações.

Os estudantes já mais familiarizados com o tema começaram a indagar e responder as suas próprias inquietações que haviam sido “razoavelmente esclarecidas” nos encontros anteriores. Faço uso do termo “razoavelmente esclarecidas”, pois nos encontros anteriores procurei questionar, problematizar todas as atividades realizadas, e como os estudantes estavam acostumados a ter uma resposta pronta e certa, do professor, nesse caso não obtiveram, o que os deixou bem curiosos e com sede de buscar mais informações sobre os assuntos abordados na prática pedagógica.

Como já mencionado anteriormente, os alunos tomando posse das informações sobre seu comportamento alimentar (ingestão de calorias) e atividades físicas realizadas (gasto de calorias), iniciaram a elaboração de problemas e posterior solução dos mesmos, sempre contando com minha mediação e problematização.

A seguir serão transcritos alguns dos problemas elaborados e solucionados pelos estudantes.

Problema 1: “Com base na dieta de Luis, percebemos que ele consumiu no primeiro dia de observação do comportamento alimentar 1850 Kcal, no segundo dia 1105 Kcal e no terceiro dia 789 Kcal. Também vimos que ele gastou no primeiro dia aproximadamente 2331 Kcal, já no segundo dia gastou aproximadamente 2151 Kcal e no terceiro dia 3180 Kcal. Com base nesses dados, calcule a variação da energia interna, o rendimento e verifique se Luis vai ganhar ou perder calorias”.

*Cálculos de energia interna ( $\Delta U$ ):*

<i>1º Dia</i>	<i>2º Dia</i>	<i>3º Dia</i>
$Q = W + \Delta U$	$Q = W + \Delta U$	$Q = W + \Delta U$
$1850 = 2331 + \Delta U$	$1105 = 2151 + \Delta U$	$789 = 3190 + \Delta U$
$\Delta U = -481 \text{ Kcal}$	$\Delta U = -1046 \text{ Kcal}$	$\Delta U = -2401 \text{ Kcal}$

*Cálculos do Rendimento ( $\eta$ ):*

<i>1º Dia</i>	<i>2º Dia</i>	<i>3º Dia</i>
$\eta = W/Q_1$	$\eta = W/Q_1$	$\eta = W/Q_1$
$\eta = 2331/1850$	$\eta = 2151/1105$	$\eta = 3190/789$
$\eta = 1,26$	$\eta = 1,95$	$\eta = 4,04$
$\eta = 126\%$	$\eta = 195\%$	$\eta = 404\%$

*De acordo com os resultados, Luis vai emagrecer, porque está perdendo energia interna.*

Observando os resultados obtidos no problema 1, se pode perceber que existe um rendimento superior a 100%, o que está em desacordo com a 2ª Lei da Termodinâmica. Dessa forma, HALLIDAY; RESNICK; WALKER (2002, p. 197) “não é possível nenhuma série de processos cujo único resultado seja a transferência de energia na forma de calor de um reservatório térmico e a completa conversão desta energia em trabalho”. De acordo com os autores, não é possível converter toda energia consumida em trabalho, o rendimento precisa ser inferior a 100%.

Os resultados do problema 1 nos levaram a alguns questionamentos: Será possível

aplicar a 2ª Lei da Termodinâmica ao corpo humano? Será que precisamos considerar outras grandezas físicas para calcular o rendimento do corpo humano? Mas como de fato podemos calcular o rendimento do corpo humano?

Para tais perguntas, ainda não encontramos respostas convincentes, mas tais inquietações são um motivo a mais para continuar a desenvolver essa pesquisa em outro momento.

Problema 2: “Cleverson está fazendo dieta, ele quer descobrir sua média de rendimento ao dia. Ele fez uma tabela com base no que consome de alimentos em 3 dias e a energia que gasta nesses dias. Com os dados da tabela vamos determinar a sua energia interna, seu rendimento e ver se ele vai conseguir emagrecer”.

	Energia consumida (Kcal)	Energia gasta (Kcal)
1º Dia	2200	1120
2º Dia	2000	960
3º Dia	2500	1110

*Cálculo da energia interna ( $\Delta U$ ):*

1º Dia

$$Q = W + \Delta U$$

$$2200 = 1120 + \Delta U$$

$$\Delta U = 1080 \text{ Kcal}$$

2º Dia

$$Q = W + \Delta U$$

$$2000 = 960 + \Delta U$$

$$\Delta U = 1040 \text{ Kcal}$$

3º Dia

$$Q = W + \Delta U$$

$$2500 = 1110 + \Delta U$$

*Cálculo do rendimento ( $\eta$ ):*

1º Dia

$$\eta = W/Q_1$$

$$\eta = 1120/2200$$

$$\eta = 0,51$$

$$\eta = 51\%$$

2º Dia

$$\eta = W/Q_1$$

$$\eta = 960/2000$$

$$\eta = 0,48$$

$$\eta = 48\%$$

3º Dia

$$\eta = W/Q_1$$

$$\eta = 1110/2500$$

$$\eta = 0,444$$

$$\eta = 44,4\%$$

*Em todos os dias, Cleverson ingeriu mais calorias do que queimou. Então, ele vai engordar.*

Devido ao grande número de alunos em sala, esses dois problemas foram mais

explorados e debatidos. A propósito, foram esses problemas usados como exemplo, pois um apresenta saldo negativo de energia interna e outro saldo positivo. Sendo assim, feita a escolha dos problemas (exemplos), elaborados e solucionados pelos alunos, várias foram as problematizações realizadas e alguns trechos dos diálogos realizados com os estudantes serão descritos a seguir:

Professora: *“Vamos pegar o primeiro problema como exemplo. O que aconteceu com a energia interna e com o rendimento”?*

A12: *“É o caso quando a pessoa faz dieta e perde massa acumulada em forma de gordura. Agora o rendimento se olharmos o enunciado da 2ª Lei não pode ser 100% e muito menos maior”.*

Professora: *“Teoricamente não é possível, mas o enunciado no livro não se refere ao corpo humano”.*

Professora: *“E com relação ao segundo exemplo, o que vocês pensam que ocorreu com o Cleverson, em relação à energia interna e rendimento”?*

A21: *“Esse já tem mais lógica com os modelos de problemas do livro. Ele acumulou gordura”.*

A32: *“Ele comeu mais, não gastou tudo que comeu”.*

A3: *“Ele já tá dentro da 2ª Lei”.*

Ainda durante a realização da atividade acima explicitada, os estudantes faziam comentários que são relevantes para a pesquisa como:

A34: *“Se uma pessoa tem energia interna para gastar, ou seja, armazenou gorduras, algum dia ela comeu em excesso, assim no carro a energia armazenada não seria o combustível reserva, quando liga a luz do painel por exemplo”.*

Professora: *“Será que é possível?”.*

A1: *“Professora, se uma pessoa gasta energia até dormindo, é como um carro parado, mas ligado. Ele gasta energia também, só que é bem menos, assim uma pessoa, se ela se movimenta ela gasta mais energia, e se estiver em repouso gasta menos energia”.*

Professora: *“Tem lógica”.*

A1: *“A única diferença é que um carro a gente pode desligar e uma pessoa se desligar isso significa a morte”.*

A16: *“Quem sabe no futuro a gente consegue desligar uma pessoa e ligar de novo”.*

Professora: “*Vamos ver as surpresas da ciência*”.

A12: “*Prof, então eu posso dizer que o corpo humano é um sistema termodinâmico aberto?*”

Professora: *Por que você acha isso?*

A12: “*Tá aqui no livro, porque além de perder calor para o meio ele também pode ganhar massa ou perder, ele come, respira, transpira. Ele não pode ficar sem contato com a vizinhança*”.

Professora: “*Muito bem, fale sua constatação para a classe*”.

Todos: “*aplaudiram*”.

Também nesse mesmo encontro com o auxílio do livro didático, os alunos pesquisaram sobre o experimento de Joule. Com essa pesquisa, os estudantes ficaram esclarecidos sobre a conversão de calorias em Joules, passando a usar a seguinte relação de  $1\text{cal} = 4,18\text{J}$ , para possíveis conversões.

E assim, finalizamos esse oitavo encontro com grande produtividade dos alunos. Percebi que os alunos estavam motivados, empolgados com as constatações realizadas, mostrando indícios de autonomia quando buscaram novas informações.

Para facilitar o entendimento dos estudantes frente às transformações de energia que ocorrem no corpo humano, foram realizadas atividades de investigação no laboratório de informática a partir do uso do *software* de simulações *PhET*. Tais atividades possibilitaram que os estudantes conseguissem levantar hipóteses e discutir em pequenos grupos tentando encontrar respostas adequadas a pergunta que foi proposta.

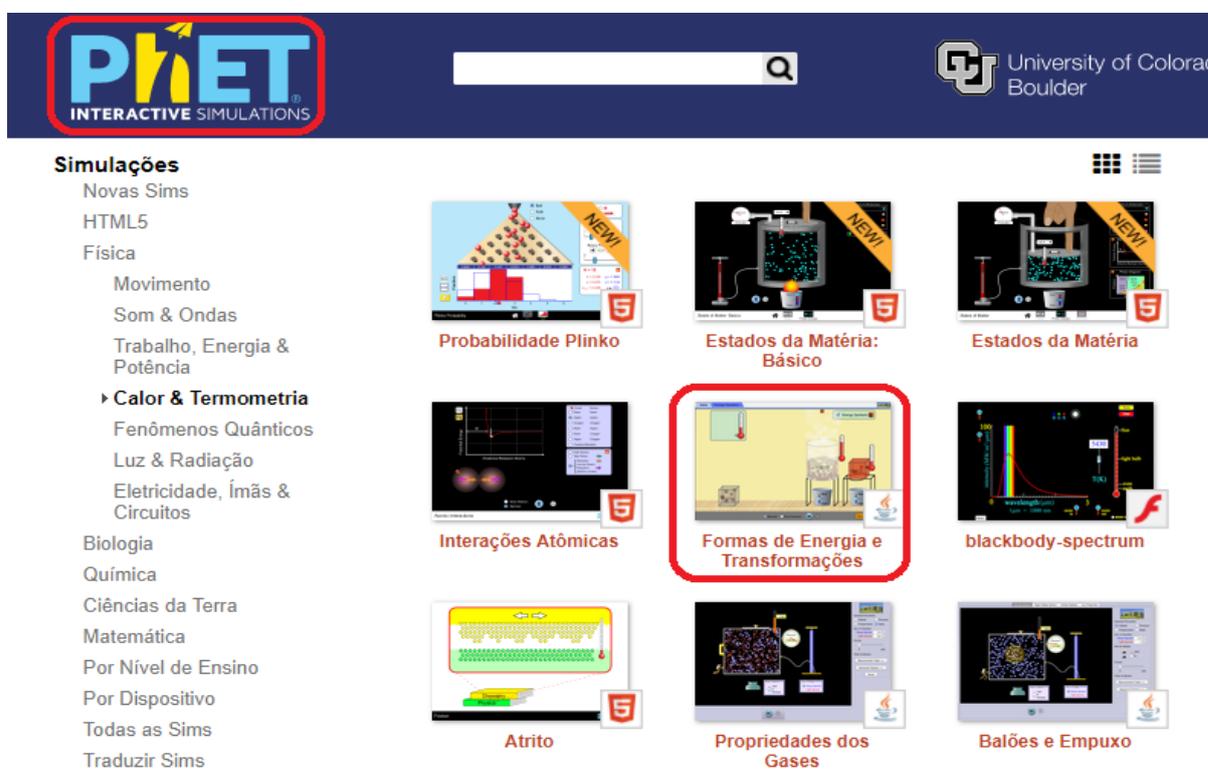
Acredito que, uma estratégia de ensino que vem se mostrando de grande relevância no ensino de Física é a utilização de *softwares* de simulação. Esses *softwares* podem facilitar a compreensão de conceitos e transformações físicas que ocorrem no dia a dia dos estudantes. Além disso, ao usar um *software* é possível criar ambientes que favorecem a aprendizagem e modelagem de conceitos em diferentes áreas de ensino (MEDEIROS; MEDEIROS, 2002).

O laboratório de informática da Escola onde foi desenvolvido o projeto dispõe de 20 computadores, dos quais apenas 10 estavam funcionando no dia da atividade com o *software PhET*. Sendo assim, os estudantes formaram duplas e alguns formaram trios para que todos tivessem acesso a simulação do *software* e solucionar a atividade.

Primeiramente os estudantes, se familiarizaram com o *software* de simulações *PhET*, e em seguida iniciaram a observar e solucionar a atividade proposta, rodando o *software*, observando o que ocorre e em seguida respondendo ao questionário que será debatido nessa seção.

A atividade realizada foi a respeito das formas de energia e transformações, o *download* do *software* de simulações pode ser feito no *link* a seguir: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/category/physics/heat-and-thermodynamics](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/category/physics/heat-and-thermodynamics). Ao abrir a página, selecionar a simulação “Formas de Energia e Transformação” (FIGURA 19).

Figura 19: Página inicial e escolha da simulação



Fonte: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/category/physics/heat-and-thermodynamics](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/category/physics/heat-and-thermodynamics), modificado pela autora, 2017.

Os estudantes apresentaram afinidade com as tecnologias, não mostraram dificuldade em rodar e explorar o *software*. Apenas na parte escrita ao associar os tipos de energia com a primeira lei da Termodinâmica, bem como também observar as transformações de energia que ocorrem, os alunos encontram algumas dificuldades e foi necessário intervir e mediar as discussões para esclarecer dúvidas. Na Figura 20, podemos observar os estudantes, na resolução das atividades.

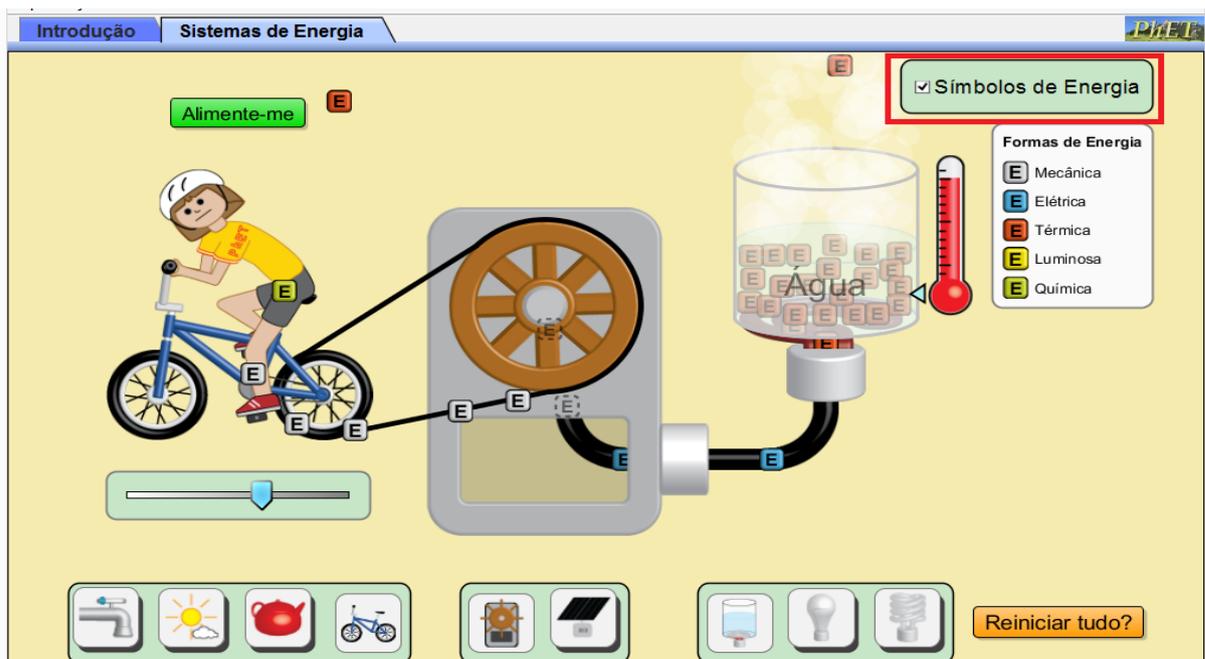
Figura 20: Alunos realizando a atividade com o *software PhET*



Fonte: Da autora, 2017.

Com a utilização do *software* de simulações *PhET*, os alunos puderam observar as transformações de energia que ocorrem em nosso corpo e em outros sistemas como água esquentando e lâmpada acendendo. Conforme afirmam Fiolhais e Trindade, “os ambientes de modelação permitem aos alunos construir modelos do mundo físico que serão mais ou menos aproximados” (RILEY, 1990, apud FIOLHAIS; TRINDADE, 2003, p. 263). Ao marcar na opção símbolo de Energia, os alunos puderam observar e compreender de forma simples e objetiva as transformações de energia que ocorrem. A Figura 21 apresenta as transformações de energia, quando o menino pedala a bicicleta a energia química, que vem do alimento é transformada em energia mecânica, térmica e elétrica. Na Figura 22, podemos visualizar um estudante resolvendo as atividades propostas, fazendo uso do *software PhET*.

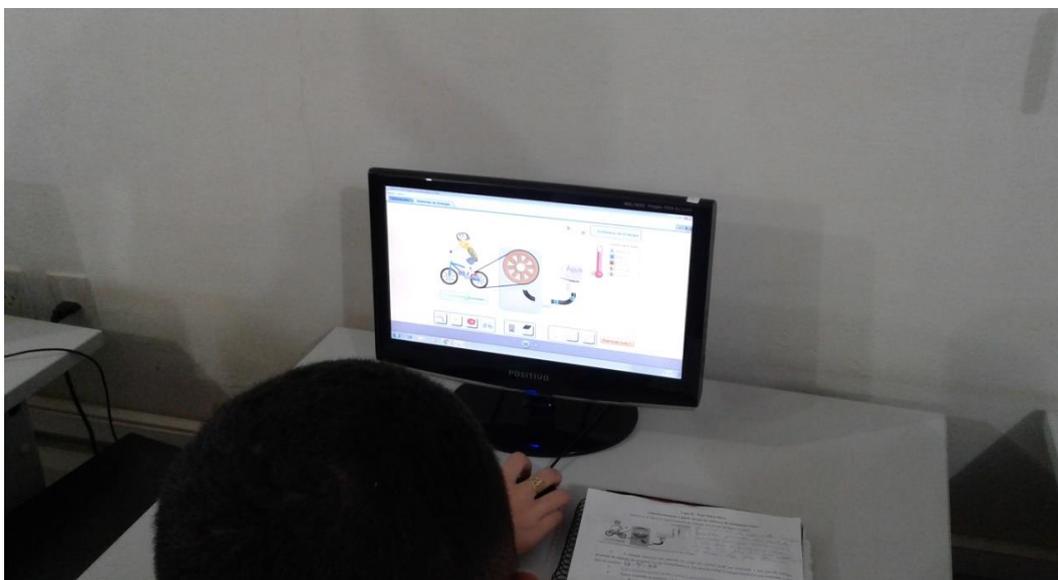
Figura 21: Imagem de transformações de energia no simulador *PhET*



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

2017.

Figura 22: Estudante realizando as atividades com o *software*

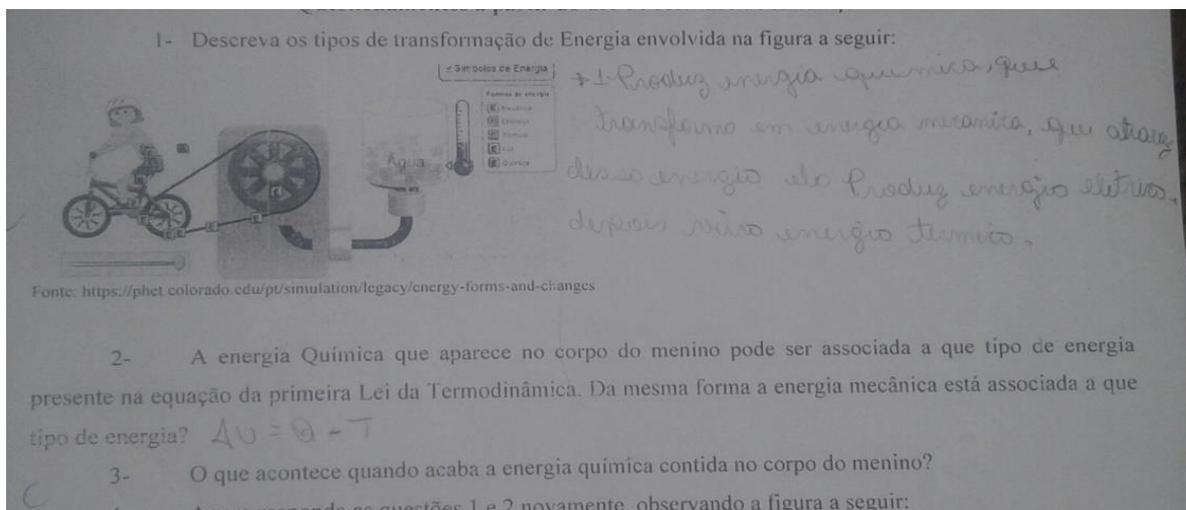


Fonte: Da autora, 2017.

O uso do *software* de simulações *PhET* propiciou aos alunos uma melhor compreensão do que ocorre em nosso corpo, possibilitou analisar as transformações de energia que ocorrem a cada momento em nosso corpo, quando nos alimentamos estamos ingerindo uma quantidade de calorias ( $Q$ ), a qual corresponde a energia química, quando realizamos as atividades estamos transformando essa energia química em mecânica ( $T$ ).

Favoreceu também, um melhor entendimento das Leis da Termodinâmica, pois os alunos puderam relacionar alguns tipos de energia estabelecidos nas leis com o corpo humano. “Ao usar simulações computacionais baseadas num modelo da realidade física, as ações básicas do aluno consistem em alterar valores de variáveis ou parâmetros de entrada e observar as alterações nos resultados” (FIOLHAIS; TRINDADE, 2003, p. 264). Na sequência, Figuras 23 e 24, são apresentados exemplos de respostas de questões das atividades desenvolvidas com os estudantes.

Figura 23: Respostas fornecidas por A9 para as questões 1, 2 e 3, desenvolvidas com o *software PhET*



Fonte: Da autora, a partir da construção de A9 (2017).

Na primeira atividade, solicitei que os estudantes observassem e descrevessem as transformações de energia que estavam ocorrendo na simulação. Destaco que A9, respondeu de forma satisfatória as transformações de energia que ocorrem no corpo do menino e no sistema em si. De acordo com as respostas fornecidas pelo aluno, percebi que ele, ao escrever que a energia química vem do alimento, se transforma em energia mecânica, a energia mecânica se transforma em elétrica, que por fim se transforma em térmica, apresentou respostas que estão de acordo com o que aparece no livro didático adotado na classe.

A natureza estabelece um princípio muito importante no que diz respeito à energia: a quantidade total de energia existente no Universo permanece sempre a mesma, não havendo, portanto, criação ou destruição dela, mas tão somente sua transformação, de uma forma em outra (KAZUHITO, FUKU, 2013, p. 234).

Na segunda questão, em que foi solicitado que os estudantes associassem as transformações de energia presentes na simulação com a primeira lei da termodinâmica, A9 respondeu o seguinte:

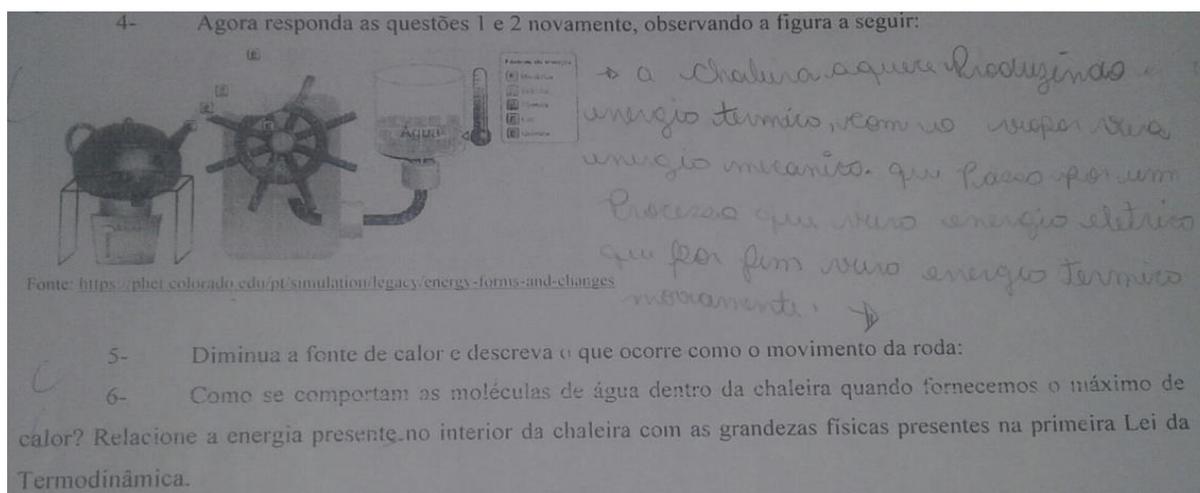
*“A energia química está associada ao alimento e a energia mecânica está associada ao trabalho”.*

Na terceira questão, relacionada a energia química que vem do alimento A9 respondeu o seguinte:

*“Ele pede comida”.*

No geral, todos os alunos responderam de forma satisfatória as atividades, dentro das concepções conceituais dos princípios de transformação de energia (KAZUHITO, FUKU, 2013). Na atividade pretendia-se verificar se após inúmeras atividades práticas com ingestão e gastos de calorias, os alunos tinham conseguido identificar as transformações de energia que ocorrem em nosso corpo e relacionar com práticas simples do cotidiano.

Figura 24: Questões 4, 5 e 6, desenvolvidas com o software PhET por A9



Fonte: Da autora, a partir da construção de A9 (2017).

Como a questão 4 deveria ser respondida com base nas perguntas 1 e 2, e a questão 1 se refere a transformação de energia e a questão 2 se refere a relação das transformações de energia com a primeira lei da termodinâmica, A9, respondeu o seguinte:

*“A chaleira aquece produzindo energia térmica, com o vapor vira energia mecânica, que passa por um processo e vira energia elétrica que por fim vira energia térmica novamente e na primeira lei da termodinâmica, a chaleira representa a quantidade de calor e o movimento da roda o trabalho”.*

Na questão 5, referente a diminuição da fonte de calor A9 respondeu:

*“A produção de energia vai ser menor e no decorrer aumentará o tempo de trabalho”.*

Já na questão 6 que se refere ao comportamento das moléculas quando é fornecido o máximo de calor, A9, respondeu:

*“Ela sai em maior quantidade e com mais rapidez. No interior da chaleira as grandezas físicas da 1ª Lei da Termodinâmica são: Quantidade de calor produzido = a energia térmica, trabalho = a energia mecânica porque as moléculas se movem e a energia interna = a água quentinha dentro da chaleira”.*

E assim, semelhantes a essas, foram as respostas dos demais estudantes. De acordo com Medeiros e Medeiros (2002), os simuladores computacionais, assinalam muitos benefícios no ensino de ciências dos quais destacamos alguns a seguir:

Fornecer um *feedback* para aperfeiçoar a compreensão dos conceitos; permitir aos estudantes coletarem uma grande quantidade de dados rapidamente; permitir aos estudantes gerarem e testarem hipóteses; engajar os estudantes em tarefas com alto nível de interatividade; envolver os estudantes em atividades que explicitem a natureza da pesquisa científica; apresentar uma versão simplificada da realidade pela destilação de conceitos abstratos em seus mais importantes elementos; tornar conceitos abstratos mais concretos; promover habilidades do raciocínio crítico; fomentar uma compreensão mais profunda dos fenômenos físicos; acentuar a formação dos conceitos e promover a mudança conceitual (MEDEIROS; MEDEIROS, 2002, p. 80).

Na questão 7, os estudantes foram estimulados a observar as transformações de energia que ocorrem quando usamos uma torneira por onde jorra água, uma roda d'água e um sistema de aquecimento de água, conforme o esquema da Figura 24. Após as observações, os estudantes relacionaram as transformações de energia com a 1ª Lei da Termodinâmica. Seguem algumas das respostas fornecidas pelos estudantes para a questão 7, relacionadas as três grandezas físicas da 1ª Lei da Termodinâmica.

*“A quantidade de calor  $Q$ , seria a energia elétrica, o movimento da roda é o trabalho ou energia mecânica, a água esquentando a energia interna” (A1).*

*“A torneira gera energia interna, a roda o trabalho, e o recipiente gera calor gerando a energia interna” (A33).*

*“A torneira produz a energia mecânica e a engrenagem produz a elétrica o trabalho gerando energia elétrica”(A23).*

Pode-se perceber que nestas questões, são cometidos alguns erros conceituais com relação ao aumento ou diminuição da energia interna, com relação ao trabalho, energia mecânica, os quais foram problematizados e discutidos ao término dessa atividade.

Já na questão 8, os estudantes foram instigados a discorrer sobre o que ocorre quando o sistema para de rodar, quando desligamos a torneira. A ideia era que os estudantes descrevessem que a energia interna ( $\Delta U$ ), de um sistema tende a aumentar se for acrescentada energia sob a forma de calor ( $Q$ ) e tende a diminuir se for perdida energia na forma de trabalho ( $W$ ) realizado pelo sistema (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2002).

Dessa forma, a água que já está quente, se parar de receber energia térmica, vai dissipar

toda sua energia térmica para o ambiente (entropia). Assim também o ser humano, ele precisa de fonte de energia constante, se a fonte cessa, o ser humano irá gastar as energias armazenadas em forma de gordura (energia interna), até acabar essa energia, e depois morre.

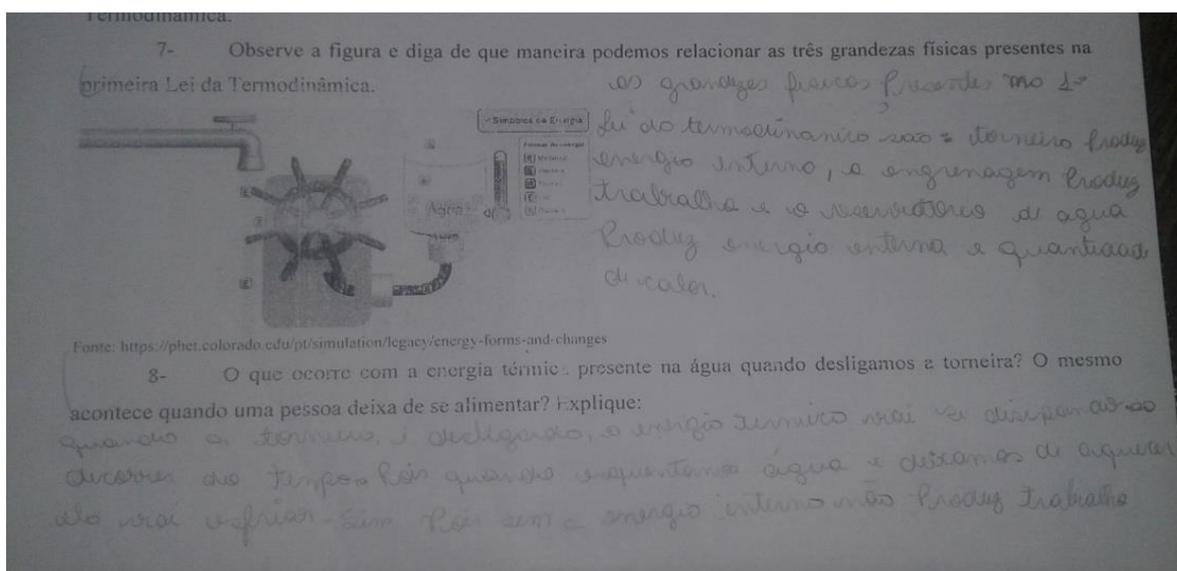
Seguem algumas das respostas fornecidas pelos estudantes para a questão 8.

*“A energia térmica presente na água é cedida ao ambiente em função do equilíbrio térmico, pois houve o cessamento da fonte de energia térmica. Sim, pois haverá o cessamento da energia química que vem do alimento” (A4).*

*“Ela vai eliminando energia térmica aos poucos. Sim a pessoa deixa de se alimentar e vai emagrecendo” (A32).*

*“Ela começa a evaporar. Sim, a pessoa começa a perder energia” (A12).*

Figura 25: Respostas das questões 7 e 8, desenvolvida com o *software PhET*, de A9



Fonte: Da autora, a partir da construção de A9 (2017).

De acordo com as respostas fornecidas pelos estudantes, nas questões 7 e 8, observei que alguns conceitos ainda estavam alterados, os quais foram esclarecidos durante as atividades de intervenção. Nesse sentido, concordo com Medeiros e Medeiros (2002), quando estes salientam que:

As simulações podem ser vistas como representações ou modelagens de objetos específicos reais ou imaginados, de sistemas ou fenômenos. Elas podem ser bastante úteis, particularmente quando a experiência original for impossível de ser reproduzida pelos estudantes (MEDEIROS; MEDEIROS, 2002, p. 79).

No geral, na aula foi possível notar, que diante das tecnologias os estudantes se

mostraram empenhados e apresentaram facilidade de manusear o *software*. Embora o laboratório de informática dispusesse de apenas 10 computadores em funcionamento, penso que ele pode ser utilizado para a realização de atividades diferenciadas para melhorar a aprendizagem de ciências.

Observando a reação dos alunos, percebi que eles gostaram da metodologia de ensino que foi adotada, e ainda o uso do *software* de simulações *PhET* favoreceu a autonomia dos estudantes, pois os mesmos se mostraram motivados para buscar novos saberes que são importantes para o dia a dia dos estudantes, uma vez que, muitos já estão inseridos no mercado de trabalho e buscando se qualificar para uma melhor profissão futura. Concordo com Berbel (2011), quando esta afirma que:

O engajamento do aluno em relação a novas aprendizagens, pela compreensão, pela escolha e pelo interesse, é condição essencial para ampliar suas possibilidades de exercitar a liberdade e a autonomia na tomada de decisões em diferentes momentos do processo que vivencia, preparando-se para o exercício profissional futuro (BERBEL, 2011, p. 29).

Assim, como o uso do *software* de simulações *PhET* contribuiu para aprimorar e facilitar a compreensão de energia que ocorrem no corpo humano, no último encontro, foi realizada a Feira de Ciências, que possibilitou uma melhor compreensão dos conteúdos abordados durante a intervenção. Além disso, com a Feira de Ciências os estudantes puderam rever grande parte das atividades realizadas na intervenção nos mais variados espaços de aprendizagem.

A 1ª Feira de Ciências Interdisciplinar, da Escola Estadual Nilza de Oliveira Pipino, foi pensada e organizada pelas docentes das disciplinas de Biologia e Ciências, com o intuito de propor aos alunos uma atividade de investigação onde estes pudessem expor e discutir suas descobertas com a comunidade escolar. Durante os preparativos da feira de Ciências, minha pesquisa de intervenção estava em fase de execução na escola, foi então que as organizadoras do evento me lançaram o desafio de participar dela, juntamente com os alunos, para apresentar as atividades investigativas desenvolvidas com os estudantes durante a intervenção. Não estava em meu projeto inicial participar desse evento, pois enquanto esboçava as atividades de intervenção não tinha conhecimento e nem sabia do evento. Como o planejamento é flexível o desafio foi aceito por mim e pelos estudantes.

Para a realização do trabalho foi proposto um grande tema: TERMODINÂMICA ASSOCIADA AO CORPO HUMANO. Também foi proposta a seguinte problemática de

pesquisa, Eis a questão: O corpo humano É, ou NÃO É, uma máquina térmica? Vale destacar que não é essa a problemática de pesquisa da minha pesquisa de mestrado.

Com o tema e a problemática de pesquisa proposta, os estudantes foram divididos em 6 grupos. Cada grupo ficou responsável em apresentar uma das atividades investigativas realizadas durante a intervenção pedagógica. Vale destacar que todos os estudantes realizaram todas as atividades durante as aulas. Foram apresentadas as seguintes atividades: (1) Comparação do corpo humano ao automóvel, (2) Atividade de campo, (3) Uso do *software* de simulações *PhET*, (4) Observando o comportamento alimentar durante 3 dias, (5) Fórmulas e Enunciados das Leis da Termodinâmica e (6) Cálculos Energéticos diários para o corpo humano. Cada grupo ficou responsável por uma das seis atividades que foram sorteados entre os grupos.

Para orientar os alunos durante o planejamento da feira, foi produzido um roteiro, no qual constavam informações para a elaboração dos trabalhos a serem desenvolvidos pelos alunos e também a respeito da organização da feira. Instruí os estudantes que no mínimo a apresentação deveria ter uma apresentação oral do trabalho e confecção de cartaz explicativo do tema. Para alguns grupos, além da apresentação oral e confecção de cartaz, também solicitei que trouxessem computador com acesso à *internet*, balança e trena. Os grupos foram orientados a pesquisar sobre as suas atividades e organizarem as suas apresentações, mas tiveram autonomia para adotar a estratégia que julgassem mais apropriadas para a exposição e apresentação do trabalho, desde que seguissem as instruções pré-estabelecidas no roteiro. A feira de ciências foi realizada no mês de agosto de 2017, nos dois turnos escolares (manhã e tarde), em um único dia de evento.

A organização e apresentação dos grupos de estudantes envolvidos na feira foram avaliadas levando em consideração, além dos itens exigidos no roteiro, a qualidade do trabalho exposto, a relevância das informações apresentadas sobre o tema, a criatividade, o planejamento e a apresentação de material extra. Após minha avaliação, o evento foi aberto à comunidade escolar, oportunizando aos alunos envolvidos a apresentar e discutir suas atividades de investigação com o público ali presente e entre si. Além da minha avaliação, os trabalhos também foram avaliados por um grupo de professores convidados pela comissão organizadora do evento. Tais professores avaliadores convidados são graduados nas mais variadas áreas de conhecimento, como química, história, matemática, química, física e filosofia.

Os trabalhos foram apresentados na sala de aula, a qual foi organizada com materiais simples, sendo que um dos objetivos da feira de ciências era minimizando custos. Portanto, os materiais utilizados, para a confecção dos cartazes, carrinho, corpo humano, foram todos recicláveis.

O primeiro grupo (Figura 26) fez uma breve comparação do corpo humano ao automóvel, falando sobre os tipos de energia que o carro e o corpo humano precisam, sobre o trabalho que realizam e suas energias internas. Para tanto exploraram basicamente a primeira Lei da termodinâmica  $Q = T + \Delta U$ . Explicaram que no carro a quantidade de calorias ingeridas é o combustível, no corpo humano é o alimento, o trabalho que o carro faz é os quilômetros que ele anda ou quando está parado, mas com o motor ligado, e uma pessoa realiza trabalho quando faz as inúmeras atividades do dia a dia como: andar, estudar, nadar, limpar a casa entre outros. Já a energia interna do carro, seria o movimento dos pistões, o gasto de energia quando liga o ar condicionado, entre outros. Por outro lado, no corpo humano a energia interna seriam as gorduras armazenadas, a temperatura corpórea, a energia gasta para o funcionamento dos órgãos, entre outros.

Já o segundo grupo (Figura 26), falou sobre a atividade de campo realizada na praça que fica localizada próxima a escola. Para tanto fizeram um cartaz ilustrativo com fotos das atividades realizadas na praça, contendo imagens dos estudantes ingerindo calorias, gastando as calorias e trouxeram alguns alimentos para a representação, bem como também alguns objetos utilizados para efetuar as atividades físicas na praça. Além disso, expuseram as atividades investigativas realizadas e problematizadas em aula, como a conversão dos alimentos ingeridos em calorias e a conversão das atividades físicas realizadas em calorias.

A seguir serão apresentadas as imagens do primeiro e segundo grupo, realizando suas apresentações no dia da feira.

Figura 26: Alunos do grupo 1º e grupo 2º fazendo suas apresentações na feira de ciências



Fonte: Da autora, 2017.

Dando continuidade, o terceiro grupo (Figura 27) explicou sobre o uso do *software* de simulações *PhET*, destacando que o *software* possibilita que vejamos as transformações de energia que ocorrem nos sistemas e no nosso corpo, e que essas transformações não são vistas sem o uso dessa ferramenta, mas que estão sempre ocorrendo no dia-a-dia e não damos importância. Para realizar tais explicações os alunos fizeram uso do computador e expuseram o *software* para todos os visitantes e participantes da feira de ciências.

O quarto grupo (Figura 27) expôs os resultados da atividade de observação do comportamento alimentar e atividades físicas realizadas em três dias. Para tanto montaram um cardápio diário de uma pessoa adulta, contendo café da manhã, lanche da manhã, almoço, lanche da tarde, jantar, ceia, outras guloseimas e bebidas. Todos os alimentos contidos no cardápio foram convertidos em calorias. Além disso, expuseram um cartaz contendo as principais atividades físicas que um jovem da idade deles realiza diariamente com as possíveis queimas de calorias conforme a atividade realizada.

Seguem as imagens da apresentação do terceiro e quarto grupo idem ao comentário do grupo 1 e 2.

Figura 27: Alunos dos grupos 3 e 4, apresentando seus trabalhos na feira de ciências

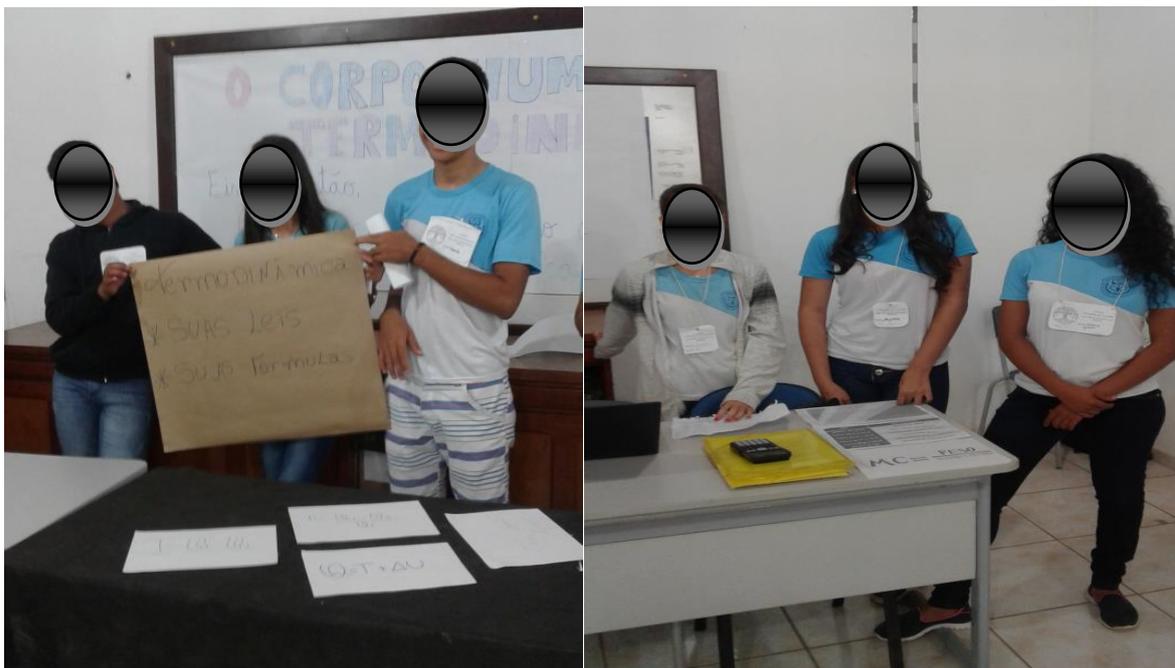


Fonte: Da autora, 2017.

O quinto grupo (Figura 28), apresentou as fórmulas e enunciados das leis da Termodinâmica e expuseram alguns dos problemas elaborados e solucionados pelos estudantes no oitavo encontro. Para apresentação, os estudantes confeccionaram cartazes contendo as fórmulas e enunciados das leis da Termodinâmica e também deixaram sobre a mesa alguns dos problemas criados pelos estudantes onde foram usadas as fórmulas expressas nos cartazes.

O sexto grupo (Figura 28), ficara responsável pelos cálculos energéticos diários para o corpo humano, para tanto em seu espaço de apresentação tinham uma balança para medir a massa dos participantes da feira, fita métrica fixada na parede para medir altura e uma calculadora energética que foi encontrada no *site*: <https://www.yazio.com/pt/calculadora-calorias-diarias>, que possibilita realizar os cálculos de quantas calorias uma pessoa precisa ingerir/dia, para manter sua massa atual, ou se quiser ganhar ou perder massa que quantidade de calorias precisa ingerir/dia.

Figura 28: Estudantes do 5º e 6º grupo realizado suas apresentações na feira de ciências



Fonte: Da autora, 2017.

Com as atividades reapresentadas na feira de ciências, foi possível constatar que os estudantes tiveram um melhor entendimento sobre os conceitos da Termodinâmica trabalhados até o presente momento. Concordo assim com os estudos de Corsini e Araújo quando estes salientam que:

Nos ambientes não-formais é possível aplicar metodologias que permitam ao aluno adquirir ou aprimorar seus conhecimentos de forma lúdica, criativa e participativa. São espaços de aprendizagens, não restritos ao limite da sala de aula onde ocorre uma relação fechada entre professores e alunos, mas abertos a todas as possibilidades e interações (CORSINI; ARAÚJO, 2007, p. 3).

Como as atividades de intervenção ocorriam uma vez na semana, os estudantes já esqueciam parte do que tinham estudado nos encontros anteriores e com a feira de ciências praticamente todos os encontros foram lembrados e apresentados para comunidade escolar pelos próprios estudantes. Esse fator contribui para fortalecer a autonomia dos estudantes na busca de novos conhecimentos, serviu também como um termômetro, um indicativo de que o conhecimento nunca está pronto e acabado, que o mesmo precisa ser constantemente construído e reconstruído pelos professores e estudantes.

#### 4.4 Percepção dos alunos sobre a prática pedagógica

A entrevista semiestruturada (APÊNDICE D) teve como objetivo avaliar a percepção dos alunos frente à proposta pedagógica envolvendo atividades investigativas. A entrevista foi realizada fora do horário de aula, as falas foram individuais e gravadas para possibilitar uma avaliação mais precisa da percepção dos alunos frente à metodologia utilizada durante a intervenção pedagógica.

Como a turma na qual foi aplicado o projeto de intervenção era numerosa, convidei  $\frac{1}{4}$  desta para participar da entrevista, totalizando dez estudantes.

A primeira pergunta da entrevista referia-se a metodologia adotada para abordar os conteúdos e conceitos da Termodinâmica, se essa maneira favoreceu o entendimento. Seguem as falas dos alunos.

*“Sim, por que vários grupos desenvolveram o conteúdo junto e, a gente aprendeu sobre desenvolvimento de um carro junto com o corpo humano e associamos esses dois elementos”* (A24).

*“Favoreceu, porque foi abordado até em aula de campo e junto com a sala inteira, favoreceu muito o entendimento pelo fato de a professora deixar muito a aula teórica de lado pra desenvolver conhecimento com aulas práticas”* (A1).

*“ Sim, porque ajudou, teve aula prática, é... teve aquela aula que a senhora levou nós no laboratório a senhora explicou passo por passo, e principalmente a feira de ciências que ajudou mais ainda”* (A35).

Ainda falando sobre a metodologia adotada no projeto, todos os alunos citaram que as estratégias de ensino utilizadas favoreceram o aprendizado. De acordo como Azevedo (2004), ao trabalhar com atividades investigativas os estudantes são estimulados a realizar várias funções, o que os torna cooperativos e responsáveis pelo seu aprendizado.

Ao participarem de uma atividade investigativa, os estudantes devem não somente observar fenômenos e manipular informações ou experimentos, mas também formular hipóteses, refletir e discutir em grupo, coletar dados, explicar os argumentos utilizados e relatar suas conclusões para a resolução do problema, ou seja, participar de etapas características de uma investigação científica (PERREIRA, 2014, p. 62).

Um estudante até afirma que no geral, as aulas são chatas e sem graça, no modo habitual

de ensinar da maioria dos professores, conforme as respostas<sup>4</sup> a seguir.

*“Sim, muito, porque antes eu não sabia o que era os conceitos e as Leis da Termodinâmica e agora já compreendo o que é”*(A4).

*“Sim, favoreceu muito, essa forma de ensino é muito boa para entender melhor e para lembrar depois, a feira ajudou também a entender melhor”* (A3).

*“Sim, comparado ao modo habitual de ensinar, esse modo é muito mais fácil, por que há mais interação entre tudo, entre a atividade proposta e os alunos. Atualmente é só mais explicação, essa didática sem graça, quando tem uma diversão os alunos interagem mais”* (A12).

Durante o desenvolvimento do projeto foram trabalhadas inúmeras atividades investigativas, em que exerci o papel de instigar, questionar, problematizar os assuntos abordados. Essa forma de trabalhar foi interpretada com ar de mistério por alguns estudantes quando estes foram perguntados sobre a metodologia de ensino adotada, conforme as falas a seguir.

*“Sim, e muito, porque todo assunto que é tratado com ar de mistério é... gera interesse, muito interesse do aluno mesmo que seja no subconsciente dele, por isso foi interessante”*(A38).

*“É sim, porque não ficou chato só com fórmulas e cálculos pra fazer”* (A33).

*“Sim, favoreceu, favoreceu o entendimento, porque eu vi na prática, observando tabelas, observando o que comia, atividades que fiz, se ganhei massa ou se perdi e também em fórmulas que ajudaram também o entendimento”* (A23).

*“Sim, porque teve relação ao nosso corpo e as coisas que acontecem no nosso dia-a-dia, e o entendimento ficou mais fácil”* (A32).

Tais falas estão em acordo com o que os autores Mitri et al. (2008) destacam sobre o uso de metodologias ativas:

[...] a problematização pode levar o aluno ao contato com as informações e à produção do conhecimento, principalmente, com a finalidade de solucionar os impasses e promover o seu próprio desenvolvimento. Aprender por meio da problematização e/ou da resolução de problemas de sua área, portanto, é uma das possibilidades de envolvimento ativo dos alunos em seu próprio processo de formação (MITRI et al.,

---

<sup>4</sup> As falas dos alunos foram transcritas de forma natural, sem correções ortográficas.

2008, apud BERBEL, 2011, p. 29).

Dando continuidade à entrevista, os estudantes foram questionados sobre se acreditam que os temas e conteúdos abordados durante a intervenção pedagógica são importantes, todos julgam o conteúdo importante conforme seguem as respostas dadas pelos estudantes:

*“Sim eles são importantes, a gente associou a termodinâmica com o nosso corpo, vendo nossos gastos energéticos e etc...”*.(A24)

*“Acredito que são importantes pelo fato de, você sabe e manter sua saúde em dia conforme as teorias abordam”* (A1).

*“Sim, porque os temas levou pro corpo, mostrou pelo corpo, eu aprendi mais porque associei com meu corpo, porque algumas pessoas comem de mais e não emagrece, tipo ingeri o alimento o dia inteiro e faz pouco exercício físico, aí ajudou por causa disso”* (A35).

*“Sim, para entendermos melhor como funciona o nosso corpo como uma máquina, realizando atividades físicas como trabalho”* (A4).

De acordo com as respostas dos alunos, vimos que o conteúdo associado ao dia a dia deles facilita a construção e reconstrução de conhecimento, o que está em conformidade com a afirmação de Freire (1996) quando este salienta que:

[...] as metodologias ativas, com sua afirmação de que na educação de adultos, o que impulsiona a aprendizagem é a superação de desafios, a resolução de problemas e a construção do conhecimento novo a partir de conhecimentos e experiências prévias dos indivíduos (FREIRE, 1996, apud BERBEL, 2011, p. 29).

Dando continuidade ainda na mesma questão, os estudantes julgam o conteúdo importante, destacando que os conteúdos da física, suas leis regem o universo, como podemos observar nas respostas que seguem:

*“Sim, devemos sempre cuidar do nosso corpo da alimentação, praticar exercícios físicos, saber como nosso organismo funciona”* (A3).

*“Sim, eu considero que toda física é importante porque ela é as leis naturais às leis que regem o universo”* (A12).

*“Sim, pois trata o corpo humano de um ponto de vista diferente dos demais, destacando é, o corpo humano como um objeto de estudo”* (A38).

*“É, sim, abriu a minha mente pra física com relação ao nosso corpo também ser uma máquina térmica, porque antes eu via só as outras máquinas mesmo, por esse processo da*

*termodinâmica, eu não via o corpo como uma máquina térmica” (A33).*

Como todas as atividades desenvolvidas relacionavam a termodinâmica ao corpo humano, podemos perceber que quando associamos o conteúdo à realidade do aluno ele se torna mais atrativo e de fácil compreensão. Isso está em acordo com Azevedo (2004) quando esta afirma:

Utilizar atividades investigativas como ponto de partida para desenvolver a compreensão de conceitos é uma forma de levar o aluno a participar de seu processo de aprendizagem, sair de uma postura passiva e começar a perceber e agir sobre o seu objeto de estudo, relacionando o objeto com acontecimentos e buscando as causas dessa relação, procurando, portanto, uma explicação causal para o resultado de suas ações e/ou interações (AZEVEDO, 2004, p. 22).

Ainda na mesma questão, os estudantes, consideram os conteúdos trabalhados importantes por estarem associados ao cotidiano e também ao corpo humano, conforme as falas a seguir:

*“Sim, é, porque teve uma forma, uma forma diferente de entender o corpo e o que a física pode proporcionar a ele” (A23).*

*“Sim, pra a gente sabe, que a física tem haver com o nosso dia-a-dia” (A32).*

Na terceira pergunta, os estudantes foram interrogados sobre as principais dificuldades que apresentaram durante as atividades desenvolvidas. A maioria dos estudantes destacou que as maiores dificuldades foram compreensão e aplicação das fórmulas. Apenas três alunos responderam que não tinham tido dificuldades. Seguem as repostas dadas pelos estudantes.

*“Cálculos, pois as fórmulas são bem complicadas e você tem que adquirir em cada exercício uma fórmula diferente” (A24).*

*“As dificuldades maiores foram, gravar e aprender sobre as leis e fórmulas” (A1).*

*“As fórmulas” (A35).*

*“Eu não tive quase nenhuma dificuldade” (A4).*

*“Foram as faltas, em algumas aulas eu acabei faltando e não entendendo, mas fora isso eu consegui fazer tudo” (A3).*

Diante das falas dos estudantes, percebemos que quando os conteúdos são trabalhados utilizando a investigação como principal estratégia, eles se tornam mais fáceis de ser compreendido pelos alunos, no entanto, a aplicação de fórmulas matemáticas ainda vem sendo

a maior dificuldade dos educandos. Segundo Hodson (1992), “as pesquisas em ensino apontam que os alunos aprendem mais sobre ciência e desenvolvem melhor seu conhecimento conceitual quando realizam investigações científicas, tanto no laboratório como com problemas de lápis e papel” (PERREIRA, M. M. 2014, p. 61).

Ainda na mesma questão, os estudantes que dominam as equações matemáticas, afirmaram que tiveram poucas dificuldades como podemos ver nas falas a seguir.

*“Eu, tive quase, não tive dificuldade assim, pra dizer dificuldade, pois foi muito bem explicado e não tem como ter uma dificuldade” (A12).*

*“Foram poucas, porque eu tive um entendimento inicial muito melhor, mas alguns dos alunos não teve tal facilidade” (A38).*

*“É, eu acho que um pouco, algumas fórmulas que não entendi direito” (A33).*

*“É, uma das dificuldades que não foram tantas, foram as contas, as fórmulas” (A23).*

*“Não teve muita dificuldade, porque foi tudo feito por pesquisa e atividades é, de pesquisa” (A32).*

A quarta questão se refere ao desempenho da classe no geral, se houve maior envolvimento. Embora os estudantes reconheçam que a turma é difícil de trabalhar, são considerados desmotivados, com o projeto de intervenção houve maior envolvimento dos estudantes e em consequência mais aprendizado. Até a maneira da distribuição das carteiras foi relevante para o aprendizado segundo a fala dos estudantes. Seguem as respostas dos estudantes.

*“Houve maior envolvimento, graças aos grupos formados, porque em si a gente aprendia com nós mesmos, a gente foi descobrindo coisas novas, porém foi menos difícil porque a gente tinha contato com aquilo, então foi muito bom o aprendizado” (A24).*

*“Sim, teve maior envolvimento e aprendizado pelo fato de sentarem um do lado do outro, formando um semicírculo e praticar bastante aulas práticas” (A1).*

*“Antes não, no começo do trabalho, mas durante o trabalho e da feira, eu vi que houve o entendimento da sala inteira, por que todo mundo participou” (A35).*

Conforme a fala dos estudantes, percebe-se que ao trabalhar com metodologias diferenciadas, as aulas são menos cansativas, o aluno participa, interage mais e se sente responsável pelo seu aprendizado. Com base nisso Azevedo (2004), destaca:

[...] torna-se necessário incluir no planejamento de um curso de Física por investigação questões abertas e problemas abertos, demonstrações investigativas e laboratórios abertos, que estão mais próximos do que se imagina tanto em seu papel na construção do conhecimento, quanto no trabalho científico realizado pelos cientistas (AZEVEDO, 2004, p. 20).

Ainda na mesma questão, os alunos também salientaram que com as atividades desenvolvidas os alunos participaram mais, desenvolveram as atividades com mais empenho e dedicação conforme podemos observar na transcrição das próximas falas.

*“Sim, ajudou muito a sala a entender melhor as coisas” (A4).*

*“Sim, mas algumas pessoas acabaram não levando a sério pela maneira de aprendizado, mas quem levou conseguiu entender e aprender tudo” (A3).*

*“Sim, porque normalmente aquela classe pelo menos não interage eles não faz quase nada, e com esse projeto eles fizeram mais, interagiram mais” (A12).*

*“O normal deles é quase não participar, mas nesse projeto eles participaram bem, foram bem participativos” (A38).*

*“Sim, eu acho que, o pessoal prestou um pouco mais de atenção, claro tem as pessoas que não fez, mas a maioria conseguiu entender o conteúdo melhor” (A33).*

*“Sim, porque foi realizado mais atividades práticas que derem mais entender do assunto” (A23).*

*“Sim, porque parece que a sala se interessou mais, porque tem a ver com nosso dia-a-dia” (A32).*

De acordo com a fala dos estudantes, podemos perceber que as atividades trabalhadas durante a execução do projeto possibilitaram uma melhor interação e participação dos estudantes. O método de ensino utilizado foi muito elogiado e aprovado pelos alunos. Tal método de ensino está em consonância com o que Gil Perez e Castro (1996) ressaltam sobre as atividades investigativas.

[...] atividades de investigação devem compreender as seguintes características: apresentar aos alunos situações problemáticas abertas, em um nível de dificuldade adequado à zona de desenvolvimento potencial dos educandos; Favorecer a reflexão dos alunos sobre a relevância das situações-problema apresentadas; emitir hipótese como atividade indispensável à investigação científica; elaborar um planejamento da atividade experimental; contemplar as implicações CTS do estudo realizado; proporcionar momentos para a comunicação do debate das atividades desenvolvidas; potencializar a dimensão coletiva do trabalho científico (PEREZ; CASTRO, 1996, apud ZOMPERO; LABURU, 2011, p. 75).

Na última pergunta que se refere à nota que os estudantes dariam ao projeto e as atividades que foram desenvolvidas, a maioria deu nota máxima, sendo que, a nota deveria estar entre 0 ponto e 5 pontos. Um aluno chamou o projeto futurístico, o que leva a crer que realmente os estudantes não estão habituados com a metodologia empregada na execução do projeto. Outro aluno destacou a importância de realizar as atividades com carinho e atenção. Seguem as respostas dos estudantes:

*“A nota seria 5 pelo fato de o projeto ser bem, meio futurístico né, e bem mais envolvimento e aprendizado da classe inteira, pelo projeto ou dou a nota máxima pelo esforço da professora também” (A1).*

*“Eu daria 5, porque foi um ótimo trabalho e muito diferente do que estamos acostumados” (A38).*

*“Eu não vi nenhum defeito nesse projeto, a proposta dele é muito interessante, acho que se tivesse mais tempo e provavelmente a classe teria muito mais desenvolvimento, por isso eu dou 5” (A12).*

*“5, essa nota porque houve um grande envolvimento da professora e alunos nessa investigação” (A32).*

*“É, acho que eu daria 5, porque a gente viu de outra maneira agora o que se pode aprender, uma matéria que é a física né, uma maneira mais pros alunos conseguir entender” (A33).*

*“De 0 a 5, eu dou a nota 5, porque, gostei do tema, gostei da professora, tudo que ela fez foi com carinho também, bem elaborado, que deram um melhor entendimento para os alunos” (A23).*

*“5, porque, todos acharam interessante a atividade e que a gente nunca viu o que foi passado” (A4).*

Um aluno colocou que o tempo foi insuficiente para a realização de tantas atividades. O outro estudante afirmou que mostrou o trabalho realizado para a mãe e que a mesma gostou do projeto. Esse fator sinaliza que o projeto pode vir a fortalecer e aumentar a participação da família na escola, uma vez que, a participação dos pais na vida escolar dos filhos está cada vez menor. Um aluno colocou que faltou suporte, mas conversando com o aluno ele esclareceu e argumentou que o projeto foi bem desenvolvido a falta de suporte foi com relação ao técnico de laboratório e assistência da professora devido o número elevado de alunos e poucos computadores em funcionamento.

*“4, na minha opinião, deveríamos ter mais tempo” (A3).*

*“4,9, porque eu gostei muito do trabalho e me ajudou até mostrei pra minha mãe o projeto e ela achou bem bacana” (A35).*

*“Ah, 4 pois a gente teve o conteúdo muito abordado, muito complexo e coisa do tipo, mas a gente não teve suporte tipo laboratório, a gente instalou o software bonitinho certinho, porém, ah, poderia ter mais uma assistência fora isso” (A24).*

Diante das respostas e indagações fornecidas pelos estudantes na entrevista, percebi que os alunos mostraram-se bastante motivados com as atividades de intervenção as quais foram desenvolvidas sem muitas dificuldades, em muitos casos os estudantes foram além do que foi solicitado, fato esse que mostra indícios de autonomia.

De forma geral, tanto as atividades desenvolvidas em sala de aula quanto às atividades desenvolvidas nos demais espaços de aprendizagem, possibilitaram aos estudantes desenvolver os conceitos de Termodinâmica associada ao corpo humano de forma prazerosa e atrativa. As estratégias de ensino utilizadas motivaram os estudantes a buscar cada vez mais conhecimentos, despertando maior interesse, criando condições para que os alunos se sintam responsáveis pelo seu aprendizado.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho foi realizado com a finalidade de averiguar as contribuições das atividades investigativas no estudo da Termodinâmica para o desenvolvimento da autonomia dos estudantes. A intervenção ocorreu com estudantes do 2º ano do Ensino Médio, onde se buscou relacionar a Termodinâmica ao corpo humano. A prática da pesquisa mostrou que trabalhar os conteúdos da Termodinâmica por meio da investigação, relacionando a Termodinâmica ao dia-a-dia dos estudantes tornou os processos de ensino e de aprendizagem mais interativos, construtivos e participativos, despertando maior interesse dos alunos pela disciplina de Física.

A utilização de metodologias ativas de ensino, principalmente as atividades de investigação, proporcionaram aos estudantes dinamismo e motivação na solução das problemáticas e busca de novos saberes. Para solucionar as problemáticas propostas, os estudantes seguiram pelo caminho da pesquisa, do levantamento e análise de informações sobre o tema, das discussões com os demais colegas, bem como confrontaram aquilo que já se sabe com aquilo que os dados apresentaram, chegando assim, a possível solução do problema levantado e/ou formulação de novas questões problemas. “Nesse caminho, o professor atua como facilitador ou orientador para que o estudante faça pesquisas, reflita e decida por ele mesmo, o que fazer para atingir os objetivos estabelecidos” (BERBEL, 2011, p. 27).

Aparentemente, trabalhar com metodologias ativas na escola, não é novidade, pois é semelhante aos debates em sala de aula, em que as carteiras ficam dispostas em círculo e são os alunos que falam por todo o tempo, cabendo ao professor intervir e mediar às discussões. Porém, os estudantes não falam necessariamente o que pensam ou acreditam, mas defendem pontos de vista que muitas vezes não são seus, são frutos das suas pesquisas. Essa técnica

oportuniza aos estudantes o compartilhamento de ideias, possibilita a tomada de decisões diante dos problemas levantados, contribuindo assim para a formação de sujeitos esclarecidos e agentes de transformação da sociedade.

Com relação às atividades realizadas nos mais variados espaços de aprendizagem como Praça da Bíblia, Laboratório de informática e Feira de ciências, tais espaços contribuíram para a aprendizagem dos estudantes, os quais desenvolveram as atividades com mais ânimo, dinamismo, exibindo gosto em buscar cada vez mais conhecimentos. Segundo Chassot (2010), nos tempos atuais, o conhecimento chega às escolas de todas as maneiras, com diferentes qualidades, ficando evidente uma mudança de postura por parte dos professores, os quais passam de informadores para formadores de opiniões. Não há mais espaços para transmissão de conhecimentos. Nesse sentido, os espaços não formais aliados às escolas tornam-se um marco de construção científica e de produção de conhecimento.

A evolução dos conceitos de Termodinâmica, também foi observada com a construção dos mapas conceituais pré e pós-teste, os quais revelaram como os estudantes integraram novos conteúdos em sua estrutura cognitiva ao longo das atividades. Por meio da comparação dos mapas, ficou evidente que o segundo mapa de conceitos ficou mais “enriquecido” e que houve uma ampliação de conceitos dos estudantes. Segundo Tavares (2007, p. 81), o mapa de conceitos é um tipo de “avaliação formativa, na medida em que ele explicita o estágio da aprendizagem em que se encontra um estudante, o mapa se apresenta como uma radiografia da estrutura cognitiva do aprendiz”.

Na entrevista que ocorreu com 10 estudantes e de forma individual, ao avaliarem a proposta pedagógica, eles expressaram que atividades desse tipo são motivadoras e estimulam o gosto em aprender. Também destacaram que o respeito e carinho da professora pesquisadora para com eles foi fundamental para o crescimento e que as questões tratadas com “ar de mistério”, foram um fator que os motivou a buscar mais informações. E ainda, um deles chamou a proposta de intervenção de futurístico, pois não estava acostumado com tais atividades. Os fatores apontados como sendo negativos, foram a falta de interesse de alguns alunos no início da intervenção e que o tempo foi insuficiente para desenvolver e debater algumas das atividades.

Nesse sentido, considero que os objetivos foram atingidos, uma vez que foi possível

identificar alguns conhecimentos prévios e posteriores dos estudantes com a construção dos mapas conceituais. Também com relação à metodologia utilizada, “atividades de investigação” foi bem aceita e contribuiu para a construção de conhecimentos da Termodinâmica. Trabalhos realizados como a Feira de Ciências e diversas pesquisas na *internet*, mostraram que os estudantes foram além do que foi solicitado, fatores que nos mostram indícios de autonomia. A avaliação da prática pedagógica realizada pelos estudantes, por meio da entrevista, pode ser considerada satisfatória.

Assim, posso considerar que é possível trabalhar com atividades de investigação no Ensino Médio, e que os maiores desafios encontrados foram à falta de motivação, o desinteresse, a acomodação de alguns estudantes. Outro ponto que poderia ser melhorado é a estrutura física da escola, que apresenta salas pequenas com número de alunos elevados, laboratório de informática com computadores ultrapassados e poucos em funcionamento. Acredito que é preciso ter muita força de vontade para contribuir e melhorar a educação num país onde a educação nunca esteve em primeiro lugar. Entendo que é por meio da educação que formamos cidadãos críticos e agentes de transformação da sociedade.

De forma geral, os resultados obtidos nesse trabalho, evidenciam que as atividades de investigação desenvolvidas no estudo da Termodinâmica, contribuíram para que os estudantes se sentissem motivados e responsáveis pelo seu aprendizado. Sendo assim, acredito que as atividades com propósito investigativo, podem favorecer a aquisição de conhecimento de forma mais prazerosa, dinâmica, criativa e autônoma aumentando a predisposição de aprender.

Por fim, esse trabalho contribuiu para meu crescimento profissional, enriqueceu meu currículo. Pretendo difundir as ideias da pesquisa com os demais colegas professores da escola em que leciono como também fazer uso na minha prática docente das estratégias de ensino abordadas nessa dissertação. Sempre que possível, trabalharei com atividades de investigação buscando contribuir com a autonomia dos estudantes em algumas turmas. Além desses pontos, também pretendo continuar publicando artigos, resenhas, resumos em eventos, revistas, entre outros, a fim de divulgar alguns trabalhos futuros oriundos da minha prática pedagógica.

## REFERÊNCIAS

ABREU, M. C.; MASETTO, M. T. **O professor universitário em aula: práticas e princípios teóricos**. 5. ed. São Paulo: MG Ed. Associados, 1985.

ALMEIDA, Danielle Portela de, FACHÍN-TERÁN, Augusto. **Aprendizagem Significativa em Espaços Educativos: o uso dos quelônios como instrumento facilitador**. In 3º Encontro Internacional de Ensino e Pesquisa em Ciências na Amazônia. Tabatinga, AM, 2013. Disponível em: <http://ensinodeciencia.webnode.com.br/products/artigos-cientificos/>. Acesso em 15 nov. 2016.

ALVES, Rubem. **Por uma educação romântica**. São Paulo: Papirus, 2002.

AMBRÓZIO, Rosa Maria; COELHO Geide Rosa. **Ensino por investigação: apresentação de uma atividade didática de Termodinâmica**. In: XX Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF. São Paulo, SP, 2013. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xx/sys/resumos/T0732-1.pdf>. Acesso em: 01 set. 2016.

\_\_\_\_\_, Rosa Maria. **Uma Intervenção Educacional com Enfoque no Ensino por Investigação: Abordando as Temáticas Termodinâmica e Óptica**. Vitória, 2014. 89 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, 2014.

ANDRADE, M. L. F.; MASSABNI, V. G. O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 17, n. 4, p. 835-854, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132011000400005>>. Acesso em: 06 ago. 2016.

ANTUNES, C. **Professores e Professauros**: reflexões sobre a aula e práticas pedagógicas diversas. Petrópolis: Vozes, 2014.

\_\_\_\_\_, C. **Jogos para a Estimulação de Múltiplas Inteligências**. Editora Vozes, Petrópolis – RJ, 11ª. Edição, 1999.

ARANTES, Alessandra Riposati; MIRANDA, Márcio Santos; STUDART, Nelson. Objetos de aprendizagem no ensino de física: usando simulações do *PhET*. **Física na Escola**, v. 11, n.

1, p. 27-31, 2010.

AUSUBEL, D.P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.

\_\_\_\_\_, D.P. ; NOVAK, J.D. e HANESIAN, H. (1980). **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro, Interamericana. Tradução ao português, de Eva Nick et al., da segunda edição de Educational psychology: a cognitive view. 623p.

\_\_\_\_\_, D. P. **A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.

AZEVEDO M.C.P.S. **Ensino por Investigação: Problematizando as atividades em sala de aula**. In: Carvalho, A.M.P. (org.), Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática, p 21. São Paulo: Thomson, 2004.

AZEVEDO, Lidiany Bezerra; CASADO, Fireman Elton. Sequência de Ensino Investigativa: Problematizando Aulas de Ciências nos Anos Iniciais com Conteúdos de Eletricidade. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 8, n. 2, p. 143-161, 2017.

BASSOLI, Fernanda. **Atividades práticas e o ensino e a aprendizagem de science(s): mitos, tendências e distorções**. Ciênc. rgo (Bauru) [online]. 2014, vol.20, n. 3 [citado 2016-01-16], pp. 579-593. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S151673132014000300579&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S151673132014000300579&lng=pt&nrm=iso)>.

BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, 32 (1), p. 25 – 40, 2011.

BORGES, A.T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, p. 291-313, dez. 2002.

BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica**. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 2013.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Física. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2002.

CAMPOS, M. C. C.; NIGRO, R. G. **Didática de ciências: o ensino-aprendizagem como investigação**. São Paulo: FTD, 1999.

CATAPAN, Araci Hack; DA SILVA, Edna Lúcia; CAFÉ, Lígia Arruda. Definição de Metadados para o repositório de objetos de aprendizagem da EaD-UFSC. **Encontros Bibli: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação**, v. 15, n. 29, 2010.

ÇENGEL, Yunus A.; GHAJAR, Afshin J. **Transferência de Calor e Massa**. AMGH Editora, 2009.

CHASSOT, Attico. **Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação**. 5. ed. Revisada. Ijuí: Unijui, 2010.

CORSINI, Aline Mendes do Amaral; ARAÚJO, E. S. N. N. Feira de ciências como espaço não formal de ensino: um estudo com alunos e professores do ensino fundamental. VI **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação de Ciências**, p. 1-10, 2007, Bauru, SP.

CUNHA, A. M. O. **Ensino de Ecologia em espaços não formais**. III CLAE e IXCEB, 10 à 17 de Setembro de 2009, São Lourenço, MG.

DEMO, P. **Pesquisa: princípio científico e educativo**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1991.

\_\_\_\_\_, P. **Educar pela pesquisa**. Campinas: Editores Associados, 1996.

\_\_\_\_\_, P. **Educar pela pesquisa**. 9. ed. Campinas, SP: Autores associados, 2011.

DULLIUS, M. M.; MARCHI, M. I. ; HAETINGER, C. . Metodologias para o Ensino de Ciências Exatas. In: X Encontro sobre Investigação na Escola, 2010, Rio Grande. Anais do X **Encontro sobre Investigação na Escola**, 2010.

FERRACIOLI, Laércio. O ‘V’ Epistemológico como Instrumento Metodológico para o Processo de Investigação: **Revista Didática Sistemica**, Rio Grande, RS, v. 1, Outubro-dezembro de 2005. Disponível em:  
<http://repositorio.furg.br/bitstream/handle/1/577/O.V.Epistemol%C3%B3gico.como.Instrumento.Metodol%C3%B3gico.pdf?sequence=1>. Acesso em 02 set. 2016.

FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. Física no computador: o computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.25, n.3, p. 269-272, set. 2003.

FREIBERGER, R. M.; BERBEL, N. A. N. A importância da pesquisa como princípio educativo na atuação pedagógica de professores de educação infantil e ensino fundamental. **Cadernos de Educação**, 37, p. 207-245, 2010.

FREIRE, Paulo. **Educação como prática da liberdade**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1969.

\_\_\_\_\_, P. **Pedagogia da Autonomia: Saberes Necessários à Prática Educativa**. 39. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2009.

\_\_\_\_\_, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 21. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996. 156 p. (Coleção Leitura).

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de pesquisa**. Plageder, 2009.

GIL, Antônio Carlos. **Metodologia do ensino superior**. São Paulo: Atlas, 1990.

\_\_\_\_\_, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

\_\_\_\_\_, Antônio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. - 5 ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GODINHO, Jones. **Abordagens metodológicas que favorecem a construção da autonomia intelectual do estudante: O trabalho com simulação das nações unidas na escola.** Manaus, 2015. 139 f. Dissertação (Mestrado em Educação) Universidade Federal do Amazonas. Manaus, 2015.

GOWIN, D. B. **Educating.** Ithaca, N.Y., Cornell University Press. 210p, 1981.

GUIMARÃES, Sueli Edi Rufini. **Avaliação do estilo motivacional do professor:** adaptação e validação de um instrumento. 2003.

GUYTON A. **Temperatura corporal, Regulação térmica e febre.** In: Esbérard C, editor. Tratado de fisiologia médica. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1991. p. 699-710.

HALLIDAY D.; RESNICK R. e WALKER J. **Fundamentos de Física: gravitação, ondas e termodinâmica.** Volume 2. 6ª edição. Editora LTC, 2002.

HECKLER, Valmir; SARAIVA, Maria de Fátima Oliveira; OLIVEIRA FILHO, Kepler de Souza. Uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de óptica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 2, p. 267-273, 2007.

HENEINE, Ibrahim Felipe. **Biofísica básica.** São Paulo: Editora Atheneu, 2008.

HOLANDA, Aurélio Buarque de. Novo dicionário da língua portuguesa. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, v. 769, 1986.

JESUS, Benedito Carlos de. **Mapa Conceitual como Ferramenta para o Ensino das Leis da Termodinâmica.** Cuiabá, 2015. 125 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais) Universidade Federal do Mato Grosso. Cuiabá, 2015.

KAFER, G. A.; MARCHI, M. I. **Aprendizagem sobre soluções por meio de atividades experimentais e construção de mapas experimentais.** Ciência e Natura, v. 38, p. 544-553, 2016.

KAZUHITO, Yamamoto, FUKU, Luiz Felipe. Física para o Ensino Médio 1, 3ª ed. Saraiva, São Paulo, 2013.

KRASILCHIK, M. P. **Prática de ensino de biologia.** 4. ed. São Paulo: Edusp, 2008.

KOMATSU, R.S.; ZANOLLI, M.B.; LIMA, V.V. **Aprendizagem baseada em problemas (Problem-based learning).** In: MARCONDES, E.; GONÇALVES, E.L. (Orgs.). **Educação médica.** São Paulo: Sarvier, 1998.

LEAO, M. F. ; REHFELDT, M. J. H. ; MARCHI, M. I. **A elaboração de Mapas Conceituais como meio para desenvolver aprendizagem significativa no estudo de sistemas biológicos.** Destaques Acadêmicos, v. 5, p. 201-211, 2013.

LEOPARDI, Maria T. **Metodologia da pesquisa na saúde.** 2. ed. Florianópolis: UFSC, 2002.

LUIZ, Adir Moysis. (2007). **Física 2: Gravitação, ondas e termodinâmica: teoria e prática**. São Paulo: Editora Livraria da Física.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados**. Atlas, 2011.

MANCUSO, R. **Programa estadual de Feiras de Ciências do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: SEC/CECIRS, 1995.

MARTINS, G. A. **Estudo de caso: uma estratégia de pesquisa**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

MATO GROSSO. **Orientações Curriculares: Área de Ciências da Natureza e Matemática: Educação Básica**. /Mato Grosso – Secretaria de Estado de Educação de Mato Grosso. Cuiabá, Gráfica Print, 2012. 166 p.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C.F. **Possibilidades e limitações das simulações computacionais no Ensino de Física**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 24, n. 2, p. 77 -86, 2002.

MINAYO, M. C. S. (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis, RJ, Vozes, 2001.

MITRE, S. M.i; SIQUEIRA-BATISTA, R.; GIRARDIDE MENDONÇA, J. M.; MORAIS-PINTO, N. M.; MEIRELLES, C.A.B.; PINTO-PORTO, C.; MOREIRA, T.; HOFFMANN, L. M. Al. **Metodologias ativas de ensino-aprendizagem na formação profissional em saúde: debates atuais**. *Ciência e Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 13, 2008.

MOREIRA, Marco A. **Aprendizagem significativa: um conceito subjacente**. 1997. Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, [charles.guidotti@furg.br](mailto:charles.guidotti@furg.br) Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigsubport.pdf>>. Acesso em: 26 jul. 2012.

\_\_\_\_\_, Marco Antonio. ¿ Al afinal, qué es aprendizaje siginificativo?. *Qurriculum: revista de teoría, investigación y práctica educativa*. **La Laguna**, Espanha. No. 25 (marzo 2012), p. 29-56, 2012.

\_\_\_\_\_, Marco Antonio. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

NETO, Nelson Bergonse. **Modelo Mecânico de Pulmão Artificial Para simulação do Condicionamento Do ar Respirado**. Curitiba, 2005. 119f. Dissertação (Mestrado em Clínica Cirúrgica) Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Curitiba, 2005.

NOVAK, J.D. e GOWIN, D.B. (1996). **Aprender a aprender**. Lisboa. Plátano Edições Técnicas. Tradução ao português, de Carla Valadares, do original Learning how to learn. 212p.

NOVAK, Joseph Donald. **Uma teoria de educação**. São Paulo: Pioneira, 1981.

OLIVEIRA, Mario José de. **Termodinâmica**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2005.

PELIZZARI, Adriana et al. **Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel**. Revista PEC, v. 2, n. 1, p. 37-42, 2002.

PEREIRA, Antônio Batista; OAIGEN, Edson Roberto; HENNIG, G. **Feiras de Ciências**. Canoas: Ulbra, 2000.

PEREIRA, Marta Maximo. **Memória mediada na aprendizagem de Física: problematizando a afirmação “Não me lembro de nada das aulas do ano passado”!** São Paulo, 2014. 366f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) Universidade de São Paulo. São Paulo, 2014.

PEREIRA, Whornton Vieira. **Propostas De Utilização De Sequências Didáticas Investigativas Para O Estudo Do Conceito De Velocidade No Ensino Médio**. Vitória, 2014. 169f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória 2014.

PEREZ, D. Gil; CASTRO, Pablo Valdés. La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, v. 14, n. 2, p. 155-163, 1996.

PASSOS, Júlio César. Os experimentos de Joule e a primeira lei da termodinâmica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 3, p. 3603, 2009.

RAMALHO JUNIOR, Francisco; FERRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo Antônio de Toledo. **Os fundamentos da Física**. São Paulo: Editora Moderna, 2003.

RICHARTZ, Terezinha. Metodologia ativa: a importância da pesquisa na formação de professores. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Três Corações, MG, v. 13, n. 1, jul. de 2015. Disponível em: [http://periodicos.unincor.br/index.php/revistaunincor/article/view/2422/pdf\\_308](http://periodicos.unincor.br/index.php/revistaunincor/article/view/2422/pdf_308). Acesso em 02 set. 2016.

RUDIO, Franz Victor. **Introdução ao projeto de pesquisa científica**. 19 ed. Petrópolis: Vozes, 2012.

SANTOS, Marcos Monteiro Dos. **A História da Termodinâmica e suas Leis**. Anápolis, 2012. 56f. Monografia (Licenciatura em Física) Universidade Estadual de Goiás. Anápolis, 2012.

SILVA, Djalma Nunes da. **A Termodinâmica no Ensino Médio: Ênfase nos Processos Irreversíveis**. São Paulo, 2009. 132f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009.

SILVA, Edna Lúcia da; CAFÉ, Lígia; CATAPAN, Araci Hack. Os objetos educacionais, os metadados e os repositórios na sociedade da informação. **Ciência da Informação**, v. 39, n. 3, 2011.

SILVA, Osmar Henrique Moura da; LABURÚ, Carlos Eduardo; NARDI, Roberto. Reflexões para subsidiar discussões sobre o conceito de calor na sala de aula. **Caderno brasileiro de ensino de física**, v. 25, n. 3, p. 383-396, 2009.

SILVA, Vanessa Martini da, **O ensino por investigação e o seu impacto na aprendizagem de alunos do ensino médio de uma escola pública brasileira**. Porto Alegre, 2014. 90f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2014.

SILVERTHORN, Dee Unglaub. **Fisiologia humana: uma abordagem integrada**. Artmed editora, 2010.

SODRÉ, Fernanda Cavaliere Ribeiro; MATTOS, Cristiano Rodrigues de. Complexificando o conhecimento cotidiano: incluindo a física na problematização da alimentação. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 6, n. 2, p. 53-79, 2013.

TAVARES, Romero. Construindo mapas conceituais. **Revista Ciência e Cognição**, Rio de Janeiro, RJ, v.12, nov. de 2007. Disponível em: <http://repositorio.furg.br/bitstream/handle/1/577/O.V.Epistemol%C3%B3gico.como.Instrumento.Metodol%C3%B3gico.pdf?sequence=1>. Acesso em 02 set. 2016.

\_\_\_\_\_, Romero. Aprendizagem significativa e o ensino de ciências. **Ciências & cognição**, v. 13, n. 1, 2008.

TEODORO, V. D. ; VEIT, E. A.; **Modelagem no ensino/aprendizagem de física e os novos parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio**. Revista Brasileira do Ensino de Física, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 86 – 96, Jun. 2002.

TORMA, Edilson da Silva. **Sequência Investigativa em Circuitos Elétricos no Ensino Médio**. Rio Grande, 2015. 94 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) Universidade Federal Do Rio Grande. Rio Grande, 2015.

ULHÔA, E.; ARAÚJO, M. M.; ARAÚJO, V. N.; MOURA, D. G. **A formação do aluno pesquisador**. 2008. In: I SEMINÁRIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA, Minas Gerais. Anais... Minas Gerais, CEFET. Disponível em: [http://www.senept.cefetmg.br/galerias/Arquivos\\_senept/anais/terca\\_tema1/TerxaTema1Artigo12.pdf](http://www.senept.cefetmg.br/galerias/Arquivos_senept/anais/terca_tema1/TerxaTema1Artigo12.pdf)> Acesso em: 28 out. 2016.

VIEIRA, Valéria; BIANCONI, M. Lucia; DIAS, Monique. Espaços não-formais de ensino e o currículo de ciências. **Ciência e Cultura**, v. 57, n. 4, p. 21-23, 2005.

VILLAS BÔAS, Newton; DOCA, Ricardo Helou; BISCUOLA, Gualter José. Tópicos de física, 2: terminologia, ondulatória e óptica. São Paulo: Saraiva, 2013.

WANDERLEY, E. C. Feiras de Ciências Enquanto Espaço Pedagógico para Aprendizagens Múltiplas. In: Silvério Crestana. (Org.). **Educação para a Ciência - curso de Treinamento em Centros e Museus de Ciências**. 1 ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2001, v. 1, p. 269-274.

YAMAMOTO, Kazuhito; FUKU, Luiz Felipe. **Física para o ensino médio**. São Paulo, ed v. 3, 2013.

ZANON, Dulcimeire Ap. VOLANTE; FREITAS, Denise de. A aula de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental: ações que favorecem a sua aprendizagem. *Ciências & Cognição*, v. 10, p. 93-103, 2007.

ZATTI, Vicente. *Autonomia e Educação em Immanuel Kant & Paulo Freire*. EDIPUCRS, 2007.

ZOMPERO, A. F.; LABURU, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio: pesquisa em educação em ciências**, Belo Horizonte, v. 13, n. 3, p. 67-80, 2011. Disponível em: <<http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/view/309/715>>. Acesso em: 01 ago. 2016.

## **APÊNDICES**

## APÊNDICE A – Declaração de Anuência da Escola

### AUTORIZAÇÃO DA ESCOLA

Aceito que a mestranda do Programa de Pós-graduação Stricto Sensu do Mestrado Profissional de Ensino de Ciências Exatas, do Centro Universitário UNIVATES de Lajeado - RS, Neiva Mara Puhl realize sua investigação junto aos alunos do 2º Ano do Ensino Médio da Escola Estadual Nilza de Oliveira Pipino, localizada na Rua dos Lírios, nº 460, centro, Sinop / MT, telefone: (66) 35312173, e-mail: coordenacaonilza@gmail.com, a desenvolver sua pesquisa intitulada **Atividades Investigativas no Estudo da Termodinâmica: Incentivando a Autonomia do Estudante**, sob a orientação da professora Dra. Miriam Ines Marchi. Autorizo ainda, a divulgação do nome da Instituição na dissertação e nas publicações científicas oriundas desta pesquisa.

Esta prevê uma prática pedagógica, entre os meses de abril, maio e junho de 2017, na escola, em horários a serem acordados com os alunos, de modo a não interferir nas atividades de rotina da Instituição. Ciente dos objetivos, métodos e técnicas que serão utilizados nessa pesquisa, concordo em fornecer todos os subsídios para seu desenvolvimento, desde que seja assegurado o que segue:

- 1) A garantia de solicitar e receber esclarecimentos antes, durante e depois do desenvolvimento da pesquisa;
- 2) Que não haverá nenhuma despesa para esta instituição que seja decorrente da participação nessa pesquisa;
- 3) No caso do não cumprimento dos itens acima, a liberdade de retirar minha anuência a qualquer momento da pesquisa sem penalização alguma.

Data \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

---

Diretora da Escola/Carimbo

---

Neiva Mara Puhl

Mestranda em Ensino de Ciências Exatas – UNIVATES

## APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

Pelo presente Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, declaro que autorizo o(a) aluno(a)..... a participar da pesquisa intitulada **Atividades Investigativas no Estudo da Termodinâmica: Incentivando a Autonomia do Estudante**, desenvolvida pela mestrande Neiva Mara Puhl, e-mail: neivamarap@gmail.com e telefone (66) 996058448, do Centro Universitário UNIVATES de Lajeado – RS, orientada pela professora Dra. Miriam Ines Marchi, e-mail:mimarchi@univates.br.

A pesquisa será realizada na Escola Estadual Nilza de Oliveira Pipino e tem por objetivo geral verificar as contribuições das atividades investigativas no desenvolvimento da autonomia dos estudantes - sujeitos dos processos de ensino e de aprendizagem. Com o projeto de intervenção, a intenção é propor atividades que valorizam os conhecimentos prévios dos alunos, oportunizar o uso de tecnologias, promover a autonomia do aluno trabalhando com metodologias diferenciadas, contribuindo assim para a facilitação do conhecimento. Os conceitos e conteúdos serão ministrados em variados ambientes de aprendizagem como: sala de aula, Praça de Bíblia, laboratório de informática e laboratório de ciências.

Estou ciente de que a partir da presente data: a) Da garantia de receber, a qualquer momento, resposta a toda pergunta ou esclarecimento de qualquer dúvida acerca da pesquisa e de seus procedimentos; b) Da liberdade de retirar meu consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo, sem que isso traga qualquer prejuízo ao meu/minha filho/filha; c) Da garantia de que meu/minha filho/a não será identificado/a quando da divulgação dos resultados e que as informações obtidas serão utilizadas apenas para fins científicos vinculados à pesquisa; d) Do compromisso do pesquisador de proporcionar-me informações atualizadas obtidas durante o estudo, ainda que isto possa afetar a participação de meu/minha filho/a; e) De que esta investigação está sendo desenvolvida como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências Exatas, estando à pesquisadora inserida no Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas da UNIVATES –RS e f) Da inexistência de custos.

\_\_\_\_\_  
Nome do responsável

\_\_\_\_\_  
Assinatura do responsável

\_\_\_\_\_  
Assinatura da pesquisadora

Sinop (MT), \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2017.

## APÊNDICE C - Questionário Inicial

### Título do projeto: **Atividades Investigativas no Estudo da Termodinâmica: Incentivando a Autonomia do Estudante**

Objetivo Geral: Verificar as contribuições das atividades investigativas no desenvolvimento da autonomia dos estudantes - sujeitos dos processos de ensino e de aprendizagem.

Questionário para conhecer o perfil dos alunos com questões pessoais, sobre Termodinâmica e atividades práticas, em relação ao acesso e conhecimento de tecnologias utilizadas no ensino.

- 1) Qual é a sua idade?
- 2) Você tem acesso à *internet* em casa?
- 3) Você gosta de realizar atividades práticas? Justifique:
- 4) O que é física?
- 5) De que maneira você gostaria que fossem as aulas de Física?
- 6) Em que situações podem ser analisadas a Leis da Termodinâmica?
- 7) Você acha que os conceitos da Termodinâmica podem ser relacionados aos processos energéticos do corpo humano? Justifique:
- 8) Você já fez uso de algum *software* como ferramenta de ensino? Qual?

**APÊNDICE D - Entrevista para avaliar a percepção dos alunos frente à  
Proposta pedagógica envolvendo atividades investigativas**

Título do Projeto: **“Atividades Investigativas no Estudo da Termodinâmica:  
Incentivando a Autonomia do Estudante”**.

Objetivo Geral: Verificar as contribuições das atividades investigativas no desenvolvimento da autonomia dos estudantes - sujeitos dos processos de ensino e de aprendizagem.

1) A maneira que os conteúdos da Termodinâmica foram abordados favoreceu o seu entendimento com relação a conceitos e Leis da Termodinâmica? Por quê?

2) Você acredita que os temas e conteúdos abordados são importantes?  
Justifique:

3) Quais foram as principais dificuldades que você teve durante a realização dos trabalhos?

4) Com relação à classe no geral, você considera que houve maior envolvimento e aprendizado com as atividades propostas?

5) De 0 a 5, que nota você daria para o projeto e as atividades que foram desenvolvidas? Justifique.

## APÊNDICE E – Planos de aula

### Primeiro Encontro

Tema da aula: Conhecendo o projeto x conhecendo os estudantes.

Objetivos:

- ❖ Entregar o TCLE (APÊNDICE B) aos alunos e expor a proposta da pesquisa;
- ❖ Aplicar um questionário de sondagem (APÊNDICE C), para conhecer o perfil dos alunos com questões pessoais, sobre Termodinâmica e atividades experimentais.

Conteúdo: Termodinâmica.

Duração da aula: 2 horas.

Recursos: Quadro branco.

Metodologia: Aula expositiva, dialogada com apresentação do projeto e preenchimento do questionário (APÊNDICE C).

Avaliação: Preenchimento da atividade e comprometimento com a pesquisa.

### Segundo Encontro

Tema da aula: Primeira Lei da Termodinâmica, associada aos processos energéticos do corpo humano.

Objetivo:

- ❖ Conceituar a primeira Lei da Termodinâmica.
- ❖ Conhecer e aprender elaborar um mapa conceitual.
- ❖ Construir um mapa conceitual (coletivo) associando as Leis da Termodinâmica aos processos energéticos do corpo humano.

Conteúdo: Primeira Lei da Termodinâmica.

Duração da aula: 2 horas.

Recursos: Quadro branco e *Datashow*.

Metodologia:

Utilizando o quadro branco, problematizar o assunto da aula Termodinâmica, fazendo a separação da palavra Termodinâmica em:

- 1) Qual é o significado de Termo?
- 2) Qual é o significado de Dinâmica?
- 3) Logo, o que significa Termodinâmica?
- 4) Pesquise em seu livro, qual é a equação da Primeira Lei da Termodinâmica? O que cada grandeza física presente nessa equação representa?
- 5) Construir um mapa conceitual sobre calorimetria de forma coletiva.

Após essa problematização com o uso de *Datashow*, os alunos foram orientados por meio de exemplos e construção de mapa conceitual coletivo, a construírem o seu mapa conceitual de forma individual.

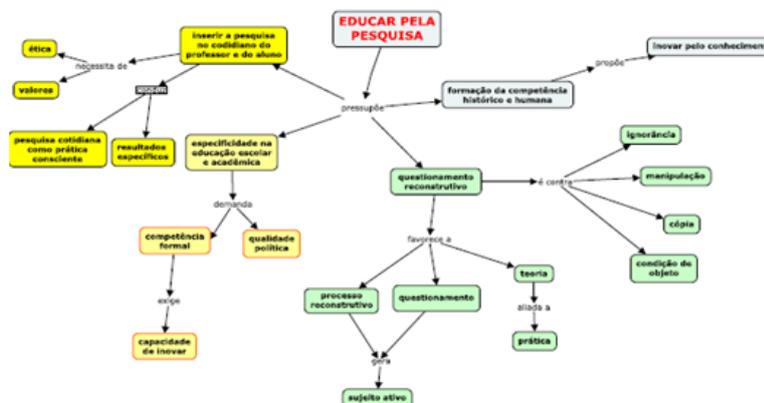
### **Slides explicativos sobre a construção de mapas conceituais**

**Primeiro slide:** Como elaborar um mapa conceitual.

#### **Como organizar um mapa**

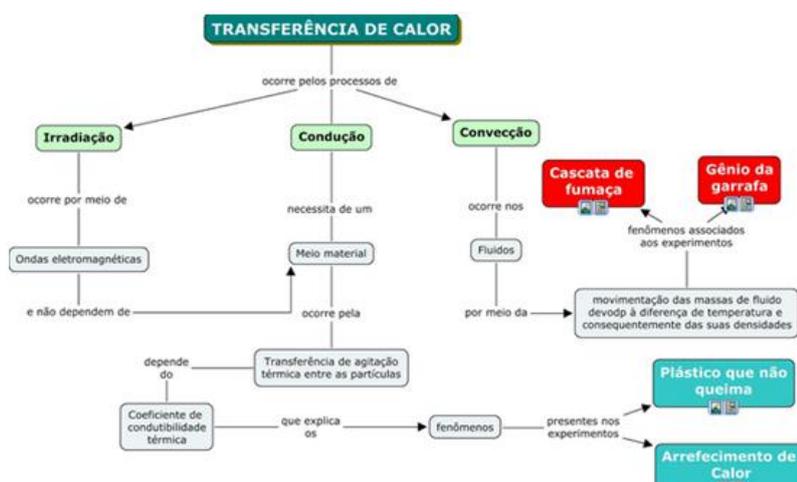
Os mapas conceituais normalmente têm uma **organização hierárquica** e incluem setas, mas não devem ser confundidos com organogramas ou diagramas de fluxo, pois não implicam sequência lógica, temporalidade ou direcionalidade, nem hierarquias organizacionais ou de poder (MOREIRA E MASINI, 1982).

**Segundo Slide:** Exemplo de mapa conceitual.



Fonte: Alunos da disciplina de Ensinar e Aprender Investigando – MECE, turma 10.

**Terceiro slide:** Segundo exemplo de mapa conceitual.



Fonte: [http://experimentandofisica.blogspot.com.br/2012/12/mapas-conceituais\\_10.html](http://experimentandofisica.blogspot.com.br/2012/12/mapas-conceituais_10.html)

Após os exemplos e dicas de como elaborar um mapa conceitual, os alunos iniciaram construção de seus mapas a respeito dos processos energéticos do corpo humano. Seguem as orientações para a construção do mapa conceitual individual.

De acordo com a equação da primeira Lei da Termodinâmica  $Q = T + \Delta U$ , construa um mapa conceitual, associando as grandezas físicas aos processos energéticos do corpo humano.

- 3- Energia que tem origem ou destino externo ao corpo
  - Energia do alimento
  - Trabalho para realizar as atividades externas.

- Calor dissipado para o ambiente.
- 4- Energia usada ou transformada no interior do corpo.
- Energia armazenada na ATP (usada para realizar funções vitais).
  - Energia armazenada na gordura.
  - Energia térmica.

Avaliação:

Comprometimento e envolvimento dos alunos na construção do mapa conceitual (pré – teste).

### **Terceiro Encontro**

Tema da aula: Primeira Lei da Termodinâmica, associada aos processos energéticos do corpo humano.

Objetivo:

❖ Construir um mapa conceitual (individual) associando as Leis da Termodinâmica aos processos energéticos do corpo humano.

Conteúdo: Primeira Lei da Termodinâmica.

Duração da aula: 2 horas.

Recursos: Quadro branco e *Datashow*.

Metodologia: Nestas duas horas aula, os estudantes finalizaram a construção de seus mapas conceituais. Após a construção dos mapas, os estudantes foram orientados sobre a tarefa e objetos a serem trazidos para o próximo encontro.

Tarefa para casa.

1) Para a próxima aula trazer alimentos como (bolachas, salgadinhos, balas, bombons, chocolates, pirolitos...) para confecção de uma cesta de guloseimas. Obs, todos os alimentos devem conter rótulos indicando a quantidade de calorias.

2) Pesquisar a quantidade de calorias necessárias diariamente para uma vida saudável e manutenção do corpo humano (homem, mulher, criança e idoso).

3) Para a próxima aula, alguns alunos deverão trazer instrumentos como: Patins, *Skate*, Bicicleta, corda, bola, para a realização de atividades físicas.

Avaliação: Participação na aula e construção dos mapas conceituais pré-teste.

### **Quarto Encontro**

Tema da aula: Aprendendo Termodinâmica de uma forma divertida.

Objetivos:

❖ Relacionar a primeira Lei da Termodinâmica aos processos energéticos do corpo humano.

Conteúdo: Primeira Lei da Termodinâmica.

Duração da aula: 2 horas.

Recursos: Quadro e espaço diferenciado de ensino (Praça da Bíblia).

Metodologia: Em sala de aula, os estudantes construíram uma tabela com nome e quantidade de calorias contida na embalagem dos alimentos trazidos. Em seguida, os alunos se dirigiram a Praça da Bíblia onde primeiramente foi feita a degustação dos alimentos e em seguida todos foram convidados a realizar uma ou mais, atividade física de sua preferência. Durante a degustação dos alimentos cada aluno anotou a quantidade de alimento ingerido e posteriormente transformou em calorias. Da mesma forma, os alunos anotaram as atividades físicas desenvolvidas na ocasião e o respectivo tempo de duração da mesma, e posteriormente converteram em calorias gastas. Para fazer a conversão em calorias, os alunos realizaram pesquisas na *internet*. Como no momento não tínhamos acesso à *internet* a pesquisa foi realizada como tarefa de casa e apresentada no encontro posterior. Além dessas atividades, os estudantes também responderam ao questionário abaixo.

### **Alguns questionamentos**

❖ Se uma pessoa come 100 g de sequilhos (item da cesta), quantas calorias ela terá ingerido?

❖ Para ficar dentro do padrão calórico diário, quantas calorias ela poderá ingerir durante o restante do dia?

❖ Pesquisar na internet, a quantidade aproximada de calorias gastas, quando uma pessoa realiza as seguintes atividades:

- 1- Pula corda (30 min)
- 2- Anda de *skate* (1 hora)
- 3- Anda de patins (1,5 horas)
- 4- Joga Futsal (40 min)
- 5- Joga Voleibol (50 min)
- 6- Corre (1 hora)
- 7- Anda (1 hora)
- 8- Pratica natação (40 min)

Avaliação: Envolvimento dos alunos nas atividades, comprometimento em realizar as pesquisas na *internet*.

### **Quinto Encontro**

Tema da aula: Ouvindo os estudantes: Relatos de pesquisas da Termodinâmica.

Objetivos:

❖ Discutir em sala sobre os resultados da atividade prática realizada na aula anterior e pesquisas na *internet*.

❖ Encaminhar e orientar os estudantes para a apresentação de atividades investigativas no sétimo encontro.

Conteúdo: Primeira Lei da Termodinâmica.

Duração da aula: 2 horas.

Recursos: Quadro branco.

### Metodologia:

Os alunos sentaram em duplas para comparar os resultados das pesquisas feitas na *internet* a respeito dos gastos de calorias quando forem realizadas as atividades do encontro anterior. Após esse momento, ocorreu a socialização e discussão em grupo. Em seguida, foram dadas as orientações para apresentação da atividade investigativa do sétimo encontro. A atividade do sétimo encontro consiste em efetuar um balanço energético aproximado envolvendo a ingestão e o consumo de energia. Para finalizar, foram encaminhadas algumas atividades que foram solucionadas em casa e problematizadas na coletividade no encontro posterior. Seguem as atividades:

### Questionário

Responda as questões de 1 a 3 relacionando as possíveis respostas com a equação da primeira Lei da Termodinâmica  $Q = T + \Delta U$ .

- 1- O que uma pessoa precisa fazer se deseja emagrecer? E se ela deseja engordar?
- 2- Por que os bebês nos primeiros meses tendem a se desenvolver rapidamente?
- 3- Por que na maioria das vezes as pessoas idosas, tendem a ter uma massa corpórea maior?
- 4- Pesquise na *internet* a quantidade de:
  - a) Energia disponível para utilizarmos quando “queimamos” 1 Kg de gordura do corpo humano.
  - b) Quilocalorias disponíveis quando ingerimos 200 g de batata frita.
  - c) Energia gasta quando nadamos (na modalidade *Crawl*) por 1 hora.
  - d) Energia gasta quando corremos aproximadamente 5 km em 45 min.

### Avaliação:

Socialização dos dados da pesquisa, participação na aula e resolução de exercícios.

### Sexto Encontro

Tema da aula: Utilizando Ferramentas Tecnológicas no estudo da Termodinâmica.

Objetivos:

- ❖ Utilização do *software PhET* para realizar atividades e resolver exercícios.

Conteúdo: Formas de Energia e transformação de Energia.

Duração da aula: 2 horas.

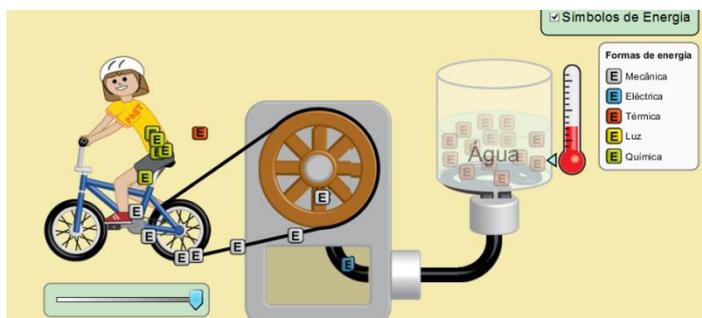
Recursos: Laboratório de Informática, quadro branco.

Metodologia: Os alunos se dirigiram ao laboratório de Informática onde foi utilizado o *software* de simulações *PhET* para a realização de atividades envolvendo transformação de energia. Devido ao elevado número de alunos, os mesmos foram organizados em duplas ou trios, para manusear o *software* e resolver as questões.

Com o *software* de simulações rodando, primeiramente os alunos se familiarizaram com a página do *software*. Em seguida, foram resolvidas as seguintes questões.

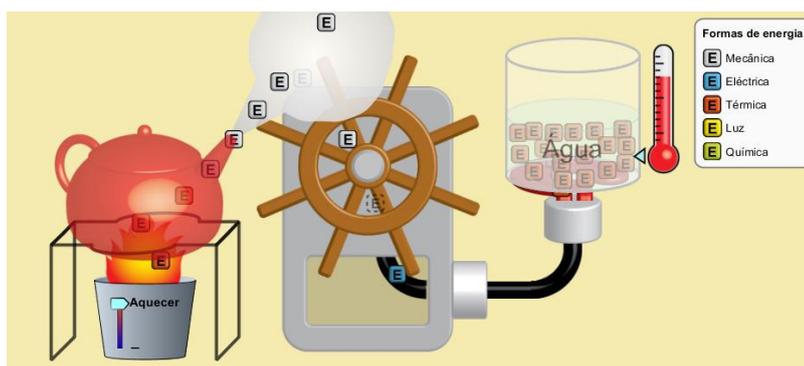
### Questionamentos

- 1- Descreva os tipos de transformação de Energia envolvida na figura a seguir:



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

- 2- A energia Química que aparece no corpo do menino pode ser associada a que tipo de energia presente na equação da primeira Lei da Termodinâmica? Da mesma forma a energia mecânica está associada a que tipo de energia?
- 3- O que acontece quando acaba a energia química contida no corpo do menino?
- 4- Agora responda as questões 1 e 2 novamente, observando a figura a seguir:



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

- 5- Diminua a fonte de calor e descreva o que ocorre como o movimento da roda:
- 6- Como se comportam as moléculas de água dentro da chaleira quando fornecemos o máximo de calor? Relacione o tipo de energia presente no interior da chaleira com as grandezas físicas presentes na primeira Lei da Termodinâmica.
- 7- Observe a figura e diga de que maneira podemos relacionar as três grandezas físicas presentes na primeira Lei da Termodinâmica.



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

- 8- O que ocorre com a energia térmica presente na água quando desligamos a torneira? O mesmo acontece quando uma pessoa deixa de se alimentar? Explique:

Avaliação: Participação e comprometimento na resolução de exercícios usando o software de simulações *PhET*.

## Sétimo Encontro

Tema da aula: Calorias ingeridas X calorias gastas.

Objetivo:

❖ Propiciar aos estudantes um momento que possam apresentar suas investigações para posterior relação com a Termodinâmica.

Conteúdo: Leis da Termodinâmica.

Duração da aula: 2 horas.

Recursos: Quadro branco.

Metodologia: Os alunos apresentaram as atividades investigativas, orientadas e dirigidas no quinto encontro. Cada aluno teve aproximadamente 5 minutos para apresentar sua pesquisa, suas tabelas contendo a ingestão e o consumo de energia durante 3º dias. Os estudantes anotaram os alimentos consumidos num período de três dias. Segue o quadro que foi preenchido por cada estudante.

Quadro 1: Cálculo do ganho energético no período de três dias.

Refeições/ dia	Quantidade de calorias ingeridas no 1º dia	Quantidade de calorias ingeridas no 2º dia	Quantidade de calorias ingeridas no 3º dia
Café da manhã			
Lanche da manhã			
Almoço			
Lanche da tarde			
Jantar			
Ceia			
Ganho de calorias com doces, guloseimas e outros.			
Ganho de calorias com bebidas			
Soma total de calorias ingeridas/dia			

Fonte: Da autora, 2016.

Após a apresentação de consumo energético, os alunos apresentaram o quadro que registra as principais atividades realizadas que caracterizam gastos de energia no mesmo período expresso acima. Segue o quadro:

Quadro 2: Cálculo do gasto energético no período de três dias.

Atividades realizadas/ tempo de duração	Quantidade de calorias gastas no primeiro dia	Quantidade de calorias gastas no segundo dia	Quantidade de calorias gastas no terceiro dia
Andar de bicicleta			
Andar a pé			
Estudar			
Nadar			
Jogar bola			
Correr			
Outras atividades			
Soma total de calorias gastas/dia			

Fonte: Da autora, 2016.

Durante a apresentação das atividades, foi destinado um tempo para questionamentos, provocações e problematizações para um melhor aprendizado.

Questionamentos após as apresentações das investigações.

1) Após o cálculo do ganho energético durante os três dias de controle de ingestão alimentar e o cálculo de gasto de energia durante o mesmo período verifiquem se houve sobra ou ganho de energia e o que isso representa.

2) Elabore um problema com base na observação do seu comportamento alimentar (3 dias). Aproveite os seus dados referentes à quantidade de calor ingeridas (Q), e

quantidade de calor gasta, ou seja, o trabalho realizado ( $W$ ), e calcule a energia interna de cada dia, o rendimento, quantidade de calor quente ( $Q_q$ ) e quantidade de calor fonte fria ( $Q_f$ ).

Avaliação: Apresentação de sua atividade de investigação, elaboração e solução de problemas e trabalho em equipe.

### **Oitavo Encontro**

Tema da aula: Relacionando a prática a teoria.

Objetivos: Solucionar exercícios a respeito das atividades práticas realizadas na aula anterior.

Conteúdo: Leis da Termodinâmica.

Duração da aula: 2 horas.

Recursos: Quadro branco.

Metodologia: Aula expositiva e dialogada com resolução de questões referente à aula prática do encontro anterior. Primeiramente os alunos foram instigados a elaborar com auxílio e contribuições da professora e fazendo uso do livro didático, um exercício relacionado à atividade de investigação, apresentada no seu grupo – aula anterior. Como foram cinco grupos, foram elaboradas cinco questões problemas. Em seguida todos os alunos solucionaram as questões problemas elaborados. Após a resolução, os alunos discutiram os resultados em grande grupo.

Avaliação: Participação dos estudantes em aula na elaboração, resolução e discussão da atividade.

### **Nono Encontro**

Tema da aula: Testando os avanços do conhecimento.

Objetivos:

❖ Verificar por meio da construção de um mapa conceitual pós- teste, o aperfeiçoamento dos conhecimentos da Termodinâmica.

Conteúdo: Leis da Termodinâmica.

Duração da aula: 2 horas.

Recursos: Quadro branco.

Metodologia: Os alunos construíram os mapas conceituais pós- teste, a respeito dos processos energéticos do corpo humano. Para a construção, utilizaram o mapa pré-teste que fizeram no segundo encontro e a partir do aperfeiçoamento dos conhecimentos durante as aulas de Termodinâmica, reelaboraram seu mapa, acrescentando ou tirando conceitos.

Avaliação: Construção do Mapa conceitual pós-atividade sobre Termodinâmica, participação na aula.

### **Décimo encontro**

Tema da aula: Feira de Ciências.

Objetivo:

❖ Reapresentar as principais atividades desenvolvidas na intervenção pedagógica.

Conteúdo: Termodinâmica associada ao corpo humano.

Duração: 4 horas

Recursos: Cartazes, computador, balança e trena.

Metodologia: Foi proposto o tema: TERMODINÂMICA ASSOCIADA AO CORPO HUMANO. Também foi proposta a seguinte problemática de pesquisa, Eis a questão: O corpo humano É, ou NÃO É, uma máquina térmica? Em seguida, os estudantes foram divididos em 6 grupos. Cada grupo ficou responsável em apresentar uma das atividades investigativas realizadas durante a intervenção pedagógica. Os grupos ficaram responsáveis

em apresentar as seguintes atividades: (1) Comparação do corpo humano ao automóvel, (2) Atividade de campo, (3) Uso do *software* de simulações *PhET*, (4) Observando o comportamento alimentar durante 3 dias, (5) Fórmulas e Enunciados das Leis da Termodinâmica e (6) Cálculos Energéticos diários para o corpo humano. Cada grupo ficou responsável por uma das seis atividades investigativas que foram sorteados entre os grupos.

Avaliação: Qualidade do trabalho exposto, a relevância das informações apresentadas sobre o tema, a criatividade, o planejamento e a apresentação de material extra.



Avenida Avelino Tallini, 171 - Bairro Universitário |  
Lajeado | RS | Brasil CEP 95900.000 Cx. Postal 155  
Fone (51) 3714 - 7000

[www.univates.br](http://www.univates.br) 0800 700 809