



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA**  
**MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

**JAILSON CUIMAR PAZ**

**APRENDIZAGEM DE CALORIMETRIA COM AUXÍLIO DE UM APLICATIVO  
EDUCACIONAL INSTALADO EM SMARTPHONES: UMA EXPERIÊNCIA COM  
ALUNOS DO TERCEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO**

**MARABÁ**

**2019**

JAILSON CUIMAR PAZ

**APRENDIZAGEM DE CALORIMETRIA COM AUXÍLIO DE UM APLICATIVO  
EDUCACIONAL INSTALADO EM SMARTPHONES: UMA EXPERIÊNCIA COM  
ALUNOS DO TERCEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Física da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA) no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), em cumprimento as exigências para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:

Profº. Dr. Jeanderson de Melo Dantas

MARABÁ

2019

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**  
**Biblioteca Setorial II da UNIFESSPA**

---

Paz, Jailson Cuimar

Aprendizagem de calorimetria com auxílio de um aplicativo educacional instalado em smartphones: uma experiência com alunos do terceiro ano do ensino médio / Jailson Cuimar Paz; orientador, Jeanderson de Melo Dantas. — 2019.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Instituto de Ciências Exatas - ICE, Mestrado Nacional em Ensino de Física - MNPEF, Marabá, 2019.

1. Física – Estudos e ensino. 2. Software - Desenvolvimento. 3. Software de aplicação - Desenvolvimento. 4. Tecnologia educacional. 5. Calorimetria. I. Dantas, Jeanderson de Melo, orient. II. Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará. III. Título.

CDD: 22. ed.: 530.07

JAILSON CUIMAR PAZ

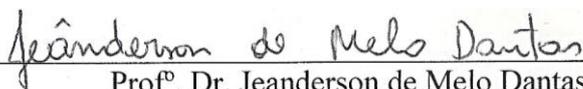
**APRENDIZAGEM DE CALORIMETRIA COM AUXÍLIO DE UM APLICATIVO  
EDUCACIONAL INSTALADO EM SMARTPHONES: UMA EXPERIÊNCIA COM  
ALUNOS DO TERCEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Física da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA) no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), em cumprimento as exigências para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

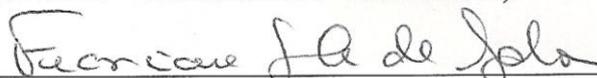
**DATA DA AVALIAÇÃO:** 17/07/2019

**CONCEITO:** EXCELENTE

**BANCA EXAMINADORA**



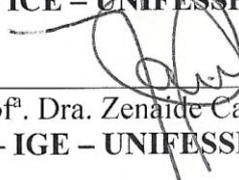
Prof.<sup>a</sup>. Dr. Jeanderson de Melo Dantas  
(MNPEF – UNIFESSPA – Orientador)



Prof.<sup>a</sup>. Dra. Franciane Silva de Azevedo  
(MNPEF – UNIFESSPA – Membro Interno)



Prof.<sup>a</sup>. Dra. Maria Margarete Delaia  
(FAMAT – ICE – UNIFESSPA – Membro Externo)



Prof.<sup>a</sup>. Dra. Zenaide Carvalho da Silva  
(FACEEL – IGE – UNIFESSPA – Membro Externo)

*Dedico este trabalho aos meus pais, José Almeida Paz e Dinair Cuimar Paz. Também aos meus irmãos Emerson C. Paz, Adailson C. Paz e Vanderson C. Paz, e minha esposa Jaine Pinho, por terem me auxiliado nos momentos mais difíceis dessa jornada e por nunca duvidarem do meu potencial.*

*Jailson C. Paz*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, fonte de todo o conhecimento e vida, por dar-me força e ânimo para a realização deste trabalho.

A meu orientador, professor Jeanderson de Melo Dantas, por me apoiar neste desafio em tornar reais minhas ideias e concepções, dedicando tempo e fornecendo conhecimento para que este trabalho fosse realizado.

Ao meu amigo Wallace Rodrigues pela importante contribuição na construção do produto educacional deste trabalho.

A minha amada Jaine Pinho, por todo apoio e compreensão durante todos esses anos de curso. És um dos grandes motivos para essa vitória. Obrigado por tudo!

Ao meu irmão Emerson C. Paz pelos conselhos e contribuições que me ajudaram a construir uma sequência didática concisa para a aplicação do produto. Você sempre foi e será uma inspiração para mim, tanto como professor quanto como irmão. Obrigado por tudo!

A toda minha família pelo apoio e por sempre acreditarem no meu potencial.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro para existência do curso.

A Sociedade Brasileira de Física (SBF) pela organização e coordenação do curso, proporcionando a possibilidade de cursar o mestrado na UNIFESSPA.

A todos os outros colegas e professores da Turma 2017 do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física pelo convívio e socialização de ideias que permitiram, durante o mestrado, a construção crítica do conhecimento, também pelo incentivo e apoio.

*“Inteligência não é um privilégio, é um dom  
que deve ser usado para o bem da  
humanidade...”*

*Doutor Octopus*

## RESUMO

Nos diferentes níveis de ensino é comum estudantes apresentarem dificuldades relacionadas ao aprendizado da disciplina de Física. Dessa forma, é necessário criar estratégias educacionais que possam causar maior interesse no aluno. As tecnologias podem auxiliar os professores nesta tarefa, possibilitando construções de ambientes virtuais e atividades interativas que podem estimular a curiosidade do educando. Dentre essas tecnologias temos o *smartphone*, um aparato tecnológico que está cada vez mais presente nos ambientes escolares. O presente trabalho tem o intuito de propor a construção, aplicação e avaliação de um aplicativo educacional instalado em *smartphones*, que servirá como auxiliador no estudo de Calorimetria. O aplicativo foi construído com base em exemplos e contextos do dia a dia dos alunos, onde foram introduzidas imagens, simulações e atividades interativas como forma de criar um ambiente mais atrativo para a aprendizagem. O aplicativo poderá ser usado por qualquer aluno do ensino médio e cursinho pré-vestibulares, com ou sem auxílio do professor. Mas sua construção foi direcionada para alunos de terceiro ano do ensino médio e alunos de cursinhos pré-vestibulares, por isso a parte estrutural dos textos são mais resumidos, sem excessos de informações desnecessárias que poderão aumentar o volume de conteúdo, tornando a dinâmica de estudo mais prolongada e cansativa. Quando instalado no aparelho celular, o aplicativo funciona sem a necessidade do uso de *internet*. Para a construção do aplicativo foram usados os programas *Blender*, *Ionic*, *Cordova* e *Visual Studio Code*. Como forma de obtenção de resultados sobre a eficiência do produto, foram feitos testes com alunos do 3º ano do ensino médio da Escola Estadual de Ensino Médio Gabriel Sales Pimenta, localizada no município de Marabá-PA. Como forma de organização do produto e da dinâmica de ensino, foi utilizada como embasamento teórico a Teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Os dados obtidos mostraram resultados positivos quanto ao ensino de Calorimetria mediado pelo aplicativo educacional. Os alunos se sentiram motivados em fazer parte de uma aprendizagem móvel, e opinaram sobre a possibilidade da escola e professores criarem outras atividades para incentivar o uso dos *smartphone* em sala de aula. Isto mostra que as instituições de ensino precisam aderir cada vez mais ao uso deste tipo de tecnologia, seguindo os passos de países desenvolvidos, assim como descrito nos documentos da UNESCO, e como forma de instrumento pedagógico para atingir uma aprendizagem de qualidade, como evidenciados nos PCN's e BNCC.

**Palavras – chave:** Ensino de Física, tecnologia, *smartphone*, aprendizagem móvel, aplicativo educacional, aprendizagem significativa, Calorimetria.

## ABSTRACT

At different levels of education, students often have difficulties related to learn Physics, so it is necessary to create educational strategies to cause greater interest in the student. Technologies can help teachers in this task, enabling the construction of virtual environments and interactive activities that can stimulate the student's curiosity. Among these technologies, there's mobile phone, which consists of a technological apparatus that is continuously present in school environments. Thus, this paper aims to propose the construction, application and evaluation of an educational mobile application, which will serve as a helping hand in the study of Calorimetry. The app is built on examples and daily routine of students, where images, simulations and interactive activities were introduced as a way to create a more attractive learning environment. It can be used by any high school student and pre-college preparative courses, with or without the teacher's assistance. But its construction was directed to high school and pre-university students, so the structural part of the texts is more summarized, without excesses of unnecessary information that can make the study dynamics longer and more tiring. Once installed on mobile device, the application works with no need of internet connection. Blender, Ionic, Cordova and Visual Studio Code softwares were used to create the mobile app. In order to obtain results on the efficiency of the product, tests were made with high school third year students at Gabriel Sales Pimenta State High School, located in Marabá-PA. As a way to organize the product and the teaching dynamics, David Ausubel's Meaningful Learning Theory was used as a theoretical basis. Data obtained showed good results regarding the teaching of Calorimetry by the educational application. Students were motivated to participate on a mobile learning, they shared opinions about the possibility by school and teachers to create activities to encourage the use of mobile phones in classroom. This shows that educational institutions need to increasingly embrace the use of this technology, following the footsteps of developed countries, as described in UNESCO documents, and as a pedagogical tool to achieve quality on learning, as evidenced by PCN's and BNCC.

**Keywords:** Physics teaching, technology, mobile phone, mobile learning, educational application, meaningful learning, Calorimetry.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Esquema dos principais conceitos relativos à aprendizagem. ....	33
<b>Figura 2:</b> Esquema da teoria da assimilação de Ausubel. ....	38
<b>Figura 3:</b> A lei zero da termodinâmica. a) Os sistemas A e B estão em contato térmico com o sistema C, mas não em contato entre si. Quando A e B atingem o equilíbrio térmico com C, eles estão em equilíbrio térmico um com o outro, o que pode ser verificado colocando-os em contato, como em b). ....	47
<b>Figura 4:</b> As escalas Celsius e Fahrenheit assinaladas sobre um termômetro comum. ....	49
<b>Figura 5:</b> a) Curva de aquecimento da água e b) Curva de resfriamento da água. ....	53
<b>Figura 6:</b> Troca de calor entre o corpo A e B. ....	55
<b>Figura 7:</b> Equilíbrio térmicos entre os corpos A e B. ....	55
<b>Figura 8:</b> Exemplo da condução do calor em uma barra metálica. ....	57
<b>Figura 9:</b> Papagaio eriçando as penas. ....	58
<b>Figura 10:</b> Barra homogênea. ....	59
<b>Figura 11:</b> Barra composta. ....	60
<b>Figura 12:</b> Correntes de convecção no aquecimento de líquidos. ....	61
<b>Figura 13:</b> Esquema de resfriamento por convecção. ....	62
<b>Figura 14:</b> Representação esquemática da brisa marítima. ....	62
<b>Figura 15:</b> Representação esquemática da brisa terrestre ou continental. ....	63
<b>Figura 16:</b> Espectro eletromagnético. ....	63
<b>Figura 17:</b> Imagem em cores falsas mostra a taxa com a qual a energia é irradiada pelas pessoas. O branco e o vermelho correspondem às maiores taxas; o azul às menores. ....	65
<b>Figura 18:</b> Esquema do efeito estufa. ....	66
<b>Figura 19:</b> Interface inicial do programa Blender. ....	75
<b>Figura 20:</b> Interface do programa Visual Studio Code. ....	76
<b>Figura 21:</b> Interface da ferramenta Ionic gerando a imagem inicial do aplicativo educacional. ....	77
<b>Figura 22:</b> a) Página inicial do aplicativo, b) informações iniciais e c) menu. ....	78
<b>Figura 23:</b> a) conteúdo de Temperatura e b) conteúdo de Calor. ....	79
<b>Figura 24:</b> link saber mais e botão passador de abas. ....	79
<b>Figura 25:</b> a) conteúdo de calor específico, b) Tabela com calores específicos de algumas substâncias e c) água e seu alto calor específico. ....	80

<b>Figura 26:</b> a) atividade interativa, b) seleção do ferro e c) seleção do alumínio, respectivamente. .....	81
<b>Figura 27:</b> a) materiais selecionados e b) início do aquecimento. ....	81
<b>Figura 28:</b> a) diagrama de fases da água e atividade interativa, b) água no estado sólido colocada numa panela ao fogo e c) recipiente com água introduzido na geladeira.....	82
<b>Figura 29:</b> a) processo de ebulição da água, b) processo de condensação da água e c) processo de sublimação da Naftalina.....	83
<b>Figura 30:</b> a) simulação ar-condicionado, b) garrafa de café desmontada e c) garoto com febre. .....	84
<b>Figura 31:</b> a) exercício resolvido 01, b) continuação do exercício resolvido 01 e c) exercício prático 01. ....	85
<b>Figura 32:</b> a) exercício proposto 01, b) continuação do exercício proposto 01 e c) informação fornecida pelo aplicativo para respostas erradas de questões.....	85
<b>Figura 33:</b> a) informação fornecida pelo aplicativo para respostas certas de questões, b) exercícios gerais 01 e exercícios gerais 02. ....	86
<b>Figura 34:</b> a) continuação exercícios gerais 02, b) exercícios gerais 03 e c) continuação exercícios gerais 03. ....	86
<b>Figura 35:</b> erro no aplicativo: a) o ferro aquece mais rápido do que o vidro; b) o vidro aquece mais rápido do que o ferro, ao serem trocados de posições. ....	102
<b>Figura 36:</b> Resposta dada pelo aluno A18 para a questão 7.....	112
<b>Figura 37:</b> Resposta dada pelo aluno A10 para a questão 7.....	112
<b>Figura 38:</b> Resposta dada pelo aluno A5 para a questão 7.....	113
<b>Figura 39:</b> Resposta dada pelo aluno A12 para a questão 7.....	113
<b>Figura 40:</b> Resposta dada pelo aluno A2 para a questão 7.....	114
<b>Figura 41:</b> Resposta dada pelo aluno A25 para a questão 8.....	114
<b>Figura 42:</b> Resposta dada pelo aluno A13 para a questão 8.....	115
<b>Figura 43:</b> Resposta dada pelo aluno A3 para a questão 8.....	115
<b>Figura 44:</b> Resposta dada pelo aluno A7 para a questão 8.....	116

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Alguns calores específicos à temperatura ambiente. ....	52
<b>Tabela 2:</b> Alguns calores latentes. ....	54
<b>Tabela 3:</b> Condutividade térmica de alguns materiais.....	58
<b>Tabela 4:</b> Conteúdos a serem ministrados nos encontros de aplicação.....	73
<b>Tabela 5:</b> Resultado obtidos pelos alunos nas seis primeiras questões objetivas da avaliação. .....	105

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1:</b> Resultados em porcentagem obtidos na pergunta 1 do questionário I. ....	88
<b>Gráfico 2:</b> Resultados em porcentagem obtidos na pergunta 2 do questionário I. ....	88
<b>Gráfico 3:</b> Resultados em porcentagem obtidos na pergunta 3 do questionário I. ....	89
<b>Gráfico 4:</b> Resultados em porcentagem obtidos na pergunta 4 do questionário I. ....	89
<b>Gráfico 5:</b> Resultados em porcentagem obtidos na pergunta 5 do questionário I. ....	90
<b>Gráfico 6:</b> Resultados em porcentagem obtidos na pergunta 6 do questionário I. ....	90
<b>Gráfico 7:</b> Resultados em porcentagem obtidos na pergunta 7 do questionário I. ....	91
<b>Gráfico 8:</b> Resultados em porcentagem obtidos na pergunta 8 do questionário I. ....	91
<b>Gráfico 9:</b> Resultados em porcentagem obtidos na pergunta 1 do questionário II. ....	92
<b>Gráfico 10:</b> Resultados em porcentagem obtidos na pergunta 2 do questionário II. ....	93
<b>Gráfico 11:</b> Resultados em porcentagem obtidos na pergunta 3 do questionário II. ....	94
<b>Gráfico 12:</b> Resultados em porcentagem obtidos na pergunta 4 do questionário II. ....	94
<b>Gráfico 13:</b> Resultados em porcentagem obtidos na pergunta 5 do questionário II. ....	95
<b>Gráfico 14:</b> Ocorrência dos grupos de respostas obtidas na questão 6. ....	96
<b>Gráfico 15:</b> Ocorrência dos grupos de respostas obtidas na questão 7. ....	98
<b>Gráfico 16:</b> Ocorrência dos grupos de respostas obtidas na questão 8. ....	100
<b>Gráfico 17:</b> Resultados em porcentagem obtidos na questão 1 da avaliação de aprendizagem. .....	106
<b>Gráfico 18:</b> Resultados em porcentagem obtidos na questão 2 da avaliação de aprendizagem. .....	107
<b>Gráfico 19:</b> Resultados em porcentagem obtidos na questão 3 da avaliação de aprendizagem. .....	108
<b>Gráfico 20:</b> Resultados em porcentagem obtidos na questão 4 da avaliação de aprendizagem. .....	109
<b>Gráfico 21:</b> Resultados em porcentagem obtidos na questão 5 da avaliação de aprendizagem. .....	110
<b>Gráfico 22:</b> Resultados em porcentagem obtidos na questão 6 da avaliação de aprendizagem. .....	111
<b>Gráfico 23:</b> Resultado final obtido na avaliação de aprendizagem. ....	117
<b>Gráfico 24:</b> Resultados em porcentagem obtidos na pergunta 1 do questionário III. ....	118
<b>Gráfico 25:</b> Resultados em porcentagem obtidos na pergunta 2 do questionário III. ....	119
<b>Gráfico 26:</b> Resultados em porcentagem obtidos na pergunta 3 do questionário III. ....	119

<b>Gráfico 27:</b> Resultados em porcentagem obtidos na pergunta 4 do questionário III. ....	120
<b>Gráfico 28:</b> Resultados em porcentagem obtidos na pergunta 5 do questionário III. ....	121

## **LISTA DE SIGLAS**

**BNCC:** Base Nacional Comum Curricular

**CAPES:** Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

**MNPEF:** Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

**NTIC's:** Novas Tecnologias da Informação e Comunicação

**PCN:** Parâmetros Curriculares Nacionais

**SBF:** Sociedade Brasileira de Física

**SI:** Sistema Internacional de Unidades

**TAS:** Teoria da Aprendizagem Significativa

**UNESCO:** Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

**UNIFESSPA:** Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	17
<b>1.1 Objetivo Geral</b> .....	21
<b>1.2 Objetivos Específicos</b> .....	21
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	22
<b>2.1 As Novas Tecnologias de Informação e Comunicação (NTIC's) Aplicadas ao Ensino</b> .....	22
<b>2.2 O Ensino de Física Auxiliado com NTIC's</b> .....	26
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	32
<b>3.1 Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel</b> .....	32
3.1.1 Conceitos Básicos.....	32
3.1.2 Estrutura Cognitiva.....	33
3.1.3 Aprendizagem.....	33
3.1.4 Aprendizagem Significativa .....	34
3.1.5 Aprendizagem Mecânica .....	34
3.1.6 Aprendizagem Receptiva e Aprendizagem por Descoberta .....	35
3.1.7 Subsunçores .....	36
3.1.8 Condições para Ocorrência da Aprendizagem Significativa .....	37
3.1.9 Assimilação .....	38
3.1.10 Formas de Aprendizagem Significativa .....	39
3.1.11 Diferenciação Progressiva e Reconciliação Integrativa .....	41
3.1.12 Dinâmica das Aulas .....	43
3.1.13 Preparando um Curso de Aplicação .....	44
<b>4 CONHECIMENTOS FÍSICOS SOBRE TEMPERATURA E CALOR</b> .....	46
<b>4.1 Temperatura</b> .....	46
4.1.1 Medindo a Temperatura.....	48
<b>4.2 Calor</b> .....	50
4.2.1 Capacidade Térmica .....	51
4.2.2 Calor Específico .....	51
4.2.3 Mudança de Fase e Calor Latente.....	52
4.2.4 Troca de Calor .....	55
4.2.5 Processos de Transmissão de Calor.....	56
<b>5 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	68

<b>5.1 Classificação da Pesquisa e Descrição do Ambiente de Aplicação do Produto Educacional</b> .....	68
<b>5.2 Etapas de Aplicação da Pesquisa</b> .....	70
5.2.1 Primeira Etapa .....	70
5.2.2 Segunda Etapa .....	71
5.2.3 Terceira Etapa.....	72
5.2.4 Quarta Etapa .....	74
<b>5.3 Descrição do Produto Educacional</b> .....	74
5.3.1 Programas Usados na Construção do Produto Educacional.....	75
5.3.2 O Aplicativo Educacional.....	77
5.3.2.1 Organização dos Exercícios.....	84
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	87
<b>6.1 Resultados e Discussões sobre a Primeira Etapa da Pesquisa</b> .....	87
<b>6.2 Resultados e Discussões sobre a Segunda Etapa da Pesquisa</b> .....	87
6.2.1 Questionário I .....	87
6.2.2 Questionário II.....	92
<b>6.3 Resultados e Discussões sobre a Terceira Etapa da Pesquisa</b> .....	101
<b>6.4 Resultados e Discussões sobre a Quarta Etapa da Pesquisa</b> .....	105
6.4.1 Avaliação de Aprendizagem.....	105
6.4.2 Questionário III .....	118
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	122
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	124
<b>APÊNDICE I</b> .....	128
<b>APÊNDICE II</b> .....	130
<b>APÊNDICE III</b> .....	132
<b>APÊNDICE IV</b> .....	135
<b>APÊNDICE V</b> .....	137

## 1 INTRODUÇÃO

Nos diferentes níveis de ensino é comum estudantes apresentarem dificuldades relacionadas ao aprendizado da disciplina de Física. Com relação ao ensino básico, tal disciplina leva muitos alunos ao desinteresse pelos estudos, devido a diferentes fatores que podem agir sobre o aluno dentro ou fora da escola. Alguns desses fatores estão relacionados com as dificuldades em compreender as relações entre equações e os princípios físicos, o que pode direcionar o raciocínio dos alunos a uma aprendizagem mecânica. A desmotivação também pode surgir nos momentos em que o educando não consegue relacionar o que está sendo estudado com a vida real, levando-o a acreditar que esta disciplina não tem um importante significado para sua vida.

Paralelo a este problema, temos um mundo moderno cercado de novas tecnologias que estão constantemente em processo de transformação e que podem servir como instrumentos pedagógicos para auxiliar os profissionais da educação, a fim de minimizar os problemas relacionados à aprendizagem dos alunos.

[...] o papel da tecnologia começa a ser a oferta de possibilidades, buscando sanar as dificuldades sobre os conhecimentos físicos por meio de tentativas para estimular a aprendizagem por ferramentas que viabilizam a exploração de conceitos físicos, tais como recursos tecnológicos e audiovisuais, dentre os quais: mídias integradas a materiais didáticos, aplicativos, laboratórios virtuais, simulações, softwares, demonstrações, recursos de robótica, ambientes virtuais, games, entre outros. Com essa oferta, surge a busca por metodologias alternativas que contemplem o uso de tecnologias em benefício dos processos de ensino-aprendizagem, valendo-se de pesquisas que manifestem vantagens de seu uso e orientem processos e reflexões sobre essas práticas (OLIVEIRA, J.; FERREIRA; MILL, 2016, p. 150).

Quando se fala em tecnologia nos dias de hoje, direcionamos a atenção basicamente ao uso de computadores e internet. Mas tecnologia tem definições mais abrangentes e que muitas vezes não são conhecidas por parte da população. Estas definições serão abordadas ao longo deste trabalho. Além de computadores os professores podem utilizar como instrumentos de ensino os quadros digitais, *data shows* e multimídias, para enriquecer os conteúdos em sala. Esses recursos podem tornar o ensino mais prazeroso, e o aluno além de criar interesse pela disciplina, pode mudar sua visão de mundo através do desenvolvimento do pensamento crítico e criativo, aprendendo para si e cooperando com outras pessoas. O estudante também descobre novos padrões de relações, improvisa e até adiciona novos detalhes a outros trabalhos tornando-os assim inovados e diferenciados (OLIVEIRA, C.; MOURA, 2015).

Dessa maneira, devido as constantes mudanças na sociedade, é necessário que ocorram modificações na forma de ensinar nos dias atuais. Os profissionais precisam se adaptar à nova

realidade que os cerca e trazer para os alunos novos meios de se fazer educação, introduzindo tecnologias da informação e comunicação no ambiente escolar, o que pode facilitar o processo de aprendizagem pois os alunos já possuem um conhecimento prévio dessas tecnologias.

Com foco nos benefícios que tais tecnologias trazem para a dinâmica de ensino-aprendizagem, esta dissertação traz como proposta a utilização de um aplicativo que possui um formato de livro eletrônico, mas com mídias interativas que o tornam diferente dos livros e apostilas encontrados na internet. O aplicativo educacional poderá fornecer suporte ao professor para ministrar aulas mais dinâmicas e que também incentivem os alunos à prática da leitura. A proposta do aplicativo constitui o produto educacional desenvolvido neste trabalho, que poderá ser instalado somente em celulares com sistema operacional *Android*. Além disso, o produto conterá uma interface que lhe permitirá trabalhar sem a necessidade do uso de *internet*.

Entende-se que a utilização de celulares dentro de sala de aula pode ser motivo para distração do aluno no processo de aprendizagem. Ao usarmos celular ou computador, estamos em constante processo de trocas de informações, notificações, publicações que nos envolvem, mensagens recebidas, atualização de aplicativos, e etc. Essas informações digitais afetam nossa concentração e prejudica seriamente nossa capacidade de aprender (PASSERO; ENGSTER; DAZZI, 2016). Porém, a utilização de celulares no processo educativo pode significar um ganho em produtividade no processo de ensino-aprendizagem, desde que tal processo seja controlado e intermediado pelo professor, e também pelo fato deste instrumento ser uma ferramenta de valor aquisitivo mais acessível em relação ao computador e possui mais praticidade de uso e deslocamento com relação a este.

A aprendizagem móvel é um ramo da TIC na educação. Entretanto, como usa uma tecnologia mais barata e mais fácil de ser gerenciada individualmente do que computadores fixos, a aprendizagem móvel requer um novo conceito para o uso de modelos tradicionais na implementação de tecnologias. Historicamente, computadores e projetos de aprendizagem eletrônica (e-learning) foram limitados devido aos equipamentos caros, delicados, pesados e mantidos em ambientes muito controlados. No entanto, pressupõe-se projetos de aprendizagem móvel em que os estudantes tenham acesso à tecnologia de forma ininterrupta e, em grande parte, não regulada. A disponibilidade sempre crescente de tecnologias móveis requer que os formuladores de políticas reflitam e reanalisem os potenciais da TIC na educação. Essas diretrizes visam a auxiliar esse esforço, detalhando vários benefícios específicos da aprendizagem móvel, bem como recomendando políticas de alto nível (WEST; VOSLOO, 2014, p. 9).

O aplicativo proposto é um protótipo e foi feito baseado em tópicos de livros de Física do ensino médio, especificamente do segundo ano. O conteúdo presente em sua estrutura é o de Calorimetria, que abrangerá os assuntos de calor, mudança de fase, equilíbrio térmico e processos de transmissão de calor. Tais conteúdos possuem diversos exemplos do dia a dia que

podem ser repassados aos alunos na forma de imagens, vídeos e animações tornando o processo de aprendizagem mais significativo. Os exemplos em formatos de mídias utilizados no aplicativo foram pensados de forma a retratar a realidade dos alunos, para que o conhecimento imposto pelo professor entre em confronto com os conhecimentos prévios trazidos pelos alunos para a sala de aula. No momento que ocorre a interação dos novos conceitos com as ideias presente na mente do aluno, temos uma “Aprendizagem Significativa”, que possui alicerce na Teoria Cognitivista de Ausubel.

A teoria de Ausubel procura explicar os mecanismos internos que ocorrem na mente humana com relação ao aprendizado e a estruturação do conhecimento. As ideias iniciais presentes na mente dos alunos são construções de modelos que o ser humano produz constantemente para representar o mundo em que vive. Essas representações de modelos são construídas através de observações e interação com os fenômenos da natureza, utilizando como receptor de dados seus sentidos (visão, audição e tato) (MOREIRA, 1999).

O simples fato de acender uma vela, colocar gelo fora do refrigerador, colocar uma mão em água quente e outra em água morna, levam os alunos a refletirem sobre a ideia de calor e nas formas como ele se propaga. As discussões em torno dessas situações permitem que os alunos absorvam conhecimentos que podem ajudar a corrigir ditados e costumes comuns utilizado por diferentes pessoas na comunidade onde vivem, como por exemplo, a típica frase dita por muitos: O dia está quente hoje! Esse tipo de afirmação é um equívoco, pois não se pode associar diretamente a alta temperatura como sendo “calor” em si. É baseado em situações do dia a dia do aluno que foram construídos os exemplos utilizados no aplicativo para enfatizar e dar mais realidade para os conteúdos textuais dos assuntos abordados.

O produto desta dissertação foi construído para auxiliar no aprendizado, especialmente, em escolas públicas, podendo contribuir para aumentar o interesse dos alunos pela disciplina de Física. Os testes para avaliar o desempenho do aplicativo foram realizados com alunos do terceiro ano do ensino médio da Escola Estadual de Ensino Médio Dr. Gabriel Sales Pimenta, localizada na cidade de Marabá-Pa.

O aplicativo poderá ser usado por qualquer aluno do ensino médio e cursinho pré-vestibulares, com ou sem auxílio do professor. Vai do interesse de cada um em aprender. Mas sua construção foi direcionada para alunos de terceiro ano do ensino médio e alunos de cursinhos pré-vestibulares, por isso a parte estrutural dos textos são mais resumidos, sem excessos de informações desnecessárias que poderão aumentar o volume de conteúdo, tornando a dinâmica de estudo mais prolongada e cansativa. Todavia, a essência do aplicativo não perde o foco dos objetivos estipulados pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's), que nos

direciona a construir uma visão da Física voltada para a formação da pessoa como cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade. Em outras palavras, o cidadão deve possuir formação necessária para compreender e participar do mundo em que vive, mesmo que não venha a ter mais qualquer contato escolar com o conhecimento em Física, em outras instâncias profissionais ou universitárias, após o ensino médio (BRASIL, 2006). Algumas informações relevantes, como também alguns exemplos e fatos históricos ligados aos conteúdos principais do aplicativo, foram introduzidas em *links*<sup>1</sup> onde o aluno poderá ler, caso tenha interesse em aprender algo a mais, além dos conteúdos exibidos nas páginas normais do produto educacional.

Como forma de facilitar a compreensão da estrutura deste trabalho, será feita uma breve descrição de suas seções.

A **Revisão Bibliográfica** mostrará a importância e os efeitos que as tecnologias causam ao serem utilizadas como ferramentas para mediar o ensino, especificamente o ensino de Física.

O **Referencial Teórico** apresentará os embasamentos teóricos utilizados como referências para a organização da estrutura do aplicativo educacional, auxílio na criação do plano de ensino e na elaboração da abordagem dos conteúdos durante a aplicação do produto educacional. A teoria abordada é a Teoria de Aprendizagem significativa de Ausubel, onde são tratados os fatores que influenciam no processo de aprendizagem e na retenção do conhecimento humano.

A seção **Conhecimentos Físicos Sobre Temperatura e Calor** mostrará os conteúdos teóricos sobre Temperatura e Calor. O papel deste capítulo é fornecer conhecimentos científicos coerentes sobre estes temas, baseado em um texto construído através de uma pesquisa bibliográfica feita em livros do ensino médio e ensino superior.

A seção **Materiais e Métodos** exibirá as classificações da pesquisa desenvolvida neste trabalho, junto com o ambiente de aplicação do produto educacional. Também serão abordadas as etapas de aplicação da pesquisa e a descrição do produto educacional.

Nos **Resultados e Discussões** serão abordadas as análises dos dados obtidos durante a aplicação do produto educacional, ou seja, serão mostrados os resultados obtidos nas etapas de aplicação da pesquisa descritas em **Materiais e Métodos**. Os levantamentos de dados serão relacionados com a Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel.

---

<sup>1</sup> Link é uma palavra em inglês que significa elo, vínculo ou ligação. No âmbito da informática, a palavra link pode significar hiperligação, onde ao ser clicado pelo usuário, o encaminha para outra página na internet ou aba de aplicativos, que pode conter outros textos ou imagens (SIGNIFICADOS, 2014).

Em seguida, tem-se a seção **Considerações Finais**, onde será mostrada uma síntese geral sobre o trabalho, apresentando um desfecho para os conteúdos evidenciados nesta dissertação. Também serão feitas sugestões de trabalhos futuros para o tema abordado na pesquisa.

As **Referências Bibliográficas** mostram os documentos usados para nortear a construção deste trabalho, e que podem auxiliar em pesquisas futuras.

Os **Apêndices** mostram os questionários e avaliação de aprendizagem utilizados como instrumentos para obtenção de dados para a dissertação.

Por fim, como forma de simplificar o entendimento sobre as metas a serem alcançadas neste trabalho, as subseções a seguir apresentam os objetivos desta pesquisa:

### 1.1 Objetivo Geral

Construir, utilizar e avaliar um aplicativo educacional a ser instalado em celulares, funcionando de forma independente do uso de *internet*, com intuito de atingir a aprendizagem significativa sobre o conteúdo de Calorimetria com alunos do 3º ano do ensino médio.

### 1.2 Objetivos Específicos

- Construir o aplicativo educacional utilizando os *softwares Blender, Ionic, Cordova e Virtual Studio Code*, sendo que em sua estrutura estejam presentes informações potencialmente significativa sobre o assunto de Calorimetria, a fim de atingir os objetivos descritos na Teoria de Aprendizagem de Ausubel.
- Elaborar os questionários e a avaliação de aprendizagem que serão responsáveis pela obtenção de dados utilizados na pesquisa.
- Fazer o nivelamento inicial do conteúdo de Calorimetria com os alunos, de acordo com a teoria de aprendizagem vigente (Teoria de Ausubel).
- Ministras aulas com auxílio do aplicativo educacional, seguindo a teoria de Ausubel.
- Discutir os resultados obtidos e verificar se houve ou não aprendizagem significativa.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo será mostrado a importância e os efeitos que as tecnologias causam ao serem aplicadas na educação, especificamente no ensino de Física. O intuito é fortalecer a importância do produto desta dissertação para o processo de ensino-aprendizagem, nos baseando em resultados positivos de outros trabalhos e no importante papel da tecnologia em poder dinamizar os conteúdos na forma de aplicativos, jogos, simulações, animações, programação, e etc. A revisão foi feita com base em livros, artigos, revistas e periódicos disponibilizados na *internet*, junto com teses e dissertações obtidos no portal da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

### 2.1 As Novas Tecnologias de Informação e Comunicação (NTIC's) Aplicadas ao Ensino

As Novas Tecnologias da Informação e Comunicação (NTIC's) é um conceito geral para identificar a comunicação na moderna tecnologia da informação. Essas tecnologias são responsáveis por discernir informações e auxiliar na comunicação, proporcionando a automação e/ou a comunicação nos processos existentes nos negócios, nas indústrias, no comércio, no setor de investimentos, na educação, etc. (IMBÉRNOM, 2010).

As novas tecnologias permitem a ocorrência de interação entre o emissor e receptor da informação, criando novas possibilidades de convívio social, que interferem nos modos de pensar, sentir e agir do indivíduo. Alguns exemplos desse tipo de tecnologia são os *softwares*, *hardwares* e funções propagadas pela *internet*: página da Web, correio eletrônico, *chat*, fóruns virtuais, redes sociais, videoaulas, etc.

Podemos dizer que o principal responsável pelo crescimento e potencialização da utilização das NTIC's nos diversos campos citados anteriormente foi a popularização da *Internet*, que utiliza meios físicos tecnológicos (computadores, celulares, tablets, etc.) para disseminar informação e comunicação entre as diferentes partes do mundo. Estamos presenciando a verdadeira era moderna, e pode-se introduzir as NTIC's nas escolas a fim de facilitar a educação e aprimorar o uso destas tecnologias pelos alunos, além de favorecer o acesso a informações e a realização de múltiplas tarefas em todas as dimensões da vida humana, ocasionando uma nova forma de fazer educação, ou seja, uma educação digital.

As NTIC's podem aumentar as possibilidades de o professor ensinar e do aluno aprender, quando utilizadas de forma adequada. São instrumentos cada vez mais presentes na

sociedade, tão presentes que são capazes de mudá-la, tornando-nos dependentes dela. A educação, hoje, absorve as NTIC's como um dia absorveu o lápis, a lousa, a caneta esferográfica, as transparências e outros instrumentos, com o objetivo de facilitar o processo de ensino-aprendizagem (SILVEIRA, 2007).

As tecnologias podem fornecer suporte ao ensino de acordo com as particularidades de cada indivíduo. O professor possui um papel importante na análise e direcionamento de tais recursos. É de sua responsabilidade pesquisar, planejar e traçar estratégias que tenham como foco principal a aprendizagem significativa e a melhoria dos indicadores de desempenho do sistema educacional como um todo, facilitando o processo didático-pedagógico da escola (LIMA, M., ALMEIDA, 2010).

As NTIC's em ambientes escolares proporcionam atividades diferenciadas, recursos novos que possibilitam execuções de tarefas escolares nas quais não podem acontecer de outras formas. A escola passa a ser um ambiente mais interessante que preparará o aluno de forma concisa para suas escolhas futuras, podendo fazer associação entre conteúdos e disciplinas, utilizando vários tipos de fontes de informação e meios de comunicação. É importante também, que as escolas trabalhem na divulgação de como está ocorrendo o ensino, informando toda a comunidade escolar sobre a importância da tecnologia para o desenvolvimento social e cultural (OLIVEIRA, C.; MOURA, 2015).

É notório que os alunos já são introduzidos no ambiente educacional dotados de conhecimentos relacionados à tecnologia, desta maneira, os profissionais da educação podem elaborar, desenvolver e avaliar práticas pedagógicas que promovam o desenvolvimento de reflexões sobre os conhecimentos e os usos tecnológicos. Os alunos se sentem mais atraídos com as tecnologias, podem assimilar os conceitos com mais facilidade, e isto influencia diretamente no aprendizado. As aulas podem ficar mais proativas e agradáveis para os envolvidos nas etapas de ensino. Sobre esta visão, Oliveira C. e Moura (2015, p. 6) afirmam que:

A inserção das TICs no cotidiano escolar anima o desenvolvimento do pensamento crítico criativo e a aprendizagem cooperativa, uma vez que torna possível a realização de atividades interativas. Sem esquecer que também pode contribuir com o estudante a desafiar regras, descobrir novos padrões de relações, improvisar e até adicionar novos detalhes a outros trabalhos tornando-os assim inovados e diferenciados (OLIVEIRA, C.; MOURA, 2015, p. 6).

Claro que o tipo de conteúdo e/ou disciplina irá determinar quais tecnologias podem ser utilizadas no processo, mas é um erro e ao mesmo tempo um desperdício negar sua influência na sociedade e minimizar suas aplicações em sala de aula. Além disso, ensinar com as NTIC's

pode-se constituir uma grande revolução, desde que as técnicas convencionais de ensino sejam rompidas, e ocorra uma maior aproximação entre o professor e aluno. Pelo contrário, estaremos dando um verniz de modernidade, sem mexer no essencial (MORAN, 2000).

Os jovens da atualidade apresentam uma mentalidade diferente das que serviram como base para o forjamento das técnicas tradicionais de ensinamentos vistos no passado. Um dos pontos perceptíveis na moderna Era Digital é que temos um mundo de informações disponíveis na internet, que podem ser facilmente encontrados pelos alunos, e isto pode criar o pensamento de que o trabalho do professor já não é mais necessário para instruí-los na busca por novas informações. No entanto, a presença do professor continua sendo fundamental para a ocorrência de aprendizagem. Podemos ter um mundo cercado de informações de fácil acesso, mas no que tange a educação, os alunos precisam ser instruídos sobre os caminhos a serem traçados nas atividades pedagógicas, pois do contrário, o aluno se encontrará imerso em um emaranhado de informações, possivelmente perdido, propenso a atividades não construtivas (PASSERO, ENGSTER e DAZZI, 2016).

A BNCC reconhece as potencialidades das tecnologias digitais para a realização de uma série de atividades relacionadas a todas as áreas do conhecimento, a diversas práticas sociais e ao mundo do trabalho. Isto está relacionado ao fato dos jovens estarem dinamicamente inseridos na cultura digital, não somente como consumidores, mas se engajando cada vez mais como protagonistas. Assim, o ensino mediado pelos meios tecnológicos podem permitir aos estudantes as seguintes competências e habilidades:

- buscar dados e informações de forma crítica nas diferentes mídias, inclusive as sociais, analisando as vantagens do uso e da evolução da tecnologia na sociedade atual, como também seus riscos potenciais;
- apropriar-se das linguagens da cultura digital, dos novos letramentos e dos multiletramentos para explorar e produzir conteúdos em diversas mídias, ampliando as possibilidades de acesso à ciência, à tecnologia, à cultura e ao trabalho;
- usar diversas ferramentas de software e aplicativos para compreender e produzir conteúdos em diversas mídias, simular fenômenos e processos das diferentes áreas do conhecimento, e elaborar e explorar diversos registros de representação matemática;
- e
- utilizar, propor e/ou implementar soluções (processos e produtos) envolvendo diferentes tecnologias, para identificar, analisar, modelar e solucionar problemas complexos em diversas áreas da vida cotidiana, explorando de forma efetiva o raciocínio lógico, o pensamento computacional, o espírito de investigação e a criatividade. (BRASIL, 2018, p. 474 – 475).

Diante das mudanças que devem ser impostas pelo uso das NTIC's na educação, não podemos deixar de frisar a grande figura desta revolução: o professor. O que dificulta o processo de modificações na forma de ensinar com NTIC's é o fato de o professor ser ainda apontado como detentor de todo conhecimento. Mas nesta nova forma de ensino, o professor tem o papel

de ser o mediador do processo, dando as instruções necessárias para o uso consciente dos recursos tecnológicos. E para o professor ter domínio e conhecimento de suas escolhas, deve buscar, ainda em sua formação, se atualizar nas áreas de tecnologias e dessa forma, obter suporte intelectual para auxiliar em suas práticas pedagógicas (OLIVEIRA, C.; MOURA, 2015).

Grandes avanços são vistos com a utilização das NTIC's na educação, e neste contexto, é um desafio para os professores mudarem sua forma de instruir e pôr em prática o ensino com essas novas ferramentas, e ao mesmo tempo, as escolas têm o desafio de conceber o uso das NTIC's no currículo escolar em todos seus aspectos.

Os esforços em introduzir as NTIC's na educação não trarão resultados positivos se a prática pedagógica<sup>2</sup> não for reavaliada. A facilidade ao acesso de informações pode fazer com que os alunos desafiem o método tradicional de educação centrada no professor. O aprendizado poderá acontecer ou não, vai depender da determinação dos professores, e pelos seguimentos impostos no currículo. Da mesma forma, serão os professores e o currículo (proposta educacional da escola) que determinarão as formas de uso dessas tecnologias, e outros recursos a elas associados (MARINHO, 2008). Ainda sobre essas premissas, Imbérnom (2010, p. 36) afirma que:

Para que o uso das TIC signifique uma transformação educativa que se transforme em melhora, muitas coisas terão que mudar. Muitas estão nas mãos dos próprios professores, que terão que redesenhar seu papel e sua responsabilidade na escola atual. Mas outras tantas escapam de seu controle e se inscrevem na esfera da direção da escola, da administração e da própria sociedade (IMBÉRNOM, 2010, p. 36).

Observa-se que a grande desvantagem que pode aparecer nesta modificação do ensino é quando não houver seriedade, organização e capacitação das pessoas envolvidas no processo educacional. Com relação ao professor, devemos ter mais atenção com este profissional, pois tudo está relacionado diretamente com ele. As modificações que se almejam atingir na educação só serão possíveis com a transformação também do professor, ele é o personagem principal e não há como substituí-lo. Ele está acima das tecnologias, e deve ter suas atitudes e compromissos alinhados com esta posição (VIEIRA, 2011).

---

<sup>2</sup> A prática pedagógica nem sempre pode ser vista como prática docente. Esta última configura-se como prática pedagógica quando o professor sabe qual é o sentido de sua aula em face da formação do aluno, sabe como sua aula integra e expande a formação desse aluno, e tem a consciência do significado de sua ação. Isto o leva a uma atuação pedagógica diferenciada: ele dialoga com a necessidade do aluno, insiste em sua aprendizagem, acompanha seu interesse, faz questão de produzir o aprendizado, acredita que este será importante para o aluno (FRANCO, 2016).

## 2.2 O Ensino de Física Auxiliado com NTIC's

Os ensinamentos de Física devem ser apresentados como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato, quanto na compreensão de um universo distante, partindo de princípios, leis e modelos por ela construídos. Deve-se reconhecê-la como um processo cuja construção ocorreu ao longo da história da humanidade, impregnado de contribuições culturais, econômicas e sociais, que vem resultando no desenvolvimento de diferentes tecnologias e por elas sendo impulsionado (BRASIL, 2006).

Boa parte dos conteúdos de física possuem caráter experimental, e muitas das vezes tais assuntos são somente apresentados aos alunos de forma teórica. Os conteúdos são diversos e na maioria das situações precisam de algo a mais para causar mudanças na imaginação dos alunos, tornando o aprendizado significativo. Com relação às escolas públicas, é fato que muitas destas não possuem laboratórios com os equipamentos necessários para desenvolver atividades dinâmicas em prol do ensino. As NTIC's podem assumir este papel, possibilitando a interação dos alunos com ambientes virtuais que simulam diversos fenômenos reproduzidos em laboratórios físicos (VALENTINE; SOARES, 2010). Esta situação pode ser evidenciada no trabalho de Peres (2016), onde foram formulados experimentos em formas de vídeos para o ensino de física moderna e contemporânea. Os experimentos simulados foram: gota de óleo de Millikan; carga/massa do elétron; e difração de elétrons. Ocorreram entrevistas com os professores e alguns destes relataram dificuldades em aplicar tal conteúdo devido a falta de equipamentos e materiais para uso em sala de aula, mostrando que o produto da dissertação do autor pode ser tratado com uma ferramenta diferencial para facilitar e dinamizar tais conteúdos físicos no ensino básico.

As NTIC's possuem uma melhor aplicação no ensino de Física quando utilizadas para as situações do cotidiano que envolvam os conceitos desta ciência. Em outras palavras, toda e qualquer informação relacionadas ao ensino não terá um sentido concreto se estiver desvinculada à realidade dos alunos. Qualquer ferramenta de ensino direcionada à educação deve ser analisada criticamente para que seu uso não seja em vão (GELAMO, 2012). Os recursos tecnológicos também proporcionam múltiplas representações de fenômenos, modelando situações reais, levando a construções de diferentes tipos de pensamentos que movam sua curiosidade, pois no lugar de abstração, as NTIC's fornecem mais significado e entendimento dos conteúdos.

Mexer com a curiosidade dos alunos após uma dinâmica de ensino que valoriza o mundo vivenciado por eles, deve ser o ponto de partida e, de certa forma, o ponto de chegada, ou seja, após entender os conceitos e definições da disciplina, o cognitivo do aluno deve fazer com que o conhecimento evidenciado retorne novamente para os fenômenos significativos ou objetos tecnológicos de interesse relacionados as situações nas quais ele presencia no dia a dia, mas agora com um novo olhar, onde é feita uma associação ao novo saber estudado, em sua dimensão aplicada ou tecnológica. Assim, o saber adquirido reveste-se de uma universalidade maior que o âmbito dos problemas tratados, servindo de instrumento para outras investigações (BRASIL, 2002).

A dinâmica do ensino de Física por meio das NTIC's disponibiliza uma gama de situações-problemas que vai além das práticas tradicionais embasadas na transmissão verbal do conteúdo. Um ambiente virtual pode ajudar o aluno a desenvolver seu raciocínio sem muitos esforços, pois antes disso, ele era obrigado a lidar com suas ideias em seu subconsciente baseadas em situações faladas ou escritas pelo professor na lousa. É necessário que o ensino seja repassado por diferentes vias, e não somente a verbal (escrita ou oral). Com o ensino por meios de NTIC's podemos causar o afloramento das potencialidades dos alunos, levando a uma reflexão mais profunda dos conceitos físicos com base em simulações e animações visuais, ou seja, aprendizagem por duas vias: a verbal e a visual (MORAN, 2006 *apud* BATISTA, 2016).

As ferramentas tecnológicas tornam-se instrumentos indispensáveis para obter um ensino de qualidade na área da Física. Isto porque muitos experimentos desta disciplina não podem ser reproduzidos em laboratórios que não possuem instrumentos sofisticados, e não reproduzem fenômenos físicos perceptíveis à visão humana.

O ensino de física é uma das áreas de estudo que mais pode se beneficiar com o uso destas novas tecnologias computacionais, pois a física ao abordar temas tão amplos do nosso cotidiano e que por vezes tenta explicar situações que não podem ser demonstradas facilmente, leva os alunos a terem a sensação de que são incapazes de aprendê-la. (SILVA, J. R. 2011, p.1)

Nesta perspectiva, conteúdos não tão simples de explicar, ganham novos aparatos para facilitar a modelagem de exemplos e situações que podem colaborar com o ensino. Conteúdos como, por exemplo, Mecânica Quântica podem ser auxiliados por aplicativos, plataformas *on-line* e/ou *off-line*, vídeos, imagens, simulações e etc; tornando o processo de ensino-aprendizagem mais significativo. Lima, G. (2016) trabalhou este conteúdo com auxílio de NTIC's em sua dissertação de mestrado, mesclando fatos históricos acerca da Mecânica Quântica, seguido de ideias e conceitos descritos em mídias digitais. O dinamismo tornou os

alunos mais empolgados, aprendendo sem perceber, gerando uma maior interação entre docentes e discentes, criando pessoas mais críticas, alertas e confiantes, expressando o que pensam, perguntando, tirando conclusões, assimilando os conteúdos, tornando-se cidadãos autônomos. Estes resultados são relevantes aos princípios da BNCC, ainda mais no que se refere à importância do protagonismo do estudante em sua aprendizagem e na construção de seu projeto de vida (BRASIL, 2018).

Como dito no início deste trabalho, conteúdo presente no produto educacional desta dissertação é o de Calorimetria. Assim, as NTIC's auxiliarão nas formulações de modelos para explicar, por exemplo, a natureza do calor, propriedades térmicas dos materiais e/ou como este tipo de energia transporta-se de um corpo para o outro, ou ainda, modelos da constituição da matéria para explicar a absorção de luz, as cores dos objetos e os processos de transformações de energia.

Os PCNs e BNCC nos atentam para a importância da interdisciplinaridade nos momentos de construção dos materiais didáticos para o ensino. Estes documentos relatam o significado de o ensino ser adquirido de maneira integral, englobando ideias e práticas de outras disciplinas, proporcionando uma visão de mundo diversificada. Neste contexto, Lara et al. (2013), em um projeto de pesquisa baseado na produção de uma oficina de tecnologias de informação e comunicação, relaciona história com fenômenos astronômicos, modelagem de fenômenos físicos em linguagem matemática, estudos da matéria (correlacionando a disciplina de Química), em uma dinâmica interdisciplinar que foi capaz de despertar nos alunos a busca pelo conhecimento, levando-os a se questionarem sobre situações do cotidiano, colaborando com a formação do senso crítico destes estudantes.

Na construção do produto desta dissertação também foram impostas situações de interdisciplinaridade, nos quais ficam a cargo do professor evidenciá-las no momento de sua aula. Por exemplo, o estudo de calor está relacionado com as mudanças climáticas e seus efeitos sobre a vida dos seres vivos do nosso planeta (Biologia). Conscientizar as pessoas sobre seu papel na sociedade, em usar materiais, equipamentos e ter atitudes coesas com o bem da comunidade geral recai sobre as reflexões sociais do ser humano como participante ativo em seu meio (Sociologia). Fenômenos relacionados à capacidade térmica, quantidade de calor, equilíbrio térmico e condução de calor, são alguns exemplos que podem ser representados através de equações (Matemática). Interação do infravermelho, luz visível e ultravioleta com a matéria, precisam ser explicados com base nos elementos que constituem a matéria a nível atômico (Química). E também, o contexto histórico aos quais estes fenômenos estão relacionados (História).

O aumento do interesse dos alunos influenciado pelo ensino mediado por NTIC's pode ser refletido diretamente em seu desempenho escolar. Paula (2015), nos mostra em sua dissertação de mestrado que o ensino de óptica por meio da utilização de vídeos, animações e questões interativas no formato de livro eletrônico, para alunos do 9º ano, levou a um aumento de alunos com notas superiores à média do bimestre anterior ao de aplicação do produto. Trabalho similar a este foi desenvolvido por Batista (2016) em sua dissertação de mestrado, onde é proposto um livro virtual constituído em plataforma *Flash*, com ênfase em cinemática e dinâmica para auxiliar nas aulas de turmas do 1º ano do ensino médio. Após a aplicação, foram obtidos bons resultados com relação ao aprendizado, nos quais estavam direcionados ao aumento da participação dos alunos e nos bons desempenhos alcançados nas notas referentes as avaliações normais periódicas.

Em algumas situações, mesmo tendo em mãos um bom produto educacional, dificuldades vão aparecer devido a falta de conhecimento em entender princípios derivados de outras áreas de ensino e/ou áreas que não são desenvolvidas durante as etapas do ensino básico. Neste momento, é importante o professor estar preparado para produzir materiais suportes para etapas preliminares aos assuntos que se pretende ensinar de fato. Pode-se usar as próprias NTIC's como facilitadores do ensino nesta fase preliminar. Por exemplo, para o ensino de calor e como parte dos requisitos teóricos deste trabalho, será construído uma aula em *PowerPoint* sobre o conteúdo de Temperatura para ser repassada antes da aplicação do produto, a fim de se obter conhecimentos necessários para o estudo de Calorimetria.

É importante que os professores e instituições incentivem a prática docente com auxílio de NTIC's de forma permanente, tornando este tipo de dinâmica cada vez mais frequente nas salas de aula, de forma ativa, renovando-se de acordo com as modificações do mundo digital. Nesta interação entre NTIC's e a sala de aula, a formação continuada do professor de Física fornece conhecimentos sobre possíveis mecanismos de estímulos à curiosidade dos alunos para buscar as informações mais relevantes, para saber lidar com elas e não apenas consumi-las (SILVA, J. A., 2016).

O exposto no parágrafo anterior nos mostra a importância do professor em selecionar o melhor recurso tecnológico para se prover o ensino. Vale lembrar que a escolha de um determinado aparato tecnológico deve ter um caráter pedagógico, estipulado pelo docente e instituição de ensino. A tecnologia é apenas um recurso, e não resolverá o problema da educação em um estalar de dedos.

Fatores econômicos, realidade dos alunos, ambiente escolar, apoio financeiro da instituição de ensino são alguns dos exemplos que influenciam diretamente na escolha dos

mecanismos pedagógicos pautados com as NTIC's. Dentre as diversas tecnologias digitais, temos uma que está presente em boa parte dos lares dos brasileiros e são mais fáceis de serem obtidas: o *Smartphone*.

A palavra *Smartphone* é de origem inglesa, e significa “telefone inteligente” em português. Este aparelho possui tecnologias avançadas, utilizando programas gerenciados por um sistema operacional, tal como um computador. O uso deste tipo de tecnologia é bastante comum, principalmente no ambiente escolar. Os baixos valores dos telefones celulares (em comparação a outras tecnologias, como por exemplo, o computador) levam cada vez mais pessoas à adquirirem aparelhos móveis e aprenderem a usá-los, inclusive aquelas que vivem em áreas mais vulneráveis, onde escolas, livros e computadores são escassos. Isto pode ser um excelente meio para estender oportunidades educacionais a alunos que podem não ter acesso a escolas de alta qualidade (WEST; VOSLOO, 2014).

O *Smartphone* constitui uma tecnologia classificada como “tecnologia móvel”, e a aprendizagem mediada por este tipo de equipamento é denominada “aprendizagem móvel”.

O ensino intermediado por este tipo de tecnologia ainda se apresenta como uma barreira em boa parte das escolas brasileiras. Muitos acreditam que o uso de celulares pode distrair o aluno, interferindo de maneira negativa no processo de aprendizagem.

Diversas propostas de leis foram criadas em esferas estaduais, municipais e no Distrito Federal para proibir este tipo de aparelho em sala de aula. A nível nacional, o Deputado Márcio Macêdo propôs o Projeto de Lei nº 2.806, de 2011, que "Proíbe o uso de aparelhos eletrônicos portáteis nas salas de aula dos estabelecimentos de educação básica e superior". O projeto de lei tramitou na Câmara dos Deputados e foi rejeitado em 2014. A relatora da comissão votou contra o projeto, afirmando que reconhecia a importância da preocupação que movia o autor da iniciativa, mas que a proposta é matéria do âmbito da organização escolar. A deputada ainda ressaltou que cada estabelecimento de ensino possui regras aplicadas ao seu cotidiano que são necessárias para a constituição da ordem escolar como, por exemplo, a obrigatoriedade de observância dos horários e do uso de uniforme. Identificar e pactuar as práticas proibidas ou permitidas no espaço escolar, em especial na sala de aula, constitui exercício de cidadania para toda a comunidade e cabe a cada instituição de ensino, no exercício da autonomia que lhe é concedida pela legislação educacional vigente.

Por outro lado, a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) mostra que as tecnologias móveis podem “ampliar e enriquecer” as oportunidades educacionais para estudantes em diversos ambientes (WEST; VOSLOO, 2014). Em seu documento “Diretrizes de Políticas para a Aprendizagem Móvel”, a UNESCO enfatiza os

benefícios que este tipo de tecnologia pode fornecer, elaborando diretrizes de políticas para a aprendizagem móvel voltadas para os formuladores de políticas das instituições de ensino ou países, ajustando-as conforme necessário, para refletir as necessidades particulares e a realidade concreta do contexto social local.

Alguns dos benefícios da aprendizagem móvel citados pela UNESCO são: facilidade na aprendizagem individual; permite a aprendizagem a qualquer hora, em qualquer lugar; assegura o uso produtivo do tempo em sala de aula; cria novas comunidades de estudantes; e melhora a relação custo-eficiência. Já as diretrizes foram elaboradas partindo do pressuposto de que a maioria das políticas de NTIC's no campo da educação foram criadas antes do advento dos aparelhos móveis, e elas não procuram melhorar os potenciais das tecnologias móveis para a aprendizagem. As raras políticas que fazem referência a aparelhos móveis tendem a tratá-los tangencialmente ou a proibir sua utilização nas escolas.

A UNESCO ainda recomenda que as autoridades educacionais revisem suas políticas existentes sobre o uso de NTIC's em sala de aula, amparando-se nas próprias diretrizes de políticas criada pela organização, e assim usufruir de uma aprendizagem móvel nos quais muitos governos já colocam em prática. Vale ressaltar que o documento da UNESCO citado neste trabalho contou com contribuições e recomendações de 14 países, dentre eles: China, Estados Unidos, Coreia do Sul e Rússia.

Portanto, subentende-se que o aplicativo educacional desenvolvido nesta dissertação possui uma aplicabilidade promissora dentro das modalidades de ensino com auxílio de NTIC's, especialmente as que estão relacionadas com a aprendizagem móvel. Com os resultados obtidos, espera-se contribuir ainda mais com o fortalecimento das tecnologias na disciplina de Física, tais como os resultados alcançados por Silva, F. (2016) em sua dissertação de mestrado, onde foram usadas diferentes ferramentas para atingir a aprendizagem significativo sobre o conteúdo de Astronomia com alunos do 1º ano do ensino médio. Uma das ferramentas era o aparelho celular. Ao final do processo, a aprendizagem significativa foi alcançada, e alguns alunos alegaram que antes das atividades achavam que o conteúdo de astronomia não significava nada em suas vidas, mas após a pesquisa, nasceu um pensamento novo, onde tudo passou ter uma finalidade lógica, tanto na natureza, como na construção da sua vida em sociedade. O autor também ressaltou a importância da utilização de celulares para fins educativos, aproveitando esta ferramenta potencialmente significativa para dá um melhor significado ao processo de ensino-aprendizagem dentro da sala de aula.

### **3 REFERENCIAL TEÓRICO**

Neste capítulo serão descritos os embasamentos teóricos para obtenção de uma aprendizagem significativa com o auxílio do produto educacional desenvolvido nesta dissertação. A teoria apresentada é a de Ausubel, que descreve como ocorre a aprendizagem com base nos conhecimentos presentes ou não na estrutura cognitiva do indivíduo. Baseado no fato do ser humano viver em um constante processo de construção e reconstrução do conhecimento, subentende-se que as NTIC's podem permitir com mais facilidade a criação, experimentação e reconstrução de pensamentos, tornando-se instrumentos importantes para a obtenção dos objetivos pré-determinados nesta teoria.

#### **3.1 Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel**

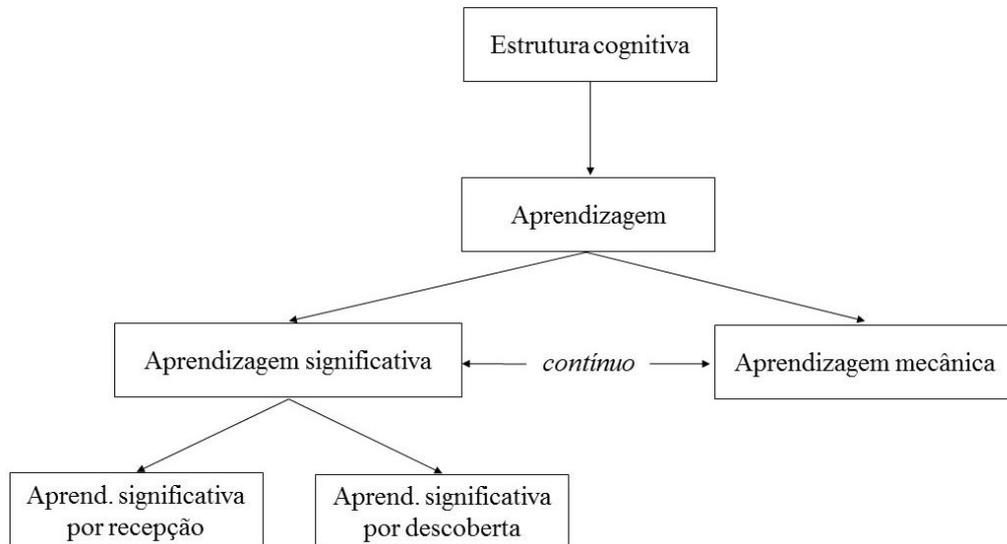
A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), foi proposta pelo psicólogo americano David Paul Ausubel. A TAS possui um vasto campo de estudos entre os especialistas em educação, porém, neste trabalho será apresentada uma condensação dos principais pontos desta teoria que serviram como base para a construção dos diversos exemplos em forma de mídia digital introduzidos no aplicativo, e para nortear a didática de aplicação e sondagem dos dados obtidos na aplicação do produto educacional desta dissertação.

##### **3.1.1 Conceitos Básicos**

A TAS de David Paul Ausubel, é uma teoria cognitivista que busca explicar como funciona a mente humana com relação ao aprendizado e a estrutura do conhecimento. Ausubel dedicou em sua teoria a atenção para identificar fatores que influenciam na aprendizagem e na retenção do conhecimento, bem como a facilitação da aprendizagem verbal significativa e da retenção pelo uso de estratégias de organização do material de aprendizagem que modificam a estrutura cognitiva do aluno, já que para ele, as teorias existentes na sua época não eram tão efetivas no âmbito da aprendizagem em sala de aula.

O esquema dos principais conceitos da teoria de Ausubel podem ser articulados da forma exposta na figura a seguir:

**Figura 1:** Esquema dos principais conceitos relativos à aprendizagem.



**Fonte:** Adaptado de Faria (1989) *apud* SILVA, S.; SHIRLO (2014), p. 41.

### 3.1.2 Estrutura Cognitiva

A estrutura cognitiva consiste em conjunto organizado de ideias que um dado indivíduo possui, dentro de uma determinada área particular de conhecimento (FARIA, 1989 *apud* CRUZ, 2011). Esta estrutura, pertencente a cada indivíduo, é extremamente organizada e hierarquizada em termos de traços conceituais altamente inclusivos (sistema conceptual relevantes mais inclusivo) sob os quais outros sub-conceitos menos inclusivos podem ser anexados. Com relação ao ensino, se tivermos uma dada disciplina sendo ministrada, o indivíduo vai organizar suas ideias hierarquicamente, onde conceitos mais inclusivos e menos diferenciados ocupam uma posição no ápice e subsomem progressivamente sub-conceitos menos inclusivos e mais diferenciados (ARAGÃO, 1976). De certa maneira, a ancoragem e modificações de novas ideias na estrutura cognitiva é necessária para poder ocorrer a aprendizagem.

### 3.1.3 Aprendizagem

O processo de aprendizagem para Ausubel resulta em uma ampliação da estrutura cognitiva, através da incorporação de novas ideias a ela. As novas ideias vão se relacionar com as presentes na estrutura cognitiva, e de acordo com essa relação, podemos ter uma aprendizagem mecânica ou significativa.

### 3.1.4 Aprendizagem Significativa

Para Ausubel (*apud* Moreira, 1999) *aprendizagem significativa* é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo. Ausubel define esta “estrutura de conhecimento específica” como *conceito subsunçor*, ou simplesmente *subsunçor*. As ideias vão se relacionando de forma não-arbitrária e substantiva com as ideias já existentes. Entende-se por “não-arbitrariedade” que irá haver uma relação lógica e explícita entre a nova informação e alguma(s) outra(s) já existente(s) na estrutura cognitiva do indivíduo. Relação substantiva nos diz que uma vez aprendido determinado conteúdo, quem o recebeu poderá expressá-lo de diferentes formas. Assim, a aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação se ancora em conceitos ou proposições relevantes, preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

Em Física, por exemplo, se os conceitos de força e campo já existem na estrutura cognitiva do aluno, eles serão subsunçores para qualquer informação relacionado a este conteúdo, por exemplo, força e campo eletromagnético. Porém, a aprendizagem significativa não se restringe à influência direta dos subsunçores sobre elementos da nova informação. Deve-se considerar que os subsunçores podem sofrer modificações e crescimento devido a interação com as novas ideias, tornando-se mais inclusivo e aumentando a sua capacidade de se relacionar com novas informações. Este fato mostra que as ideias subsunçoras sofrem variações de uma pessoa para outra, podendo apresentar diferentes níveis de conhecimentos e uma variedade de elementos, segundo suas experiências de aprendizagem vividas (ARAUJO, 2005). Assim, o discente ao receber os conhecimentos sobre força e campo eletromagnético, poderá reformular seus subsunçores iniciais, tornando-os mais inclusivo e mais capazes de servir como âncora para novas informações relacionadas a forças e campos, assim como conhecimentos similares.

### 3.1.5 Aprendizagem Mecânica

A aprendizagem mecânica consiste em uma aprendizagem em que as novas informações possuem pouco ou nenhuma interação com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva. Nesta situação, a nova informação é armazenada de maneira arbitrária, não existindo interação entre a nova informação e aquela já armazenada. Por arbitrariedade entende-se que o conhecimento pode estar memorizado na mente, mas não possui ligação ou lógica com as

demais ideias presentes na estrutura cognitiva do indivíduo. Em Física, a simples memorização de fórmulas, leis e conceitos, podem também ser tomada como exemplo de aprendizagem mecânica, embora possa ocorrer algum tipo de associação entre tais conhecimentos (MOREIRA, 1999).

A aprendizagem mecânica não é desejada como resultado final de um processo educativo, mas possui papel importante quando um indivíduo adquire informações numa área de conhecimento completamente nova para ele. Este conhecimento fica armazenado na estrutura cognitiva até ser estabelecido um conhecimento subsunçor em seu lugar. Inicialmente, esta ideia subsunçora será simples, mas poderá ser fortificada de acordo com os processos de aprendizagem que o indivíduo irá participar durante sua vida (ARAUJO, 2005).

Ausubel não estabelece uma distinção entre aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica como sendo uma dicotomia, mas sim como um contínuo. Ou seja, não se pode afirmar que uma aprendizagem possa ser totalmente significativa ou totalmente mecânica. As duas existem nas extremidades de um contínuo, onde os conhecimentos obtidos de forma mecânica poderão se relacionar posteriormente, através da aprendizagem significativa, com os conhecimentos presentes na estrutura cognitiva do indivíduo, e durante este processo, existem diferentes formas de relação entre elementos. Sobre isso, Pelizzari et al (2002, p. 39) nos diz:

[...] Quanto mais se relaciona o novo conteúdo de maneira substancial e não-arbitrária com algum aspecto da estrutura cognitiva prévia que lhe for relevante, mais próximo se está da aprendizagem significativa. Quanto menos se estabelece esse tipo de relação, mais próxima se está da aprendizagem mecânica ou repetitiva (PELIZZARI et al, 2002, p. 39).

Ainda sobre esse contexto, Moreira (2010, p. 12-13) afirma que:

A passagem da aprendizagem mecânica para a aprendizagem significativa não é natural, ou automática; é uma ilusão pensar que o aluno pode inicialmente aprender de forma mecânica pois ao final do processo a aprendizagem acabará sendo significativa; isto pode ocorrer, mas depende da existência de subsunçores adequados, da predisposição do aluno para aprender, de materiais potencialmente significativos e da mediação do professor; na prática, tais condições muitas vezes não são satisfeitas e o que predomina é a aprendizagem mecânica (MOREIRA, 2010, p. 12-13).

### 3.1.6 Aprendizagem Receptiva e Aprendizagem por Descoberta

Aprendizagem receptiva é aquela em que o aluno “recebe” o conhecimento a ser aprendido em sua forma final. Mas isso não significa que essa aprendizagem seja passiva, nem que esteja associada ao ensino expositivo tradicional. Aprender receptivamente significa que o

aprendiz não precisa descobrir para aprender. Já a aprendizagem por descoberta implica que o aluno primeiramente descubra o que vai aprender. Mas, uma vez descoberto o novo conhecimento, as condições para a aprendizagem significativa são as mesmas: conhecimento prévio adequado e predisposição para aprender (MOREIRA, 2010).

Crianças pequenas aprendem basicamente por descoberta. Adultos, e mesmo crianças já não tão pequenas, aprendem basicamente por recepção e pela interação cognitiva entre os conhecimentos recebidos e aqueles já existentes na estrutura cognitiva (MOREIRA, 2010). Este autor ainda afirma que:

Seria inviável para seres humanos aprender significativamente a imensa quantidade de informações e conhecimentos disponíveis no mundo atual se tivessem que descobri-los. [...] Mas dizer que a aprendizagem humana é essencialmente receptiva ou dizer que não é preciso descobrir para aprender não significa ser contra a aprendizagem por descoberta, a qual do ponto de vista didático pode, por exemplo, ser importante como motivadora ou mais adequada para facilitar certas aprendizagens, tais como procedimentos científicos (MOREIRA, 2010, p. 13-14).

A aprendizagem por descoberta e aprendizagem por recepção também não constituem uma dicotomia. Assim, há outro contínuo entre aprendizagem por recepção e aprendizagem por descobrimento. Determinados processos de ensino-aprendizagem ficam localizados em distintas posições nesse contínuo dependendo, por exemplo, do nível de escolaridade em que se está trabalhando. No ensino médio, a aprendizagem fortemente introduzida é a receptiva, mesmo o ensino sendo centrado no aluno. Mas não se pode associar aprendizagem por recepção com a aprendizagem mecânica e nem aprendizagem por descoberta com a aprendizagem significativa (MOREIRA, 2010). Tanto a aprendizagem por recepção quanto a aprendizagem por descoberta podem gerar conhecimentos significativos ou mecânicos. Elas poderão ocorrer de forma simultânea em uma mesma atividade de aprendizagem. Tudo depender de como a nova ideia se relacionará com os conhecimentos presentes na estrutura cognitivo do aluno (SILVA, S.; SHIRLO, 2014).

### 3.1.7 Subsunçores

Os subsunçores são as ideias principais presentes na estrutura cognitiva do indivíduo. Quando não temos subsunçores para ancorar uma nova informação, teremos a participação da aprendizagem mecânica para adquirir informações sobre determinada área de conhecimento. Este processo vai ocorrer até que alguns elementos de conhecimento, relevantes a novas

informações na mesma área, existam na estrutura cognitiva e possam servir de subsunçores, ainda que pouco elaborados. A evolução desses subsunçores são acompanhados pela aprendizagem significativa, ou seja, a medida que a aprendizagem começa a ser significativa, esses subsunçores se tornam cada vez mais elaborados e mais capazes de ancorar novas informações (MOREIRA, 1999).

No que tange o processo educacional, Ausubel propõe a utilização de *organizadores prévios* que sirvam de âncora para a nova informação que se deseja aprender, e faça com que ocorra o desenvolvimento de conceitos subsunçores para dar continuidade a aprendizagem. A proposta de utilização de organizadores prévios funciona como uma estratégia para manipular a estrutura cognitiva, para ocorrer a aprendizagem. Os organizadores prévios são recursos pedagógicos introdutórios apresentados antes do conteúdo que deve ser aprendido. Eles geralmente apresentam alto nível de abstração, generalidade e inclusividade, servindo como uma ponte entre os conhecimentos prévios que o aluno já possui e o que ele deve saber (ARAGÃO, 1976).

Os organizadores prévios também podem servir para tornar consistentes relações entre ideias anteriormente estabelecidas na estrutura cognitiva e a nova ideia a ser aprendida e para ressaltar os seus pontos comuns e divergentes.

### 3.1.8 Condições para Ocorrência da Aprendizagem Significativa

Segundo Ausubel (*apud* ARAGÃO, 1976), a ocorrência de aprendizagem significativa implica em que as seguintes condições sejam satisfeitas:

- interesse do aluno para aprender significativamente, isto é, disposição de relacionar o novo material não-arbitrário e substantivamente à sua estrutura cognitiva;
- disponibilidade de elementos relevantes na estrutura cognitiva do aluno, com os quais o material a ser aprendido possa relacionar-se de modo não-arbitrário e substantivo, e
- que o material a ser aprendido seja potencialmente significativo para ele, isto é, relacionável de modo não-arbitrário e substantivo aos elementos relevantes da sua estrutura cognitiva.

Assim, qualquer que seja o potencial significativo do material de um determinado conteúdo, se a intenção do aluno for memorizá-la arbitrariamente, tanto o processo como o resultado da aprendizagem é mecânica e sem significação. Da mesma forma, não importa o

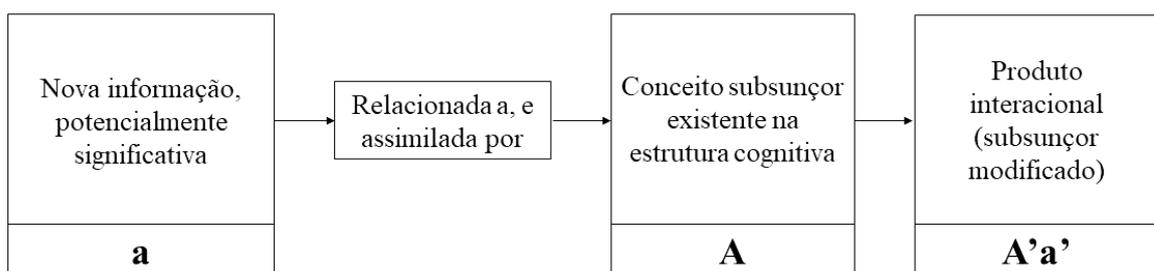
quão relevante sejam os elementos presentes na estrutura cognitiva do aluno ou quão significativo seja o seu conjunto de aprendizagem, nem o processo nem o resultado podem ser significativos se o material não é potencialmente significativo (MOREIRA, 1999).

Ausubel (*apud* ARAUJO, 2005) ainda propõe como princípios avaliativos para determinar a ocorrência de uma aprendizagem significativa, uma busca por evidências que o aprendiz estar compreendendo genuinamente um conceito, ou seja, se o aluno está atribuindo significados claros, precisos, diferenciados e transferíveis com relação ao que está sendo ensinado. Porém, devido às rotinas de exames, o aluno pode se habituar a memorizar fórmulas, proposições, causas, exemplos, explicações e formas para resolvê-los dentro de determinados problemas já comuns para ele. Ausubel chamou este processo de “simulação de aprendizagem significativa”, e propõe para se evitar tais situações à utilização de novas atividades que não sejam familiares ao estudante, exigindo esforços de seu raciocínio em cada problema.

### 3.1.9 Assimilação

A teoria da assimilação foi proposta por Ausubel (*apud* MOREIRA, 1999) para explicar de forma mais clara o processo de aquisição e organização dos conceitos na estrutura cognitiva. O esquema desta teoria pode ser organizado da seguinte maneira:

**Figura 2:** Esquema da teoria da assimilação de Ausubel.



**Fonte:** Adaptado de Araújo (2005), p. 63.

Segundo a **Figura 2**, a assimilação ocorre quando um conceito ou proposição **a**, potencialmente significativo, é assimilado com base em uma ideia mais inclusiva, existente na estrutura cognitiva do indivíduo. Esta nova informação pode ser uma extensão, elaboração ou qualificação, por exemplo, que vão se relacionar com o conceito subsunçor **A**, e ambas as informações serão modificadas pela interação, gerando como resultado um subsunçor modificado **A'a'**.

Para exemplificar a teoria da assimilação, considere um aluno que já possui o conhecimento sobre força, mas deverá aprender os conceitos sobre força nuclear. O novo conceito específico (força nuclear) será assimilado pelo conceito mais inclusivo (força) já adquirido. Entretanto, se junto ao conceito de força nuclear for fornecido informações de que este tipo de força é de curto alcance (em contraposição aos outros que são de longo alcance), o conceito de força nuclear adquirirá significado para o aluno, e o conceito de força sofrerá uma modificação, ampliando seu sentido, tornando-se mais inclusivo (MOREIRA, 1999).

Após este processo, Ausubel sugere que a assimilação provavelmente tem um efeito facilitador na retenção. Ele afirma que durante um certo período de tempo variável, as novas informações permanecem dissociáveis como entidades individuais:

$$A'a' \Leftrightarrow A' + a'$$

Durante este certo período, o produto  $A'a'$  mantém-se dissociável em  $A'$  e  $a'$ , favorecendo a retenção de  $a'$ . Nesta etapa de aprendizagem, o conhecimento assim adquirido vai sofrer, segundo Ausubel, uma influência erosiva de uma tendência reducionista da organização cognitiva, pois é mais simples e econômico reter apenas ideias gerais e estáveis do que as novas ideias assimiladas. Neste momento, inicia uma fase de assimilação conhecida como *fase obliterativa*, onde as novas ideias tornam-se espontâneas e progressivamente menos dissociáveis das ideias subsunçoras até que são esquecidas. Quando a força de dissociabilidade de uma ideia  $a'$  alcança um certo nível crítico, este significado não é mais dissociável de  $A'a'$ , ou seja, não pode ser recuperado como entidade individualmente identificável. Finalmente, quando o nível de dissociabilidade tende a zero, o conceito  $A'a'$  é reduzida a  $A'$ , que consistirá na nova ideia subsunçora, que foi derivada da ideia  $A$  e modificada pela relação não-arbitrária e substantiva com  $a$ , a ideia a ser aprendida (ARAGÃO, 1976).

Desta maneira, o esquecimento é, portanto, uma continuação do processo de assimilação subjacente a disponibilidade de ideias recém-aprendidas. Já a retenção representa o processo de manter disponíveis os novos significados adquiridos.

### 3.1.10 Formas de Aprendizagem Significativa

Quando temos uma nova ideia se ancorando nos conjuntos de subsunçores presentes na estrutura cognitiva do sujeito, tem-se que esta ancoragem se dará de três formas: por *subordinação*, por *superordenação* e de forma *combinatória*.

Aprendizagem por subordinação acontece quando a nova ideia é um exemplo ou uma especificação de algo que já se sabe. Esta relação pode acontecer de duas formas:

- Derivativa: O conhecimento aprendido é mais um exemplo daquilo que já se sabe, não causando modificações nos subsunçores mais inclusivos que representam as ideias mais gerais sobre o conteúdo abordado;
- Correlativa: O conhecimento obtido é um exemplo que alarga o sentido, tornando as ideias subsunçoras algo mais amplo, além do que já se sabe.

Dessa forma, constitui-se exemplo de aprendizagem subordinativa derivativa a constatação que um dado sistema mecânico real é conservativo, associando-se ao conceito universal da conservação de energia um exemplo específico (CRUZ, 2011).

Um exemplo de aprendizagem subordinativa correlativa seria se um certo indivíduo possuísse a ideia de que um triângulo equilátero é aquele que tem três lados de mesmo tamanho, acrescenta-se a ideia de que além dos lados, os ângulos também são iguais, haverá um alargamento do sentido de triângulo equilátero que, antes deste aprendizado, não existia (CRUZ, 2011).

A aprendizagem por superordenação ocorre quando a ideia a ser aprendida é mais geral e inclusiva do que as que já se sabe. Um exemplo deste tipo de aprendizagem é quando se observa que em vários sistemas mecânicos a energia se conserva, levando a conclusão que a energia se conserva em todos os tipos de sistemas mecânicos (CRUZ, 2011). Para Ausubel, é mais fácil a pessoa aprender por subordinação do que por superordenação, ou seja, os conteúdos devem ser apresentados ao aluno a partir dos conhecimentos mais gerais e seguir para as especificações, e não o contrário (ARAGÃO, 1976).

Aprendizagem combinatória, por sua vez, é a aprendizagem de conceitos que não guardam uma relação de subordinação ou superordenação com as ideias subsunçoras as quais eles se relacionaram (MOREIRA, 1999). Em outras palavras, nesta aprendizagem a nova ideia não é exemplo nem generalização daquilo que se usou como âncora para ser introduzida na estrutura cognitiva.

Um exemplo desta aprendizagem é o caso da metáfora que se faz de um sistema elétrico com um hidráulico. Neste caso, o aluno já conhece os conhecimentos acerca dos sistemas de água, e vai utilizá-los como âncora para o novo conhecimento sobre eletricidade. Entretanto, o educador precisa deixar bem claro que água e fluxo de elétrons não são a mesma coisa, mas que a associação entre tais movimento de fluxo pode ser uma ótima ferramenta para tornar a aprendizagem significativa (CRUZ, 2011).

### 3.1.11 Diferenciação Progressiva e Reconciliação Integrativa

A *diferenciação progressiva* é o fenômeno que acontece quando uma nova ideia se ancora por subordinação em um conceito subsunçor, levando a modificação deste. Na verdade, este é um processo quase sempre presente na aprendizagem significativa subordinada.

Por outro lado, na aprendizagem superordenada (ou combinatória), as ideias estabelecidas na estrutura cognitiva podem ser reconhecidas como relacionadas, ou seja, ao se obter novas informações, as ideias existentes na estrutura cognitiva podem reorganizar-se e adquirir novos significados. Esta recombinação de elementos previamente existentes na estrutura cognitiva é dita *reconciliação integrativa*.

Ausubel (*apud* MOREIRA, 1999) ainda faz uma abordagem do ponto de vista educacional para a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa:

- A diferenciação progressiva é vista como um princípio programático da matéria de ensino, em que as ideias mais gerais e inclusivos devem ser apresentadas no início da disciplina e, progressivamente, diferenciados em termos de detalhes específicos. Essa proposta foi embasada por Ausubel em duas hipóteses: 1) é mais fácil o ser humano captar aspectos diferenciados de um todo mais inclusivo previamente aprendido, do que chegar ao todo a partir de suas partes diferenciadas previamente aprendidas; 2) a organização do conteúdo da disciplina na mente do indivíduo, é uma estrutura hierárquica na qual as ideias mais inclusivas e gerais estão no topo, e servem como âncora para os conceitos menos inclusivos e mais diferenciados.
- A reconciliação integrativa, por sua vez, é o princípio segundo o qual a instrução deve também explorar relações entre ideias, apontar similaridades e diferenças importantes e reconciliar discrepâncias reais ou aparentes. No fundo, toda aprendizagem que resultar em reconciliação integrativa resultará também em diferenciação progressiva adicional de conceitos e proposições, ou seja, reconciliação integrativa é uma forma de diferenciação progressiva da estrutura cognitiva que ocorre na aprendizagem significativa.

Como forma de exemplificar a diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, faremos uma nova exemplificação utilizando triângulos, no qual foi baseada nos textos de Cruz (2011): Se numa dada disciplina o assunto a ser aprendido é “triângulos”, teremos três subordinações imediatas: escaleno, isósceles e equilátero. Baseado na diferenciação progressiva, o primeiro assunto a ser passado é o de triângulo, explicando que esta figura

geométrica possui três lados. Depois, apresenta-se as três possibilidades de triângulos e seus respectivos nomes com base na presença ou não de igualdade entre seus lados.

Continuando com o exemplo, a reconciliação integrativa é observada quando faz as relações entre os triângulos com base nas informações de seus lados, ou seja, aquele que possui três lados iguais é um triângulo equilátero. O que possui dois lados iguais, também possui um lado diferente dos outros dois, e este será um triângulo isósceles. E por último, aquele que não tem nenhum lado igual ao outro, não pode ser equilátero e nem isósceles, mas sim escaleno. Esta ideia causará um alargamento no conceito subsunçor inicial sobre triângulos.

Com base na teoria exposta de Ausubel, podemos inferir que o papel do professor na facilitação da aprendizagem significativa envolve pelo menos quatro tarefas fundamentais (MOREIRA, 1999):

- Identificar a estrutura, conceitos e princípios unificadores com maior poder explanatório e propriedades integradoras, e organizá-los hierarquicamente de modo que, progressivamente, tais conceitos abranjam os menos inclusivos até chegar aos mais específicos.
- Identificar quais os subsunçores relevantes à aprendizagem do conteúdo a ser ensinado, que o aluno deveria ter em sua estrutura cognitiva para aprender o assunto.
- Diagnosticar aquilo que o aluno já sabe, ou seja, determinar quais subsunçores o aluno tem disponíveis em sua estrutura cognitiva.
- Ensinar utilizando recursos e princípios que facilitem a aquisição da estrutura conceitual da matéria de ensino de uma maneira significativa.

Tudo o que foi dito até o momento acerca do processo instrucional é, simplesmente, uma derivação da ideia central que caracteriza a TAS: “... o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe; descubra isso e ensine-o de acordo” (AUSUBEL *apud* MOREIRA, 1999, p. 163).

O exposto no parágrafo anterior nos diz que caso o desejo seja a potencialidade de um aprendizado verdadeiro, o professor deve partir, em suas aulas e no material instrucional que utiliza, daquilo que o aluno já sabe (e não daquilo que ele deveria saber), fazendo uso de meios, linguagens métodos significativos para estes aprendizes (CRUZ, 2011).

Os exemplos introduzidos no produto educacional desta dissertação foram embasados em situações do cotidiano dos alunos, para que através dos conceitos subsunçores iniciais trazidos por eles, poderemos ancorar os conteúdos de Calorimetria.

### 3.1.12 Dinâmica das Aulas

Ausubel afirma que o indivíduo aprende melhor por recepção, que consiste em uma aprendizagem no qual obtemos a maior parte do acervo do conhecimento humano. Neste processo de aprendizagem o material é apresentado ao aluno na sua forma final ou próxima deste. Nestas circunstâncias, é solicitado que os alunos o compreenda e o incorpore à sua estrutura cognitiva de forma que se torne disponível para utilização futura (ARAGÃO, 1976).

No que tange o processo de ensino, o principal problema da aprendizagem consiste na aquisição de um corpo organizado de conhecimentos e na estabilização de ideias que constituem a estrutura disciplina. Neste ponto é evidenciado o papel do professor perante os alunos da classe. Este profissional deve auxiliar o aluno a assimilar a estrutura da disciplina, incentivando-os a reorganizar sua própria estrutura cognitiva, mediante a aquisição de novos significados que podem gerar conceitos e princípios (MOREIRA & MASINI, 1982 *apud* CRUZ, 2011).

O professor deve fornecer materiais que possam trazer subsídios para os alunos gerarem ideias subsunçoras, mesmo nos momentos em que os alunos não possuem conhecimentos prévios. Deve-se realizar pré-testes para identificar a presença de conhecimentos básicos, bem como sua estabilidade e clareza para o aluno. Caso seja detectada falta de alguns dos pré-requisitos necessários, e/ou o possuam de forma instável, pode-se iniciar o conteúdo a partir de conceitos que venham suprir o déficit identificados nos pré-testes.

O aluno também pode apresentar desinteresse pela disciplina nos encontros didáticos, os motivos são diversos e podem estar relacionados a fenômenos presentes na escola e/ou fora desta. Tais situações não são simples de lidar. Porém, os relacionados a falta de “atração” pela disciplina e/ou material a ser trabalhado, podem ser manipuladas pelo professor, através das revisões de suas práticas didáticas e verificação dos recursos utilizados no processo.

Faria (1989) *apud* Cruz (2011) ainda propõe três fatores que devem ser levados em conta durante a prática pedagógica: manutenção da atenção dos alunos na aula; habilidade de comunicação do professor; verificação sobre a correta assimilação, por parte dos alunos, dos conceitos abordados pelo professor. Estes fatores dependem das técnicas do professor e estão relacionados com sua personalidade. Porém, algumas dicas podem ajudá-lo nesses momentos: modificar o ritmo de apresentação e tonalidade de voz; falar de forma clara e com volume suficiente para que todos os alunos possam escutar; fazer perguntas ou incentivar a partilha de reflexões sobre os conceitos que foram ou estão sendo estudados.

### 3.1.13 Preparando um Curso de Aplicação

Todo o planejamento didático para a obtenção da aprendizagem significativa deve conter um direcionamento para chegar a bons resultados. Ausubel (*apud* CRUZ, 2011) propõe alguns princípios e métodos para facilitar este processo:

1. *Seleção dos itens curriculares relevantes*: corresponde à escolha dos itens curriculares mais inclusivos e importantes para o bom entendimento do conteúdo que se deseja ensinar. A escolha deve ser feita com base no que o aluno deve aprender e em função do contexto específico que se tem.
2. *Diferenciação progressiva*: está relacionada com a forma dos conteúdos a serem apresentados aos alunos. Os assuntos devem iniciar sempre dos conceitos mais amplos para os mais específicos, dos quais servirão de subsunçores.
3. *Reconciliação integrativa*: durante o processo de montagem da aula, do material didático e na execução das tarefas, é preciso ter cuidado para fazer todas as relações necessárias entre as ideias que se deseja ensinar e as ideias que o aluno já possui. As semelhanças e diferenças entre conceitos e ideias devem ser evidenciadas, bem como ajudar os alunos em caso de contradições.
4. *Avaliação*: determina o grau em que os objetivos educacionais estão sendo alcançados. Ela verificará se o conteúdo ensinado durante o curso foi internalizado adequadamente. Na TAS, a avaliação pode assumir as seguintes potencialidades:
  - Avalia os principais objetivos buscados para a aprendizagem;
  - Experiência útil de aprendizagem para os alunos, uma vez que os obriga a revisar, consolidar, esclarecer e integrar os diversos assuntos estudados;
  - Oferece ao professor informações a respeito da eficácia dos materiais e dos métodos que ele utiliza, bem como os possíveis motivos que podem levar ao mau desempenho do aluno em sua disciplina.

Para construir uma avaliação que analise e potencialize os aspectos significativos do conteúdo ensinado aos alunos, Ausubel propõe alguns procedimentos práticos a serem adotados, como por exemplo:

- Propor a solução de problemas novos, num contexto diferente daquele aprendido pelos alunos, e com enunciado inédito. Com isso, é posto em prova a substantividade do aprendiz, que só vai existir se a aprendizagem foi significativa.

- Propor testes ao final de cada módulo, a fim de verificar a retenção dos conceitos abordados. Estes testes podem ter uma maior importância quando os tópicos estudados estão sequenciados a partir dos princípios da diferenciação progressiva. Neste caso, resultados positivos nas avaliações indicam que se pode avançar para o conteúdo seguinte, de modo que houve a consolidação das ideias.
  - Propor teste anterior ao início da disciplina, a fim de avaliar a presença de ideias subsunçoras necessárias para o aprendizado significativo do novo conteúdo que se pretende ensinar.
5. *Organizador prévio*: é um material introdutório que fornece uma conexão entre os conhecimentos que já se sabe e os que serão apresentados, no qual não se tem familiaridade; ou que vai se utilizar de ideias já existentes na estrutura cognitiva do aluno, de modo que o novo conteúdo é inicialmente trabalhado a partir das diferenças e semelhanças que possui com relação àquilo que já se sabe. Em ambas as situações, o organizador servirá para criar os alicerces onde serão estabelecidas as ideias mais gerais relativas ao conteúdo que se deseja ensinar, a partir das quais as mais específicas serão trabalhadas, segundo os princípios da diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.

## 4 CONHECIMENTOS FÍSICOS SOBRE TEMPERATURA E CALOR

Neste capítulo será mostrado a base teórica que rege o conteúdo sobre Temperatura e Calor. Mas para isso, será feito inicialmente uma breve descrição sobre o que é Temperatura e seus efeitos. Vale lembrar que não será feito um estudo aprofundado em torno de escalas termométricas e dilatação térmica. Serão apenas abordados os seus pontos principais que servirão de ideias iniciais para absorção do conteúdo de Calorimetria.

### 4.1 Temperatura

A temperatura é uma das sete grandezas fundamentais do Sistema Internacional de Medidas (SI). Os físicos medem a temperatura na **escala Kelvin**, cuja unidade é o *kelvin* (K). Embora não exista um limite superior para a temperatura de um corpo, existe um limite inferior, tomada como sendo o zero da escala Kelvin de temperatura.

Quando o universo começou, há 13,7 bilhões de anos, sua temperatura era da ordem de  $10^{39}$  K. Ao se expandir, o universo esfriou, e hoje sua temperatura média é de aproximadamente 3 K. Na Terra a temperatura é um pouco maior devido ao Sol. Sem ele, também estaríamos a 3K, ou melhor, não existiríamos (HALLIDAY, 2009).

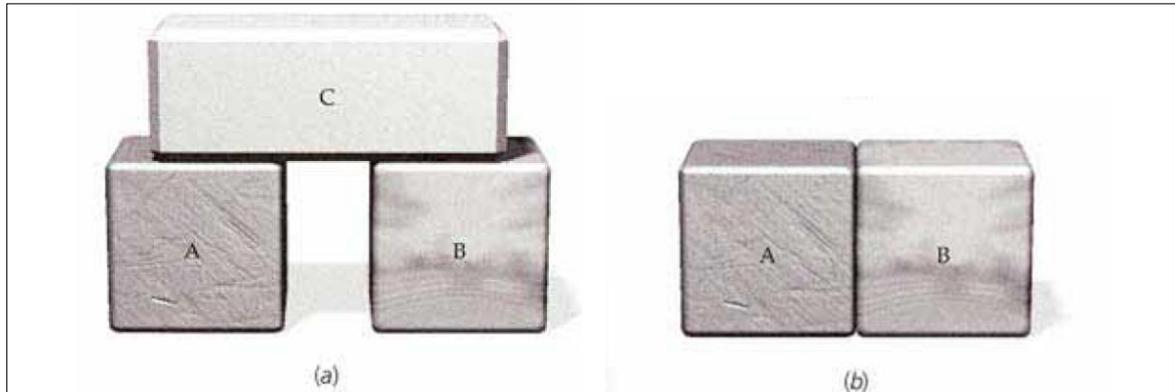
Quando um corpo é aquecido ou resfriado, algumas de suas propriedades físicas se alteram. Se o aquecimento for em um sólido ou um líquido, seu volume irá aumentar. Se o aquecimento for em um gás e sua pressão é mantida constante, seu volume aumentará. Porém, se o gás for aquecido e seu volume for constante, sua pressão é que irá aumentar. Propriedades físicas que variam com a temperatura são chamadas de **propriedades termométricas**. Quando uma dessas propriedades variam em um dado material, indica que sua temperatura mudou.

Se colocarmos uma barra de cobre aquecida em contato com uma barra de ferro resfriada, temos que a barra de cobre esfria e a de ferro aquece. Dizemos que as duas barras estão em **contato térmico**. A barra de cobre irá se contrair levemente ao ser resfriada e a barra de ferro se expandirá no aquecimento. Ao terminar o processo, os comprimentos das barras passam a ser constantes, e dizemos que as mesmas estão em **equilíbrio térmico**.

Suponha, agora, que uma barra de cobre aquecida seja colocada em uma corrente de água. A barra esfria até parar de se contrair, atingindo o equilíbrio térmico com a água. Depois é colocado na corrente uma barra de ferro fria, próximo da barra de cobre, mas sem tocá-la. A barra de ferro vai aquecer até atingir o equilíbrio térmico com a água. Se colocarmos as barras

em contato térmico entre si, veremos que seus comprimentos não variam. Portanto, elas estão em equilíbrio térmico entre si. Esta situação é chamada de **lei zero da termodinâmica (Figura 3)** (TIPLER; MOSCA, 2009).

**Figura 3:** A lei zero da termodinâmica. a) Os sistemas A e B estão em contato térmico com o sistema C, mas não em contato entre si. Quando A e B atingem o equilíbrio térmico com C, eles estão em equilíbrio térmico um com o outro, o que pode ser verificado colocando-os em contato, como em b).



Fonte: TIPLER; MOSCA (2009), p. 572.

Em uma linguagem menos formal, a lei zero quer nos informar o seguinte: “Todo corpo possui uma propriedade chamada **temperatura**. Quando dois corpos estão em equilíbrio térmico, suas temperaturas são iguais e vice-versa” (HALLIDAY, 2009, p. 184). Dessa forma, o corpo C da **Figura 3** está fazendo o papel de “termômetro”.

A contração e expansão das barras citados anteriormente na exemplificação da lei zero ocorreram devido a alteração da distância média entre os átomos que compõem as barras.

Toda matéria é composta por átomos e moléculas em constante agitação. A junção de átomos e moléculas formam sólidos, líquidos e gases ou plasmas, dependendo da rapidez com que eles se movem. Em virtude de seus movimentos, as moléculas ou os átomos da matéria possuem energia cinética, no qual está diretamente relacionada a quão quente algo é sentido. A quantidade que informa quão quente ou frio é um objeto em relação a algum padrão é chamada de **Temperatura** (HEWITT, 2002).

Especificamente, a temperatura está relacionada ao movimento aleatório proporcional à energia cinética média “translacional” do movimento dos átomos ou moléculas. Eles também podem rodar e vibrar, mas esses movimentos não afetam diretamente na temperatura (HEWITT, 2002). Um exemplo da relação entre essas energias de movimento é visto nos aparelhos de micro-ondas, onde a radiação micro-onda são bombardeadas sobre a comida, fazendo com que determinadas moléculas das comidas, principalmente as da água, oscilem invertendo sua

direção de um sentido para o outro, com energia cinética rotacional considerável. Mas este fenômeno não faz a comida cozinhar de fato. O que faz a temperatura da comida aumentar e cozinhar efetivamente é a energia cinética translacional comunicada às moléculas vizinhas que ricocheteiam nas moléculas oscilantes de água. Se a interação não acontecesse, a temperatura do alimento não seria diferente do que era antes do forno ser ligado.

#### 4.1.1 Medindo a Temperatura

O primeiro termômetro foi inventado por Galileu em 1602 (a palavra “térnico” é o termo grego para “calor”). O termômetro mais comum, o de mercúrio, só veio a ser usado amplamente apenas nos últimos setenta anos. A temperatura é expressa através de um número correspondente a uma quantidade de graus de aquecimento em alguma escala escolhida.

O funcionamento do termômetro é baseado em alguma propriedade termométrica do material usado em sua confecção, geralmente a dilatação e contração térmica. A maioria dos termômetros medem a temperatura por meio de dilatação ou contração de um líquido, normalmente o mercúrio ou álcool.

O termômetro mais usado em laboratórios contém o número 0 indicando a temperatura de congelamento da água, e o número 100 à temperatura na qual a água entra em ebulição (numa pressão atmosférica normal). O espaço entre esses dois números é dividido em 100 partes iguais, que recebem o nome de *graus*. Este termômetro é chamado de termômetro Celsius, em homenagem ao homem que primeiro sugeriu tal escala, o astrônomo sueco Anders Celsius (1701-1744).

Outra escala de temperatura bastante usada nos Estados Unidos é a Fahrenheit. Seu termômetro é chamado de termômetro Fahrenheit, em homenagem ao seu criador, o físico alemão G. D. Fahrenheit. Esta escala tem o número 32 indicando a temperatura onde a água congela, e o número 212 à temperatura onde a água ferve. Na **Figura 4** temos um exemplo de termômetro que demarca a temperatura nas duas escalas mencionadas até o momento.

Outra escala de temperatura, preferida pelos cientistas, é a escala Kelvin, em homenagem ao físico britânico Lord Kelvin (1824-1907). Esta escala considera o número 0 como sendo o ponto de mais baixa temperatura possível (o **zero absoluto**). Neste ponto, os átomos ou moléculas de qualquer substância não teria qualquer energia cinética para vibrar. O zero absoluto corresponde a 273 °C negativos na escala Celsius. As divisões da escala Kelvin

é a mesma da escala Celsius, sendo o ponto de congelamento da água indicado por + 273 kelvins. Não existem valores negativos na escala Kelvin.

Apesar da escala Kelvin se referir a um ponto de mínima energia em uma substância, existe uma energia conhecida como “energia do ponto zero” não-disponível que não pode ser transferida para outra substância. O hélio, por exemplo, tem átomos com movimentação suficiente a zero absoluto para impedi-lo de congelar. A explicação para isso envolve a teoria quântica (HEWITT, 2002).

**Figura 4:** As escalas Celsius e Fahrenheit assinaladas sobre um termômetro comum.



Fonte: COC (2016), v. 11, p. 141.

A equação (1) a seguir é frequentemente utilizada para a conversão das escalas de temperaturas vistas anteriormente.

$$\frac{\theta_C}{5} = \frac{\theta_F - 32}{9} = \frac{\theta_K - 273}{5} \quad (1)$$

em que  $\theta_C$ ,  $\theta_F$  e  $\theta_K$  significam temperatura em graus Celsius, Fahrenheit e Kelvin, respectivamente.

Apesar desta expressão ser frequentemente requerida em exames escolares, dificilmente você irá usá-la fora deste ambiente, pois para fazer a conversão, é mais fácil olhar os valores correspondentes exibidos no próprio termômetro (exemplo: **Figura 4**).

Um fato curioso é que o termômetro quando mede uma temperatura, na verdade está revelando sua própria temperatura. Quando este instrumento está em contato térmico com algo que queremos determinar a temperatura, a energia fluirá entre os dois materiais até ocorrer o equilíbrio térmico, e conhecendo a temperatura do termômetro, conhecemos a temperatura do corpo em contato.

## 4.2 Calor

Ao tirarmos um refrigerante da geladeira e deixá-lo sobre a mesa da cozinha, percebe-se que com o passar do tempo o refrigerante vai aumentando sua temperatura até atingir o equilíbrio térmico com o ambiente a sua volta. Se colocarmos em cima da mesa uma xícara de café quente, com o passar do tempo o líquido vai esfriando, até atingir o equilíbrio térmico com a vizinhança. É importante ressaltar que a temperatura da cozinha antes dos experimentos não é a mesma do refrigerante e/ou do café na xícara. Ela é maior do que a temperatura do refrigerante, e menor que a temperatura do café.

Essa variação de temperatura vistas nas duas situações anteriores é devido a uma mudança na energia térmica das substâncias envolvidas, causada pela troca de energia com o meio externo. O sentido desta troca de energia espontânea sempre será do corpo mais quente para um mais frio. A energia transferida de um corpo para outro devido a diferença de temperatura é chamada de **Calor** ( $Q$ ) (HALLIDAY, 2009).

A energia térmica citada anteriormente também é denominada de energia interna, e corresponde a soma total de todas as energias no interior de uma substância. Além da energia cinética translacional de agitação térmica em uma substância, existem outras formas de energias, tais como: energia cinética rotacional das moléculas, energia cinética devido ao movimento dos átomos dentro das moléculas e a energia potencial correspondente às forças entre as moléculas. Porém, ter energia interna não significa que temos calor (HEWITT, 2002).

A matéria contém energia interna, e não calor. O calor é uma energia em trânsito de um corpo com temperatura mais alta para outro a uma temperatura mais baixa. Uma vez transferida, a energia deixa de ser calor, e se transforma em outros tipos de energia.

Quando uma substância absorve ou cede calor, a sua energia interna aumenta ou diminui, respectivamente. Para objetos em contato térmico, o calor flui de uma substância a uma temperatura mais alta para uma outra a temperatura mais baixa, mas não necessariamente flui de uma substância com mais energia interna para outra com menor energia interna. Existe mais energia interna em uma tigela de água morna do que em uma tachinha incandescente, de forma que ao ser introduzida na tigela com água, o fluxo de calor não acontecerá da água morna para a tachinha, mas sim, da tachinha quente para a água mais fria (HEWITT, 2002). O calor nunca fluirá “espontaneamente” de um corpo mais frio para outro mais aquecido.

Uma analogia pode ser feita entre o calor e trabalho ( $W$ ). O trabalho também é energia em trânsito. Um corpo não contém trabalho. Ele realiza trabalho ou trabalho é realizado sobre ele.

Antes que os cientistas percebessem que o calor é energia em transição, ele era medido em termos da capacidade de aumentar a temperatura da água. Assim, a **caloria** (cal) foi definida como a quantidade de calor necessária para aumentar em um 1 °C a temperatura de 1 g de água. Como o calor é energia em transição, assim como o trabalho, em 1948 a comunidade científica decidiu que a unidade de calor no Sistema Internacional de Unidades (SI) deveria ser a mesma da energia, ou seja, o **joule** (J). A equivalência entre essas duas unidades é a seguinte:

$$1 \text{ cal} = 4,1868 \text{ J} \quad (2)$$

#### 4.2.1 Capacidade Térmica

Quando calor é transferido para uma substância, sua temperatura usualmente aumenta. A quantidade de calor  $Q$  necessária para aumentar a temperatura de uma amostra da substância é proporcional à variação da temperatura:

$$Q = \Delta E_{\text{interna}} = C \Delta\theta = C (\theta_f - \theta_i) \quad (3)$$

onde  $\theta_f$  é a temperatura final,  $\theta_i$  temperatura inicial e  $C$  é a **capacidade térmica**, definida como a variação da energia interna necessária para aumentar em um grau a temperatura de uma amostra. Sua unidade no SI é J/K.

A palavra “capacidade” não pode ser referida a uma capacidade limitada de absorver calor. Podemos fornecer uma quantidade ilimitada de calor para um objeto, contanto que uma diferença de temperatura seja mantida. Porém, o material pode fundir ou evaporar no processo.

#### 4.2.2 Calor Específico

Quando temos dois objetos do mesmo material, a capacidade térmica de cada um é proporcional a sua massa. Por exemplo:

- Diferentes tipos de blocos possuem diferentes capacidades térmicas;
- Para ferver 2 litros de leite, leva-se o dobro do tempo que é necessário para 1 litro, colocando na mesma panela e na mesma chama. A variação de temperatura é a mesma para as duas situações, mas a quantidade de calor fornecida para ferver os 2 litros de leite será o dobro do fornecido para 1 litro.

Assim, é conveniente definir uma “capacidade térmica por unidade de massa”, ou **calor específico** ( $c$ ), que se refere não a um objeto, mas a uma massa unitária do material de que é feito o objeto. Neste caso, a equação (2) se torna:

$$Q = c m \Delta\theta = c m(\theta_f - \theta_i) \quad (4)$$

De acordo com as definições de caloria, o calor específico da água é:

$$c = 1 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C} = 4190 \text{ J/kg} \cdot \text{K} \quad (5)$$

A **Tabela 01** os calores específicos de algumas substâncias à temperatura ambiente. O calor específico de qualquer substância varia um pouco com a temperatura, mas os valores da **Tabela 1** podem ser usados com precisão razoável em temperaturas próximas da temperatura ambiente (HALLIDAY, 2009).

**Tabela 1:** Alguns calores específicos à temperatura ambiente.

Substância	Calor específico	
	$\frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot \text{K}}$	$\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$
Chumbo	0,0305	128
Tungstênio	0,0321	134
Prata	0,0564	236
Cobre	0,0923	386
Alumínio	0,215	900
Latão	0,092	380
Granito	0,19	790
Vidro	0,20	840
Gelo (-10 °C)	0,530	2220
Mercúrio	0,033	140
Etanol	0,58	2430
Água do mar	0,93	3900
Água doce	1,00	4180

**Fonte:** Adaptado de Halliday (2009), p. 191.

#### 4.2.3 Mudança de Fase e Calor Latente

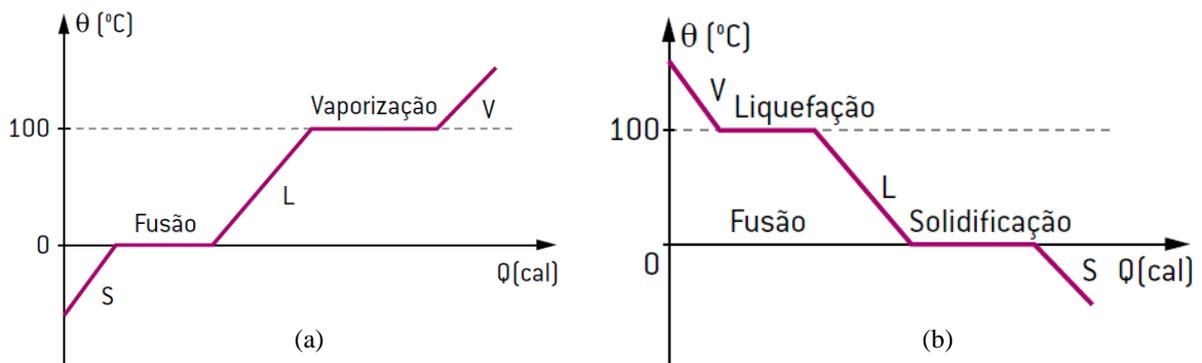
Quando aquecemos uma amostra sólida ou líquida nem sempre a temperatura da amostra aumenta. Em vez disso, a amostra pode mudar de fase (ou de estado). Por exemplo, quando o gelo a 0 °C absorve calor, ele se funde, mantendo sua temperatura constante. A

matéria pode existir em três estados. No estado sólido, os átomos ou moléculas do material formam uma estrutura rígida devido sua atração mútua. No estado líquido os átomos ou moléculas tem mais energia e podem se mover com mais facilidade. No estado gasoso os átomos ou moléculas tem uma energia ainda maior, fazendo com que não ocorra interação entre essas partículas, a não ser através de choques de curta duração, e ocupam todo o volume do recipiente que o armazenam.

Tipos comuns de mudanças de fase são a solidificação (passagem do estado líquido para o sólido), a fusão (passagem do estado sólido para o líquido), a vaporização (passagem do estado líquido para o vapor ou gás), a condensação (passagem do estado gasoso ou vapor para o líquido) e a sublimação (passagem do estado sólido diretamente para o gás ou vapor).

Para fundir um sólido, é preciso fornecer energia para que os átomos ou moléculas do sólido sejam liberados de sua estrutura rígida. O contrário de fundir é solidificar, e consiste na retirada de energia do líquido para os átomos ou moléculas voltarem a formar a estrutura rígida de um sólido. Para vaporizar um líquido é preciso o fornecimento de energia para liberar os átomos ou moléculas do seu aglomerado. Ferver a água para transformá-la em vapor é um bom exemplo. Condensar um gás é o inverso de vaporizar e exige a retirada de energia para que os átomos ou moléculas voltem a se aglomerar. As curvas na **Figuras 5** exemplificam as mudanças de fase da água, numa pressão ambiente.

**Figura 5:** a) Curva de aquecimento da água e b) Curva de resfriamento da água.



Fonte: COC (2017), v. 8, p. 176.

A teoria molecular explica o motivo da temperatura permanecer constante durante a mudança de fase. As moléculas em um líquido estão mais próximas e exercem forças atrativas umas sobre as outras, enquanto as moléculas em um gás estão mais afastadas. Para romper as forças atrativas intermoleculares e passar do estado líquido para o gasoso, é preciso energia. No exemplo da água fervendo sobre uma chama de um fogão, a água irá receber energia e os

movimentos de suas moléculas vão aumentar, junto à temperatura. Quando a temperatura atinge o ponto de ebulição, as moléculas não podem mais aumentar sua energia cinética e permanecem no líquido. Enquanto a água líquida se transforma em vapor, o acréscimo de energia é utilizado para quebrar as atrações existente entre as moléculas. Em outras palavras, a energia é utilizada para aumentar a energia potencial das moléculas em vez de aumentar sua energia cinética. Como a temperatura é uma medida da energia cinética média de translação das moléculas, a temperatura não mudar (TIPLER; MOSCA, 2009).

Para substâncias puras, considerando uma dada pressão, a mudança de fase vai ocorrer apenas em uma temperatura específica. Por exemplo, a curva da **Figura 5.a** nos mostra que a água sólida passa para líquido na temperatura de 0 °C (conhecido como ponto de fusão da água), e em 100 °C o líquido passa para o gasoso (ponto de ebulição da água).

A energia necessária por unidade de massa que deve ser transferida em forma de calor para que uma amostra mude totalmente de fase é chamada de **calor latente** e representada pela letra  $L$ . Assim, quando uma amostra de massa  $m$  sofre uma mudança de fase, a energia total transferida é

$$Q = Lm \quad (6)$$

O calor latente depende da mudança de fase que está ocorrendo, ou seja, o calor latente de fusão ( $L_f$ ) de determinada substância é diferente do calor latente de vaporização ( $L_v$ ). A **Tabela 2** apresenta alguns calores latentes de algumas substâncias.

**Tabela 2:** Alguns calores latentes.

Substância	Fusão		Ebulição	
	Ponto de Fusão (K)	Calor de Fusão $L_f$ (kJ/kg)	Ponto de Ebulição (K)	Calor de Vaporização $L_v$ (kJ/kg)
Hidrogênio	14,0	58,0	20,3	455
Oxigênio	54,8	13,9	90,2	213
Mercúrio	234	11,4	630	296
Água	273	333	373	2256
Chumbo	601	23,2	2017	858
Prata	1235	105	2323	2336
Cobre	1356	207	2868	4730

Fonte: Adaptado de Halliday (2009), p. 193.

**Observações:**

- Nos processos endotérmicos (fusão e vaporização), a quantidade de calor latente será positiva, pois a substância, para mudar de estado, necessita receber calor.
- Nos processos exotérmicos (solidificação e condensação), a quantidade de calor latente será negativa, pois a substância necessita ceder calor.
- Os valores do calor latente de fusão ( $L_f$ ) e de solidificação ( $L_s$ ) possuem o mesmo módulo, mas são de sinais contrários:  $L_s = -L_f$

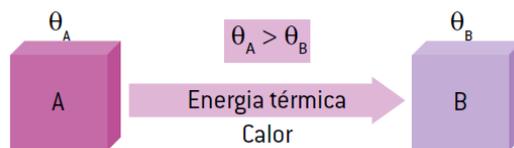
#### 4.2.4 Troca de Calor

A troca de calor acontece quando dois ou mais corpos com temperaturas diferentes são colocados em contato em um mesmo ambiente (sistema isolado), e depois de certo tempo, atingem o equilíbrio térmico.

Os sistemas isolados citados anteriormente são conhecidos como **Calorímetro** e são recipientes que dificultam a troca de calor com o meio externo de um sistema térmico isolado. Tais recipientes podem ser construídos de isopor, cortiça, lã de vidro, etc.

Para exemplificar a troca de calor, consideremos dois corpos, A e B, cujas temperaturas são  $\theta_A$  e  $\theta_B$ , em que  $\theta_A > \theta_B$ . Já aprendemos que colocando A e B em contato, o corpo A cede calor e o corpo B recebe calor:

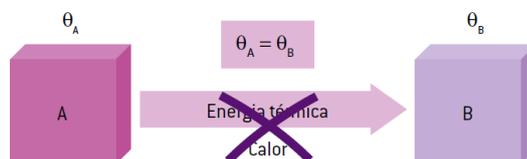
**Figura 6:** Troca de calor entre o corpo A e B.



Fonte: COC (2017), vol. 8, p. 177.

Após algum tempo, os corpos atingem o equilíbrio térmico e essa transferência de calor cessa:

**Figura 7:** Equilíbrio térmico entre os corpos A e B.



Fonte: COC (2017), vol. 8, p. 177.

Estando ambos no interior de um calorímetro ideal, ou seja, sem interferência do meio externo, todo calor cedido pelo corpo A foi recebido pelo corpo B. Dessa forma, o calor cedido é negativo e o calor recebido é positivo. Assim, após o equilíbrio térmico, temos:

$$-Q_A = Q_B \quad (7)$$

ou

$$Q_A + Q_B = 0 \quad (8)$$

ainda

$$Q_{cedido} + Q_{recebido} = 0 \quad (9)$$

A equação (9) é conhecida por **princípio das trocas de calor**.

Quando a troca de calor provoca apenas variação na temperatura dos corpos envolvidos, sem mudanças na forma física, usamos a fórmula do calor mostrado na equação (4). Se durante a troca de calor ocorrer alguma mudança de fase, o corpo que sofreu essa mudança terá recebido ou cedido calor latente, e devemos substituir a equação (4) pela equação (6).

#### **Observações:**

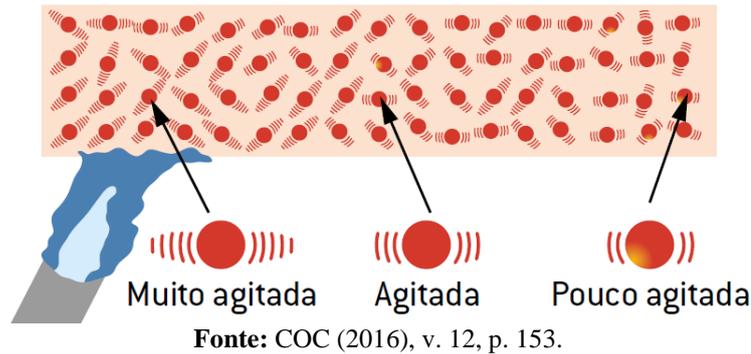
- Quando os corpos são colocados em um calorímetro real, devemos considerar no princípio das trocas de calor a energia absorvida também pelo calorímetro.
- Quando a troca de calor envolve, além de variação na temperatura (calor sensível), mudança de fase, é conveniente, antes da aplicação do princípio das trocas de calor, analisarmos se o calor sensível cedido ou absorvido é suficiente para realizar completamente a mudança de estado.

#### 4.2.5 Processos de Transmissão de Calor

A **transmissão de calor** é a denominação dada a passagem da energia térmica de um corpo para outro ou de uma parte para outra de um mesmo corpo. Essa transmissão pode ocorrer de três maneiras: **condução, convecção e radiação**.

A **condução térmica** é o fenômeno de transferência de calor na qual a energia passa de partícula para partícula, variando seu grau de agitação. Este tipo de transmissão só pode acontecer em um meio material, mas sem que haja movimento de massa. Ocorre tanto em fluidos como em sólidos, sob o efeito de diferenças de temperatura.

**Figura 8:** Exemplo da condução do calor em uma barra metálica.



Nussenzveig (2002) exemplifica o fenômeno da condução e deduz a equação do fluxo de calor da seguinte maneira: Quando uma panela de água está sobre uma chama, o calor se transmite da chama à água através da parede metálica da panela, por condução. Deste exemplo, pode-se tirar as seguintes leis: a) O calor flui sempre de um ponto 1 a temperatura mais alta para um ponto 2 a temperatura mais baixa. A quantidade de calor  $\Delta Q$  transportada durante um intervalo de tempo  $\Delta t$  é; b) proporcional à diferença de temperatura  $\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1$ ; a água ferve mais depressa se a temperatura da chama é mais alta; c) inversamente proporcional à espessura  $\Delta x$  da chapa metálica: quanto mais grosso é o fundo da panela, maior vai ser o tempo para ferver a água. A combinação de b) e c) nos faz concluir que  $\Delta Q$  é proporcional a  $\Delta\theta/\Delta x$ , que é chamado de *gradiente de temperatura*; d) proporcional à área  $A$  através da qual o calor está fluindo (área do fundo da panela); e) proporcional ao intervalo de tempo  $\Delta t$ .

Portanto, temos que  $\Delta Q$  é proporcional a  $A\Delta t(\Delta\theta/\Delta x)$ , ou seja, para a condução de calor através de uma espessura infinitésima  $dx$  de um meio durante um tempo  $dt$ , têm-se

$$\frac{dQ}{dt} = -kA \frac{d\theta}{dx} \quad (10)$$

onde  $k$  é uma constante que determina as características do meio condutor, que se chama de **condutividade térmica** do material. O valor de  $k$  sempre é maior que zero, e o sinal ( $-$ ) da equação (10) exprime o fato de que o calor flui de temperaturas mais altas para temperaturas mais baixa, e o gradiente de temperatura  $d\theta/dx$  seria negativo, mas terá seu sinal alterado, tornando  $dQ/dt$  positivo.

Quanto maior a condutividade térmica, melhor condutor de calor o material será, e conseqüentemente, maior é a corrente térmica fluído por unidade de área, para um dado gradiente de temperatura. A tabela a seguir nos mostra alguns valores de  $k$  para algumas substâncias.

**Tabela 3:** Condutividade térmica de alguns materiais.

<b>Material</b>	$k$ (em kcal/s.m°C)
Cobre	$9,2 \cdot 10^{-2}$
Água	$1,3 \cdot 10^{-4}$
Madeira	$2 \cdot 10^{-5}$
Vidro	$2 \cdot 10^{-4}$
Flanela	$2 \cdot 10^{-5}$
Ar	$5,7 \cdot 10^{-6}$

**Fonte:** Adaptado de Nussenzveig (2002), p. 172.

O quanto um material tem facilidade em conduzir calor está relacionado com as ligações atômicas ou moleculares de sua estrutura interna. Sólidos formados por átomos com um ou mais de seus elétrons externos fracamente ligados com seus núcleos, são bons **condutores de calor** (e de eletricidade). Os metais possuem elétrons livres ligados fracamente aos núcleos atômicos, que podem transportar energia facilmente através das colisões pelo metal. Por essa razão, os metais são bons condutores de calor e eletricidade. Lã, vidro, madeira, papel e isopor, por outro lado, são maus condutores de calor, pois seus elétrons estão firmemente ligados com seus átomos. Esses materiais são chamados de **isolantes térmicos** (HEWITT, 2002).

Líquidos, como a água, são geralmente maus condutores de calor, embora possa transmiti-lo por convecção. Os melhores isolantes térmicos são os gases, como o ar. Em dias frios usamos roupas e cobertores para manter a temperatura do corpo agradável. Porém, o que influencia de maneira efetiva na isolação térmica são as camadas de ar que ficam presas entre as camadas de tecido, dificultando também as perdas por convecção. Outro exemplo são os pássaros que eriçam as penas para prender entre elas certa quantidade de ar (**Figura 9**).

**Figura 9:** Papagaio eriçando as penas.

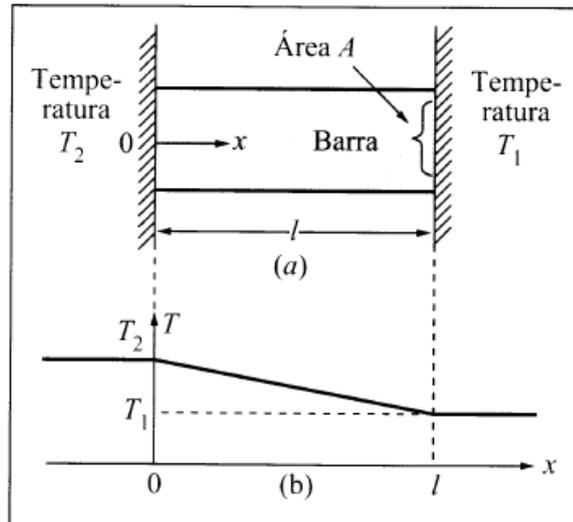
**Fonte:** COC (2016), v. 12, p. 153.

- *Condução através de uma placa composta:*

**Observação:** As situações descritas a seguir foram retiradas de Nussenzveig (2002).

Analise a figura abaixo:

**Figura 10:** Barra homogênea.



Fonte: NUSSENZVEIG (2002), p. 173.

Na figura anterior, temos uma barra homogênea de secção  $A$ , comprimento  $l$ , e condutividade térmica  $k$ , cujas extremidades são mantidas em contato com reservatórios térmicos de temperaturas  $T_2$  e  $T_1$  (**Figura 10.a**). Suponha a lateral da barra termicamente isolada.

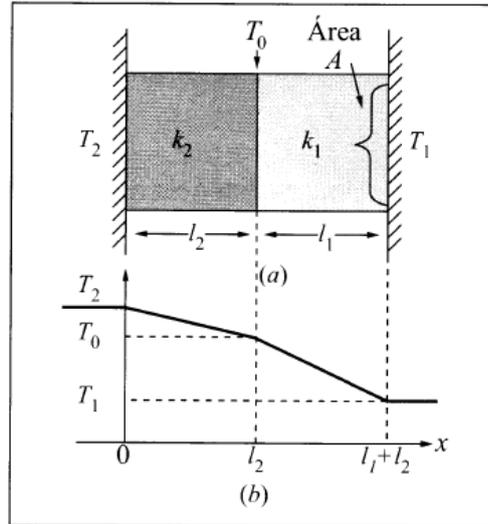
Em regime estacionário, ou seja, quando a temperatura ao longo da barra se torna independente do tempo ( $T$  só depende de  $x$  (**Figura 10.b**), a corrente térmica  $dQ/dt$  não pode depender de  $x$ , ou seja, o fluxo de calor por unidade de tempo tem de ser o mesmo através de qualquer secção da barra. Com efeito, se assim não fosse, haveria acumulação (ou rarefação) de calor em determinados pontos, cuja temperatura teria de aumentar (ou diminuir) com o tempo, contrariamente à hipótese. Logo, temos:

$$\frac{dT}{dx} = -\frac{T_2 - T_1}{l} \quad (11)$$

$$\frac{dQ}{dt} = kA \left( \frac{T_2 - T_1}{l} \right) \quad (12)$$

Agora suponha que trocamos a barra homogênea por outra composta de dois materiais, onde uma das partes tem comprimento  $l_2$  e condutividade térmica  $k_2$ , e a outra com comprimento  $l_1$  e condutividade térmica  $k_1$ , todas com a mesma secção  $A$ .

**Figura 11:** Barra composta.



Fonte: NUSSENZVEIG (2002), p. 173.

A junção entre as duas partes estará a uma temperatura intermediária  $T_0$  (**Figura 11.a**), e teremos, em regime estacionário,

$$\frac{dQ}{dt} = k_2 A \left( \frac{T_2 - T_0}{l_2} \right) = k_1 A \left( \frac{T_0 - T_1}{l_1} \right) \quad (13)$$

Eliminando  $T_0$ , chegaremos na seguinte expressão:

$$\frac{dQ}{dt} = A \left( \frac{T_2 - T_1}{l_1/k_1 + l_2/k_2} \right) \quad (14)$$

A distribuição de temperatura correspondente é mostrada na **Figura 11.b**.

A equação (14) pode ser generalizada da seguinte maneira

$$\frac{dQ}{dt} = A \left( \frac{T_2 - T_1}{\sum \frac{l}{k}} \right) \quad (15)$$

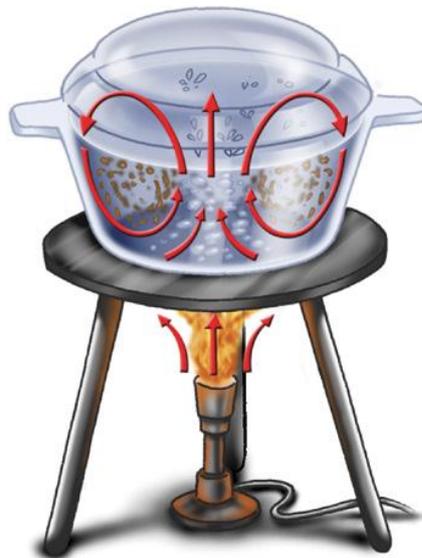
em que o símbolo de somatório indica que devemos somar os valores de  $l/k$  de todos os materiais envolvidos.

A **convecção térmica** é um processo de transmissão de calor que ocorre tipicamente num fluido, e se caracteriza pelo fato de que o calor é transferido pelo movimento do próprio fluido, que constitui uma corrente de convecção. Quando aquecemos um fluido, seu volume aumenta, e torna-se menos denso. Sob o efeito gravitacional, o fluido menos denso sobe e o mais denso (frio) desce, ocupando o lugar do menos denso. Dessa forma, o calor passa das regiões de maior temperatura para as de menor temperatura (HEWITT, 2002). Vamos analisar alguns exemplos.

- *Aquecimento por convecção:*

Quando aquecemos uma panela com água para cozinha, as correntes de convecções são geradas no interior do líquido, e isto faz com que o calor se distribua por todo o fluido, cozinhando o alimento (**Figura 12**). É por este motivo que não aquecemos alimentos no fogão pela parte de cima.

**Figura 12:** Correntes de convecção no aquecimento de líquidos.

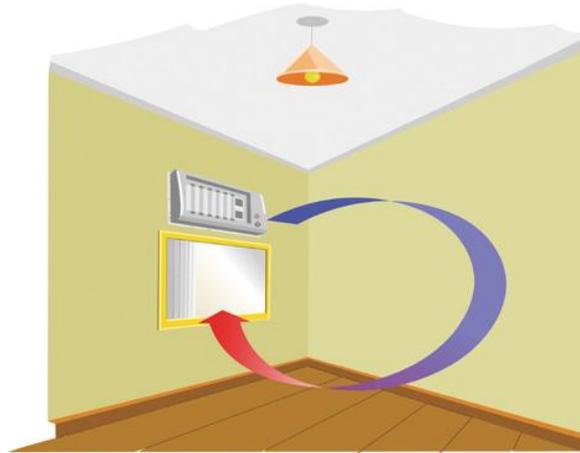


**Fonte:** COC (2016), v. 12, p. 154.

- *Resfriamento por convecção*

Para o aparelho de ar-condicionado resfriar um local, ele retira calor do ar superior, e este desce para a parte baixa (mais denso), fazendo com que o ar quente (menos denso) suba para ser resfriado pelo condicionador do equipamento (**Figura 13**). É por este motivo que os equipamentos de ar-condicionado devem ser instalados sempre na parte de cima da parede.

**Figura 13:** Esquema de resfriamento por convecção.



**Fonte:** COC (2016), v. 12, p. 154.

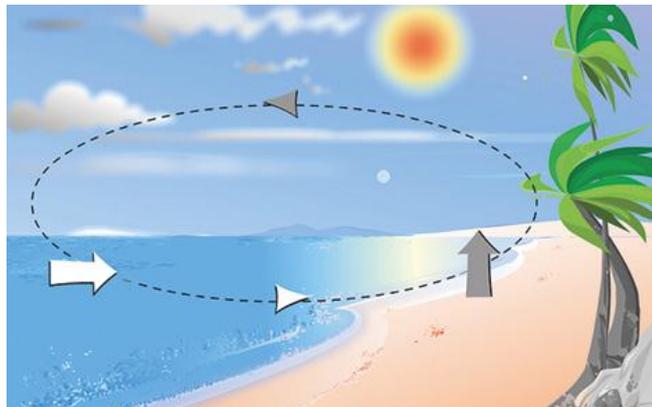
O princípio de funcionamento do ar-condicionado também é o mesmo da geladeira. O congelador, que faz a troca de calor, situa-se em cima. O ar quente, próximo dos alimentos, sobe e o ar frio, que já trocou calor com o congelador, desce. As prateleiras da geladeira devem ser gradeadas ou conter dutos, para permitir a passagem do ar e facilitar a convecção.

- *Brisas litorâneas:*

Em função do seu alto calor específico ( $\frac{1 \text{ cal}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}}$ ), a água do mar sofre uma pequena variação de temperatura. O solo sofre maior variação de temperatura em relação a água do mar.

Durante o dia, a superfície de terra está mais quente que o mar, então o ar quente do continente sobe e o ar do mar desloca-se para o continente. Esse fenômeno é denominado brisa marítima.

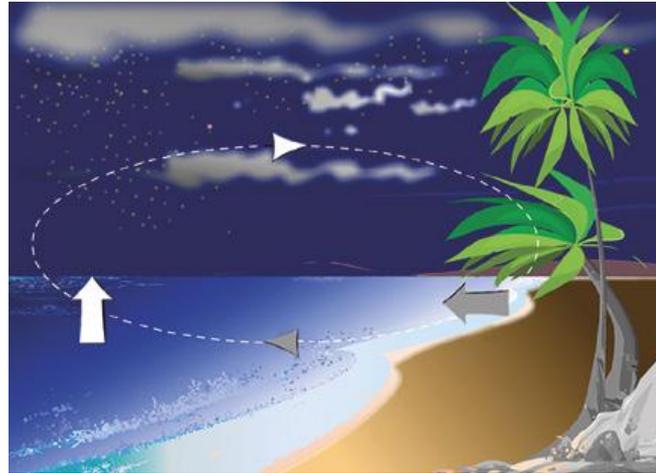
**Figura 14:** Representação esquemática da brisa marítima.



**Fonte:** COC (2016), v. 12, p. 155.

Durante a noite, a terra esfria-se rapidamente e o mar torna-se mais quente que ela, então o ar quente sobre o mar sobe e o ar da terra desloca-se para o mar. Esse fenômeno é denominado brisa terrestre ou continental (**Figura 15**).

**Figura 15:** Representação esquemática da brisa terrestre ou continental.

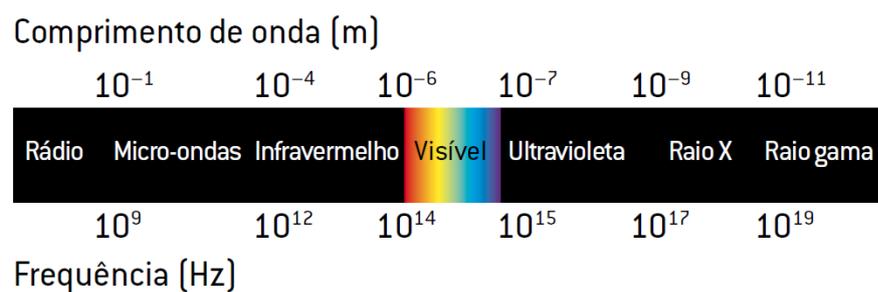


**Fonte:** COC (2016), v. 12, p. 155.

O último processo de transmissão de calor que veremos nessa seção é o que ocorre por **radiação**.

As trocas de calor entre corpos também podem ser através de ondas eletromagnéticas. As ondas eletromagnéticas que transferem calor são muitas vezes chamadas de **radiação térmica** para diferenciá-la de outros sinais eletromagnéticos, como por exemplo: sinais de transmissões de televisão e da radiação nuclear. A radiação não precisa de um meio material para se propagar. A radiação solar, seja sob a forma de luz visível, seja de radiação infravermelha ou de outras regiões do espectro (**Figura 16**), é uma forma de radiação térmica emitida por uma fonte (o Sol) a temperatura muito elevada e que chega ao nosso planeta pelo vácuo.

**Figura 16:** Espectro eletromagnético.



**Fonte:** COC (2017), v. 9, p. 170.

A radiação térmica é emitida por um corpo aquecido, e ao ser absorvida por outro corpo, pode aquecê-lo, convertendo-se em calor. Este calor quando emitido novamente pelo corpo, passa a ser radiação infravermelha, denominadas ondas de calor. Em outras palavras, o calor é uma onda infravermelha que está posicionada abaixo do espectro da luz visível, e, portanto, não pode ser vista a olho nu pelos olhos humanos, mas sim sentida. Existem equipamentos, como binóculos e óculos especiais, que detectam essa radiação em lugares de baixa iluminação, revelando a existência de algum ser vivo neste local. Vale lembrar que alguns animais, diferente dos humanos, conseguem enxergar o infravermelho, e utilizam isso para caçar e prever a presença de predadores. É o caso por exemplo de animais peçonhentos como as cobras, que têm olhos sensíveis a esse tipo de radiação, permitindo-as de caçar suas presas em lugares escuros.

Todos os corpos emitem energia na forma de radiação eletromagnética numa mistura de frequências e correspondentes comprimentos de onda. O Sol tem uma alta temperatura, por este motivo, a radiação emitida tem alta frequência e curto comprimento de onda, bem como ondas de baixa frequência na região do infravermelho. A atmosfera da Terra é transparente a grande parte dessa radiação, especialmente à luz visível, de modo que a radiação solar alcança facilmente a superfície da Terra onde é absorvida. Porém, como a temperatura da superfície terrestre é relativamente mais fria, ela reemite parte desta energia, mas na forma de energia de baixa frequência – principalmente nos comprimentos de onda do infravermelho. Alguns gases na atmosfera absorvem e reemitem grande parte desta radiação de volta para a Terra. Este processo é responsável pelo aquecimento do planeta (HEWITT, 2002).

A taxa ( $P_{rad}$ ) com a qual um objeto emite energia através da radiação eletromagnética depende da área  $A$  da superfície do objeto e da temperatura  $T$ , em kelvins, dessa área, e é dada por:

$$P_{rad} = \sigma \varepsilon AT^4 \quad (16)$$

onde  $\sigma = 5,6704 \cdot 10^{-8} W/m^2 \cdot K^4$  é uma constante física conhecida como **constante de Stefan-Boltzmann**, em homenagem a Josef Stefan (que descobriu a equação (16) experimentalmente em 1879) e Ludwig Boltzmann (que a deduziu teoricamente logo depois);  $\varepsilon$  representa a **emissividade** da superfície, que pode ter um valor entre 0 e 1, dependendo da composição da superfície. O **corpo negro** possui uma superfície de emissão máxima igual a 1,0, mas este corpo é um limite ideal, e não existe na natureza. Observe que qualquer objeto com temperatura acima de 0 K emite radiação térmica (veja a **Figura 17**) (HALLIDAY, 2009).

Quando a radiação eletromagnética atinge um objeto opaco, parte da radiação é refletida e parte é absorvida. Objetos coloridos refletem boa parte da radiação visível, e os escuros absorvem a maior parte dela. A taxa ( $P_{abs}$ ) de energia absorvida pelo objeto através da radiação térmica do ambiente, é dada por:

$$P_{abs} = \sigma \varepsilon A T_{amb}^4 \quad (17)$$

onde  $T_{amb}$  é a temperatura da fonte de radiação e  $\varepsilon$  é a emissividade da superfície do objeto que está absorvendo. Percebe-se que o corpo negro por ter  $\varepsilon = 1,0$ , ele absorve toda a energia eletromagnética que recebe.

**Figura 17:** Imagem em cores falsas mostra a taxa com a qual a energia é irradiada pelas pessoas. O branco e o vermelho correspondem às maiores taxas; o azul às menores.



Fonte: COC (2017), v. 12, p. 156).

Se um corpo emite energia radiante a uma taxa maior do que absorve, então ele se resfria enquanto sua vizinhança absorve radiação e se aquece. Se o corpo absorve energia radiante a uma taxa maior do que emite, então ele se aquece e sua vizinhança se esfria. Assim, a taxa líquida  $P_{líq}$  de troca de energia com o ambiente por radiação térmica é dada por

$$P_{líq} = P_{abs} - P_{rad} = \sigma \varepsilon A (T_{amb}^4 - T^4) \quad (18)$$

Quando um corpo está em equilíbrio térmico com sua vizinhança, a taxa de absorção e emissão de radiação será a mesma.

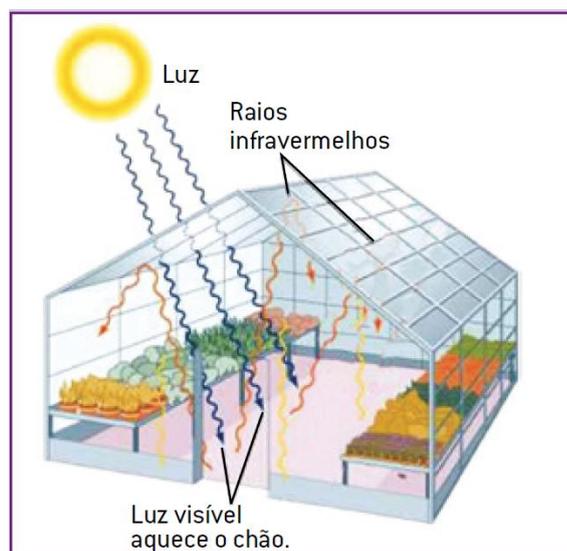
- *Por que alguns materiais emitem luz ao serem aquecidos?*

Quando um objeto é bastante aquecido, ele começa a emitir energia radiante nas faixas do infravermelho e da luz visível. A coloração inicia pelo vermelho, que corresponde a ondas de baixa frequência. Com o aumento contínuo da temperatura, a cor vermelha passa para o laranja, e do laranja para o amarelo, até chegar na luz branca, e podemos ver o objeto “branco de tão quente”. Em outras palavras, os átomos ou moléculas de um material vibram ao receber energia, e reemitem ela em seguida na forma de calor, para diminuir seu estado de agitação. Se a energia fornecida for pequena, após absorve-la, o material emite somente radiação infravermelho. Se a energia fornecida for grande, o objeto emite radiação com frequências cada vez maiores, entrando na faixa de radiação da luz visível. Se o aquecimento continuar após a cor branca, os corpos ficariam azulados. Isto explica o fato das estrelas mais quentes serem azuladas (HEWITT, 2002).

- *Efeito estufa*

Quando deixamos um carro estacionado sob o sol, com os vidros fechados, em poucos minutos a temperatura interna aumenta consideravelmente. Isso acontece porque o vidro comum permite a passagem de luz visível, mas barra a passagem de infravermelho. Assim, a luz branca ao passar pelo vidro, é absorvida pelas partes internas do carro, geralmente escuras, e convertidas em energia térmica na forma de infravermelho, que, por sua vez, não consegue sair pelo vidro. Essa propriedade do vidro ficou conhecida como efeito estufa, por ter sido aplicada, pela primeira vez, em estufas de plantas, como a da figura a seguir:

**Figura 18:** Esquema do efeito estufa.



**Fonte:** COC (2018), v. 9, p. 171.

Na Terra também ocorre o efeito estufa, devido à sua atmosfera. Durante o dia a terra recebe irradiação do Sol, que atravessa a atmosfera e aquece a superfície. A presença de vapor de água e dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) na atmosfera impedem que, à noite, a Terra perca uma quantidade exagerada de calor para o espaço, por serem materiais opacos ao infravermelho.

O aumento de poluição por  $\text{CO}_2$  provoca um aumento no efeito estufa, podendo aumentar a temperatura do planeta com o passar dos anos.

Uma curiosidade acerca da ilustração apresentada na **Figura 18** é o fato da luz visível passar pelo vidro, e a radiação infravermelha ou ultravioleta, não. Já se perguntou o porquê disto?

A explicação para a passagem da luz pelo vidro está relacionada com a frequência de vibração dos elétrons dos átomos desse material. Quando a luz se transmite através da matéria, alguns dos elétrons são forçados a oscilar. Dessa maneira, as oscilações do emissor são transformadas em oscilações no receptor. Assim, a forma como o material irá responder à incidência da luz depende da frequência da própria luz e da frequência natural dos elétrons no material. Cada tipo de átomo ou molécula possui sua própria frequência natural. Os elétrons dos átomos de vidro possuem uma frequência natural de vibração pertencente a faixa do ultravioleta. Portanto, quando ondas ultravioletas incidem sobre o vidro, ocorre a ressonância e as vibrações dos elétrons alcançam grandes amplitudes. A energia recebida pelos átomos de vidro ou é reemitida ou transferida para seus vizinhos por meio de colisões, devido ao longo período que os átomos do material retêm consigo a energia ultravioleta (cerca de 100 milionésimos de segundo). Durante o tempo de retenção, os átomos executam oscilações, que através dos choques, dissipa a energia na forma de calor. Logo, o vidro não é transparente à radiação ultravioleta (HEWITT, 2002).

Em frequências de onda mais baixas, na faixa da luz visível, os elétrons do vidro são postos em vibração, mas com uma amplitude menor. Os átomos retêm a energia por menos tempo, havendo menor chance de colisões com a vizinhança, e conseqüentemente, menos transferência de energia na forma de calor. A energia dos elétrons oscilantes é reemitida como luz. Portanto, o vidro é transparente a todas as frequências da radiação visível. A frequência da luz que passa de átomo para átomo é a mesma da luz que iniciou o processo de oscilação. Porém, existe pequeno atraso entre a absorção e remissão (HEWITT, 2002).

Quando as ondas são da faixa do infravermelho, a vibração vai ocorrer nos elétrons e nos átomos ou moléculas da estrutura do vidro. Essas vibrações aumentam a energia interna e a temperatura da estrutura, fazendo com que o material aqueça. Desta forma, o vidro é opaco as ondas de infravermelho (HEWITT, 2002).

## 5 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo serão apresentados os procedimentos adotados para nortear as etapas de idealização, construção, aplicação e obtenção de dados do produto desta dissertação, que servirão de subsídios para a elaboração da análise dos resultados deste trabalho. Tais procedimentos foram responsáveis pelos caminhos traçados na pesquisa para atingir o principal objetivo desta dissertação, que é a aprendizagem significativa de Ausubel através da utilização do aplicativo educacional de Calorimetria. O caráter da pesquisa é descrito de acordo com as classificações adotadas dentro da metodologia de trabalhos científicos, que de acordo com Prodanov e Freitas (2013), dependem da sua natureza, abordagem do problema, dos objetivos e procedimentos técnicos. A seguir serão feitas as classificações para o trabalho aqui desenvolvido, junto com as informações do ambiente e pessoas usadas na aplicação do produto, e também, as informações sobre a construção e estrutura do aplicativo educacional.

### 5.1 Classificação da Pesquisa e Descrição do Ambiente de Aplicação do Produto Educacional

A natureza da pesquisa desenvolvido nesta dissertação é do tipo aplicada, onde o objetivo é gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos (PRODANOV; FREITAS, 2013). Em outras palavras, este trabalho buscou gerar conhecimentos práticos que possam contribuir de forma efetiva para a melhoria do ensino de física em sala de aula.

Sobre os objetivos da pesquisa, este trabalho é classificado como exploratório. Esta classe de pesquisa consiste em proporcionar uma maior familiaridade com um determinado problema, com propósito de torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses, além de aprimorar ideias ou descoberta de intuição (GIL, 2008). Dessa forma, pretende-se buscar mais informações sobre os benefícios da utilização de NTIC's na educação, especificamente sobre o uso de *Smartphone* em sala de aula.

Sobre o ponto de vista dos procedimentos técnicos, a pesquisa desta dissertação é do tipo pesquisa-ação, onde os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo (GIL, 2008). Neste tipo de pesquisa, os pesquisadores e pesquisados podem se engajar em pesquisas bibliográficas, experimentais e etc., desempenhando um papel ativo na própria realidade dos fatos observados.

Este foi o processo interativo ocorrido durante as etapas de aplicação do produto desta dissertação, onde o professor teve o papel de conduzir todo o processo de ensino-aprendizagem com os alunos, tirando dúvidas e participando como mediador das discussões que foram aparecendo com relação aos conteúdos presentes no aplicativo educacional.

Sobre o ponto de vista da abordagem do problema, a pesquisa pode ser do tipo quantitativa ou qualitativa, ou ainda, os dois tipos juntas (mista). A pesquisa quantitativa considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números as opiniões e informações para classificá-las e analisá-las com base em recursos e técnicas estatísticas. Já a pesquisa qualitativa considera que há uma relação dinâmica entre o mundo e o sujeito, ou seja, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números. A interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa, e não requerem o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave (PRODANOV, FREITAS, 2013).

A coleta de dados para esta pesquisa foi feita através de três questionários e uma avaliação que apresentaram perguntas objetivas e subjetivas. As perguntas subjetivas são aquelas que permitem os investigados responderem da forma que acharem melhor, ou seja, este tipo de pergunta permite uma ampla liberdade de resposta. Nas perguntas objetivas pede-se aos respondentes para que escolham uma alternativa dentre as que são apresentadas numa lista. Este último tipo de questão envolve o risco de não incluir todas as alternativas relevantes, sendo recomendado a realização de entrevistas individuais ou coletivas antes da construção definitiva das alternativas (GIL, 2008).

Com base no parágrafo anterior, temos que a pesquisa desenvolvida neste trabalho é do tipo mista, ou seja, a abordagem usou uma mistura de dados tanto quantitativos quanto qualitativos durante o processo de interpretação dos resultados. Essa mistura foi devido aos tipos de respostas obtidas nos questionários e avaliação final (objetivas e subjetivas).

As respostas objetivas possuem uma maior uniformidade às respostas e podem ser facilmente processadas de forma quantitativa. Já as respostas subjetivas podem apresentar diferentes formas de respostas ou simplesmente não ter uma resposta para analisar. Neste momento, conta-se com o papel do professor presente em classe para avaliar detalhadamente as respostas dos alunos, efetuando uma análise qualitativa das respostas. A construção do conhecimento também pode ser feita através da discussão entre os alunos e professor acerca de dúvidas pertinentes, questões ou conteúdos relacionados aos questionários e as atividades presentes no produto educacional. As explicações feitas em grupos podem causar mudanças na

forma de pensar do aluno, ocasionando modificações na forma de raciocinar do mesmo, que por ventura, podem levá-lo a uma aprendizagem significativa. O balanço de dados neste contexto também possui caráter qualitativo.

A aplicação da pesquisa foi feita na Escola Estadual de Ensino Médio Gabriel Sales Pimenta, a qual foi fundada em 14 de março de 1985, e está localizada na Avenida Araguaia, Bairro Morada Nova, cidade de Marabá-PA. Esta instituição tem, de forma resumida, a missão de fornecer condições necessárias para o exercício pleno de cidadania, proporcionando práticas pedagógicas que atendam as diferenças e que atinja uma aprendizagem mais efetiva e, conseqüentemente, maior sucesso escolar com melhores índices de avanço.

O total de alunos da escola é de 689 discentes, distribuídos em dois turnos de ensino: integral e regular. No período matutino e vespertino funciona o ensino médio integral. No período noturno funciona o ensino médio regular. As turmas de 3º ano do ensino médio do período integral possuem 84 alunos matriculados no período letivo de 2019, distribuídos em duas turmas, nos quais foram utilizadas para a seleção dos alunos que fariam parte da pesquisa.

## **5.2 Etapas de Aplicação da Pesquisa**

A pesquisa desenvolvida nesta dissertação foi aplicada em 7 encontros, sendo os 6 primeiros com duração de 2 horas/aula cada um, e o último com duração de 3 horas/aula. O tempo de cada hora/aula foi de 50 minutos, que corresponde ao tempo de cada aula utilizado pelos professores da instituição de ensino escolhida para a aplicação do produto. Dos 7 encontros, o primeiro foi usado para aplicação de dois questionários, e o último para a avaliação e questionário final. Os outros encontros corresponderam às aulas ministradas com auxílio do aplicativo educacional. As aplicações ocorrerem em três encontros semanais, na forma de minicurso. Além dos encontros citados anteriormente, a pesquisa foi dividida e aplicada em quatro etapas, que serão evidenciadas nas próximas subseções.

### **5.2.1 Primeira Etapa**

Esta etapa ficou fora da programação normal de aplicação do produto educacional. Trata-se de uma etapa preliminar, que consistiu em dois encontros na semana anterior a de aplicação. No primeiro desses encontros ocorreu a escolha dos alunos que fariam parte da

aplicação e a divulgação do produto educacional e do plano de trabalho aos responsáveis pelos alunos. A escolha do aluno se fez, necessariamente, de acordo com a vontade em aprender o conteúdo de Calorimetria de forma diferenciada das aulas tradicionais vivenciadas por ele. Portanto, foi feita uma reunião com as turmas de alunos do terceiro ano, e nesta foi apresentada uma breve descrição do produto educacional, a importância de tal participação para o desenvolvimento da aprendizagem, a importância para a escola em ter seus alunos fazendo parte de uma pesquisa de mestrado, além de adquirir mais conhecimento acerca dos benefícios das NTIC's para a educação. Os alunos foram informados, nesta etapa, que seria “necessário” o uso de *smartphones* com sistema operacional *Android* para a instalação do aplicativo educacional. Ao final da apresentação, foi feita uma lista com os participantes que manifestarem interesse pela pesquisa. Vale ressaltar que um dos pilares para que a TAS aconteça é o interesse do aluno em aprender.

No segundo encontro foram realizadas as apresentações formais do produto educacional e dos conteúdos que seriam estudados nas aulas futuras, relacionadas aos encontros de aplicação do produto. Nesta etapa o aplicativo foi fornecido para a instalação nos celulares dos alunos participantes da pesquisa. O professor acompanhou a instalação do *software* em cada aparelho, verificando possíveis erros acerca da instalação. Após a instalação do programa, o professor forneceu as explicações iniciais sobre a utilização do aplicativo. Para isto, prints da interface do aplicativo foram mostrados aos alunos com auxílio de um *data show*.

O tempo de duração de cada um dos dois encontros dessa primeira etapa foram flexíveis, variando entre 50 e 100 minutos, e foram desenvolvidos nos horários de aula dos alunos.

### 5.2.2 Segunda Etapa

Nesta fase ocorreu o primeiro encontro relacionado à aplicação do produto educacional, onde foram feitas as aplicações dos questionários I e II.

O primeiro questionário (Questionário I) encontra-se no **Apêndice I**. Suas perguntas buscaram saber qual a opinião dos alunos em relação ao uso de tecnologias em sala de aula, em especial o *Smartphone*, em contraste com as aulas tradicionais, feitas no quadro branco com auxílio de pinceis e apagador. As perguntas deste questionário foram do tipo objetiva, e apresentaram três possíveis resultados: sim, não ou não sei.

O segundo questionário (Questionário II) pode ser visto no **Apêndice II**. Ele apresenta dois tipos de perguntas: objetiva e subjetiva. As questões objetivas são as de número 1, 2, 3, 4

e 5, todas com quatro alternativas: A, B, C e D. Já as questões subjetivas são as de número 6, 7 e 8, que podem ser respondidas de diferentes formas ou simplesmente não serem respondidas. Este questionário buscou obter informações sobre as ideias iniciais (subsunçores) que os alunos possuíam sobre o conteúdo de calor. O contexto de cada pergunta abordou situações do dia a dia dos alunos, onde são observados fenômenos físicos relacionados aos conteúdos de temperatura e calor. Ideias simples como, por exemplo, a água quente no fogão, o aquecimento do asfalto em dias de sol, a sensação de frieza dos metais em comparação com a madeira, a solidificação e fusão da água, são algumas das situações abordadas no questionário e que tiveram o intuito de levar os alunos a refletirem sobre a natureza de tais fenômenos e irem em busca de respostas para esses eventos. Esta atividade faz parte da primeira etapa da TAS para saber se o aluno possui subsunçores necessários para o ensino de Calorimetria.

Os alunos tiveram o tempo de 1,5 horas/aula para responder as 18 perguntas totais dos questionários, e o restante de tempo (0,5 horas/aula) foi usado para uma conversa acerca das dificuldades, dúvidas e sugestões sobre as perguntas respondidas nos questionários, e também para uma conversa introdutória sobre o produto educacional que os alunos iriam utilizar nos encontros futuros.

### 5.2.3 Terceira Etapa

Do segundo encontro de aplicação do produto até o sexto encontro, ocorreram as aulas conduzidas com apoio do aplicativo instalado nos celulares dos alunos. Além disso, foi feita uma revisão inicial sobre o uso do aplicativo educacional, e também sobre os assuntos subsunçores de Calorimetria, focando nos discentes que não obtiveram bons rendimentos no questionário II da segunda etapa de aplicação.

O conteúdo da revisão sobre os assuntos subsunçores de Calorimetria foi o de Temperatura, seus princípios físicos e fatos históricos. Esta revisão fez o papel dos organizadores prévios, e teve como objetivo principal estabelecer ideias subsunçoras para a garantia da continuidade da aprendizagem. Este material também faz parte do aplicativo educacional. Assuntos como escalas termométricas e dilatação térmica, foram abordados de forma superficial, e algumas vezes de forma indireta, para que não houvessem problemas relacionados a carga horária de aplicação dos conteúdos presentes no produto educacional.

A dinâmica das aulas com auxílio do aplicativo ocorreram da seguinte maneira: o professor trabalhava a leitura e explicações com base nos textos, animações e simulações

interativas presentes no aplicativo. Após a leitura e discussões acerca de determinado texto ou mídia, os alunos analisavam o exercício resolvido deste conteúdo, e em seguida procuravam resolver um exercício de aplicação. Após estes, o aplicativo exibia o exercício proposto, onde sua resolução era feita com auxílio do professor em classe. Na tabela a seguir são apresentados os conteúdos que foram estudados em cada encontro de aplicação.

**Tabela 4:** Conteúdos a serem ministrados nos encontros de aplicação.

<b>Momento de Aplicação do Produto</b>	<b>Conteúdos</b>
2º encontro	Temperatura; Calor; Capacidade Térmica; Calor Específico; Calor Sensível e Potência Térmica.
3º encontro	Mudança de Fase e Calor Latente.
4º encontro	Calorímetro e Troca de Calor.
5º encontro	Condução Térmica; Fluxo de Calor por Condução (Equação de Fourier); Convecção Térmica e Irradiação.
6º encontro	Continuação sobre Irradiação Térmica; Revisão Geral.

**Fonte:** O autor (2019).

Os recursos usados pelos alunos nos encontros foram: *Smartphone* com o aplicativo educacional, lápis, caneta, borracha e caderno escolar. Já os do professor foram: *Smartphone* com o aplicativo educacional, *notebook*, *data show*, pincéis e apagador. O tempo máximo de cada encontro de aplicação foi de 100 minutos (2 horas/aula).

A partir do terceiro encontro de aplicação, a cada início de aula foi realizada uma breve revisão da aula anterior esclarecendo as dúvidas que os alunos apresentavam em relação às questões deixadas como dever de casa. Em cada aula, foram exibidos no aplicativo os exercícios gerais que deveriam ser respondidos pelos alunos em suas residências. Esta etapa buscou estimular o espírito de pesquisas nos alunos, torná-los mediadores do próprio ensino e adaptá-los para os momentos de tensão estimulados pela busca do sucesso nas provas de vestibulares. A estrutura dos exercícios presentes no aplicativo será mostrada em seções futuras.

#### 5.2.4 Quarta Etapa

Neste momento, foi feita a aplicação da avaliação de conhecimentos sobre o conteúdo de Calorimetria, e do Questionário III.

A avaliação encontra-se no **Apêndice III**, e seu objetivo foi testar os níveis de conhecimento obtidos pelos alunos em relação ao conteúdo de Calorimetria. Esta avaliação foi construída com questões objetivas e subjetivas, e sua estrutura foi baseada de acordo com premissas descritas na TAS, onde as questões devem propor soluções de problemas novos, em contexto diferente daquele aprendido, e com enunciado inédito. Com isso, pode-se testar se o aluno conseguiu aprender de forma significativa, aplicando os conceitos da disciplina em diferentes situações.

O **Anexo IV** mostra o terceiro questionário (Questionário III) que teve o papel de avaliar as opiniões dos alunos sobre o uso do aplicativo desenvolvido nesta dissertação. Tal questionário exibiu perguntas com opções de respostas objetivas e subjetivas, onde o aluno pôde expressar seus pensamentos acerca da experiência vivida durante as etapas da pesquisa, e também, expressar quais suas perspectivas futuras sobre o uso de celulares e outros aparatos tecnológicos para a melhoria no processo de ensino-aprendizagem.

Os discentes tiveram 100 minutos (2 horas/aula) para responder a prova e 20 minutos para responderem o questionário III. Os 30 minutos que restaram do encontro (o sétimo encontro durou 3 horas/aula) foram utilizados para sondar os possíveis comentários sobre as questões da prova e do questionário.

Os resultados obtidos nas etapas de aplicação foram discutidos e relacionados com a teoria vista no referencial teórico desta dissertação. Estes relatórios estão presentes nos resultados e discussões deste trabalho.

### 5.3 Descrição do Produto Educacional

Neste momento, faremos uma descrição mais detalhada do aplicativo desenvolvido nesta dissertação. A descrição iniciará com as informações dos programas utilizados para a construção do produto educacional, e seguirá explicando partes do aplicativo que foram abordadas nas aulas de aplicação. Também serão expostos alguns comentários e atitudes que o educador poderá utilizar nos momentos de discussões acerca das ideias apresentadas nas imagens, animações e simulações do aplicativo, baseado na TAS. Esta dinâmica está além dos

textos presentes no aplicativo, e servirão para motivar a curiosidade dos alunos e levá-los a uma reflexão sobre o funcionamento interativo do aplicativo e a relação existente entre a mídia analisada e os conhecimentos físicos do dia a dia do aluno.

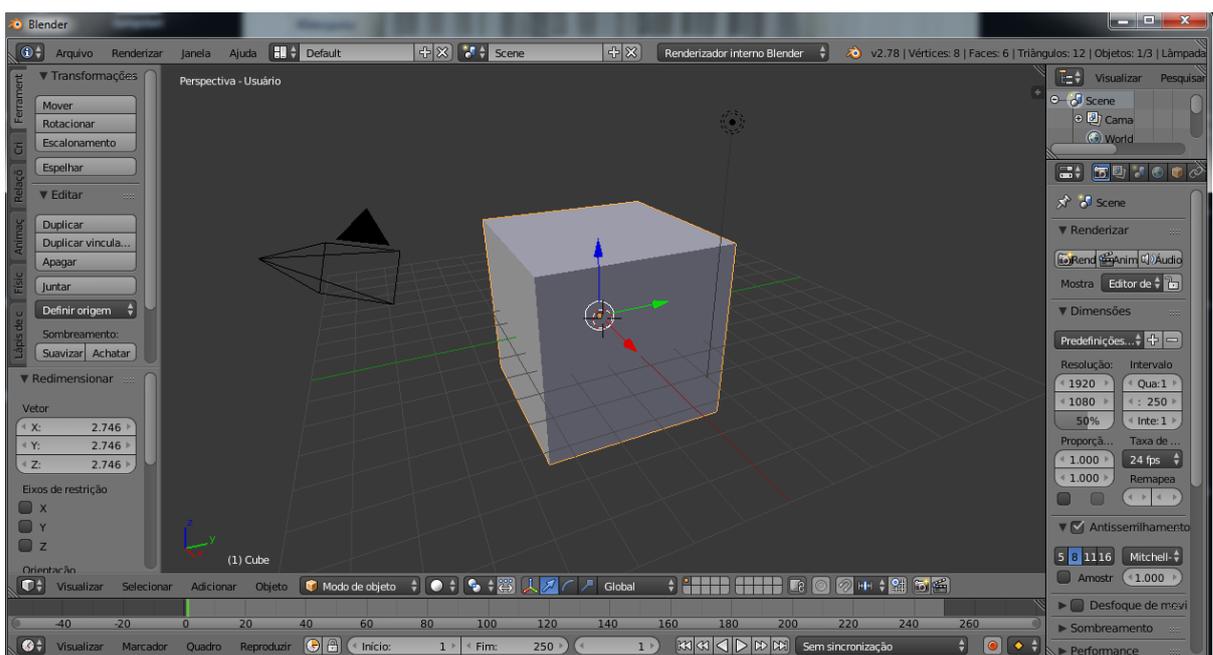
Outras informações relevantes, assim como a estrutura completa do produto, podem ser analisadas diretamente no aplicativo. O *link* para download está exposto no **Apêndice V** desta dissertação.

### 5.3.1 Programas Usados na Construção do Produto Educacional

A construção do aplicativo iniciou com a escolha do tema que este iria apresentar. O assunto escolhido foi o de Calorimetria, devido sua relevância para as provas de vestibulares, e pela riqueza de exemplos do dia a dia que poderiam ser abordados em forma de mídias digitais para chamar mais a atenção dos alunos. Após esta etapa, o conteúdo foi redigido em documento *Word*, baseado em textos selecionados de livros didáticos do ensino médio e cursinho pré-vestibular. Neste momento também foram feitas as ideias iniciais sobre as simulações que iriam ser construídas posteriormente.

Os programas utilizados para a construção do aplicativo foram: *Blender*, *Ionic*, *Cordova* e *Visual Studio Code*.

**Figura 19:** Interface inicial do programa Blender.

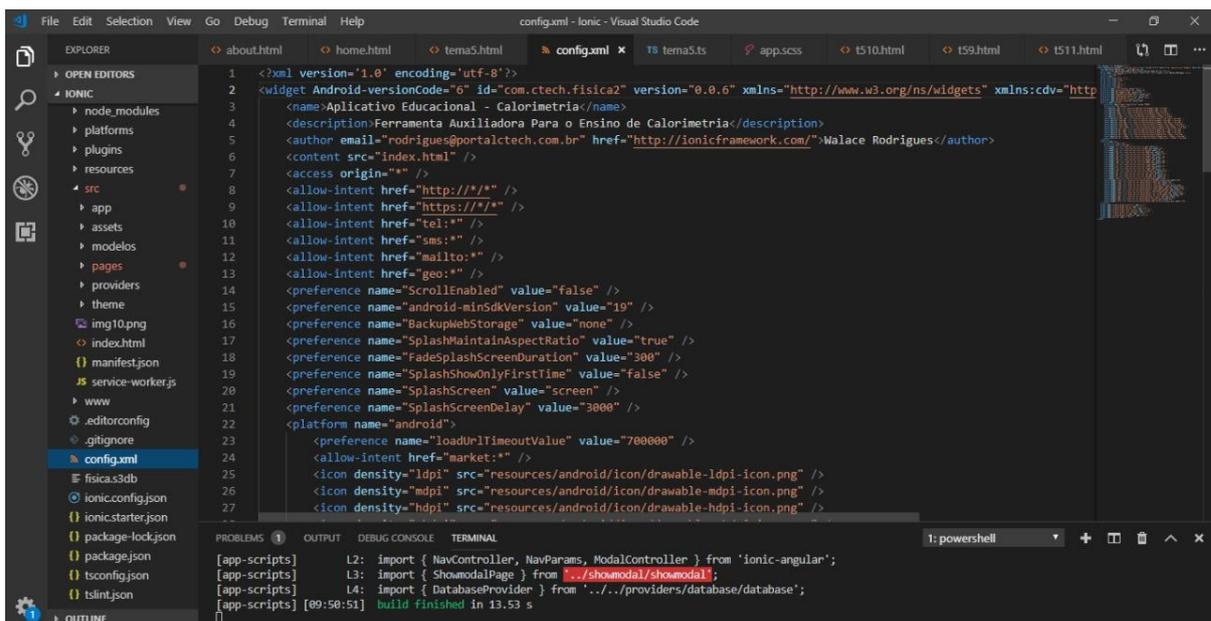


Fonte: O autor (2019).

O programa *Blender* (**Figura 19**) é um *software* gratuito usado principalmente para a criação de modelos em três dimensões (3D), mas que tem a capacidade de fazer mais que isso, como, por exemplo, animações e jogos. Com o *Blender* você pode criar mundos virtuais, casas, objetos com aparências realistas, assim como jogos sofisticados e até filmes totalmente animados (POGGETTI, 2016). Este programa foi usado para criar as animações e simulações interativas do aplicativo educacional.

O *Visual Studio Code* (vamos usar VSCode) é um editor de código-fonte gratuito criado pela empresa Microsoft® para ser usado nos sistemas operacionais Windows, MacOS e Linux. Este programa mescla algumas funcionalidades relacionadas à plataformas de organização e edição de código, dedicando sua funcionalidade à otimização de linhas, fazendo com que os *softwares* sejam mais leves, eficientes e compatíveis com diferentes plataformas (HAMANN, 2016). Sua interface é exibida na figura a seguir:

**Figura 20:** Interface do programa Visual Studio Code.

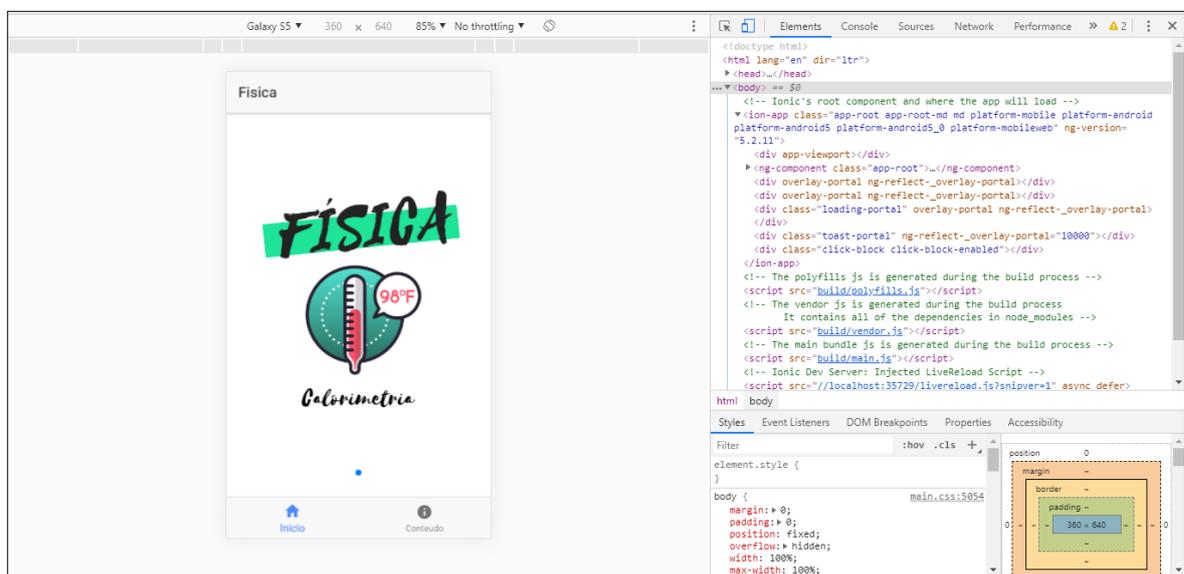


Fonte: O autor (2019).

O *Ionic* é uma ferramenta computacional gratuita criada para o desenvolvimento de aplicativos móveis híbridos (possuem um único código fonte que pode ser usado em diferentes plataformas) (ABRANCHES, 2018). Esta ferramenta é responsável pela criação da parte visual do aplicativo, ou seja, de como o aplicativo será exibido ao usuário final. Já o *Cordova* é a ferramenta, também gratuita, responsável pelo desenvolvimento do aplicativo para ser usado nos sistemas operacionais dos aparelhos móveis, ou seja, ele é quem cria o instalador do aplicativo para ser fornecido nas lojas dos sistemas operacionais.

O VSCode foi utilizado nesta pesquisa para a criação e edição dos códigos responsáveis pela construção do aplicativo educacional. Neste programa foram decididas como ficaria formada a estrutura dos textos, menu, figuras, animações e atividades interativas presentes no produto educacional, baseado em cada aba de exibição do aplicativo. O VSCode pode executar diferentes linguagens-código, também compatíveis com o *Ionic* e *Cordova*. Assim, através do próprio VSCode, pode-se executar os códigos no *Ionic*, onde este último exibe os códigos transformando-os em interfaces finais de exibição do aplicativo (**Figura 21**).

**Figura 21:** Interface da ferramenta Ionic gerando a imagem inicial do aplicativo educacional.



Fonte: O autor (2019).

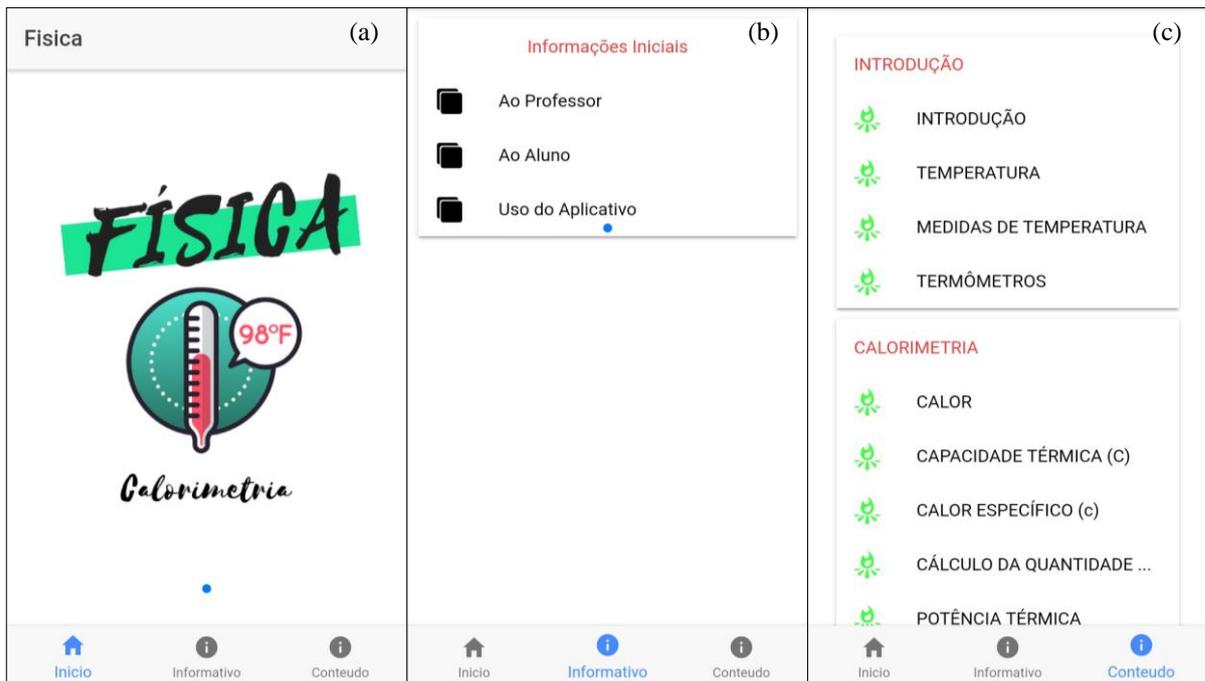
Com os códigos finalizados e visualizados no *Ionic*, executa-se o *Cordova* também pelo próprio VSCode e gera-se o instalador para o sistema operacional desejado.

Além do autor e orientador deste trabalho, a construção do aplicativo contou com a participação de um discente de iniciação científica da Faculdade de Computação e Engenharia Elétrica (FACEEL) da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA). A socialização do conhecimento entre os membros desse grupo de pesquisa, refletiu-se no produto educacional que será descrito na seção seguinte.

### 5.3.2 O Aplicativo Educacional

Após a instalação em *smartphone*, o aplicativo educacional exibe como página inicial a interface mostrada na **Figura 22.a**.

**Figura 22:** a) Página inicial do aplicativo, b) informações iniciais e c) menu.

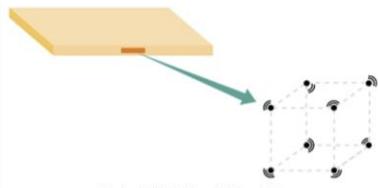
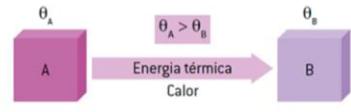


**Fonte:** O autor (2019).

Na interface inicial se faz presente três *links*: início, informativo e conteúdo. Se o usuário, em qualquer parte do aplicativo, clicar no *link* “início” ele será direcionado para a aba inicial apresentada na **Figura 22.a**. Quando o *link* “informativo” for acionado, o usuário será direcionado para uma aba contendo três textos informativos em outros três *links*, como mostrados na **Figura 22.b**. O primeiro texto é uma mensagem direcionada ao professor, onde é ressaltada a importância deste profissional no processo de ensino-aprendizagem e alguns conselhos sobre a forma como ele deve conduzir a dinâmica do ensino em sala de aula, utilizando o aplicativo educacional. O segundo *link* contém uma mensagem ao aluno, onde o autor enfatiza o discente como fator motivacional principal para a construção do aplicativo. O terceiro *link* aborda explicações sobre o uso do aplicativo, onde são mostradas as informações sobre a estrutura das abas, dos exercícios, e o que deve ser feito para avançar em cada etapa ao longo dos conteúdos exibidos.

No *link* “conteúdo” são mostrados os assuntos que compõem o aplicativo (**Figura 22.c**). O primeiro conteúdo a ser trabalhado é o de Temperatura (**Figura 23.a**). Apesar do aplicativo ser voltado para o ensino de Calorimetria, foi introduzido o organizador prévio que aborda o tema Temperatura já na estrutura do aplicativo, em vez de trabalhar esses assuntos de forma separada, utilizando outros recursos didáticos que não seja o aplicativo educacional. Dessa forma, o professor poderá escolher em utilizar ou não o assunto introdutório como revisão. Após a execução desta revisão, o próximo conteúdo é o de Calor (**Figura 23.b**).

**Figura 23:** a) conteúdo de Temperatura e b) conteúdo de Calor.

<p>Definição: A temperatura de um corpo é uma grandeza relacionada ao "grau" médio de vibração das partículas que o compõem. Ao aquecer um corpo, suas partículas internas vibram mais, e ao esfriar o corpo, a vibração diminui.</p> <p>Em geral, os corpos são formados de moléculas e estas, formadas de átomos. Dizemos que os corpos são constituídos de partículas.</p> <p>As partículas que formam um corpo estão em constante vibração; portanto, elas são dotadas de uma energia de vibração denominada energia térmica.</p> <p>Figura: Representação esquemática da vibração dos átomos de uma placa.</p>  <p>(a) Fonte: COC, 2016, vol. 11, p. 140.</p>	<p style="text-align: center;"><b>CALOR (Q)</b> (b)</p> <p>No cotidiano, é comum as pessoas usarem o termo calor para se referir à temperatura, porém eles são conceitos físicos distintos. Por definição, calor é a energia que se transfere espontaneamente de um corpo com temperatura maior para um corpo com temperatura menor. Dessa forma, só existe calor enquanto houver diferença de temperatura entre os corpos</p> <p>Figura: Enquanto o corpo A transfere calor para o B, a temperatura de A diminui, e a de B, aumenta. Isso ocorre até que as temperaturas se igualem, atingindo o equilíbrio térmico</p>  <p style="text-align: center;">COC, 2017, vol. 8, p. 174</p> <p>Por razões históricas a unidade de calor pode ser dada em caloria (cal). Porém, no Sistema Internacional, a quantidade de calor é medida em joule</p>
---	---

**Fonte:** O autor (2019).

Com relação ao uso do aplicativo durante as aulas, o professor fornecerá um tempo para que os alunos leiam os conteúdos presentes em cada aba do aplicativo. A quantidade de tempo fornecida varia de aba para aba, e de aluno para aluno, ficando a cargo do professor esta estipulação de acordo com o desenvolvimento da aula.

Para fortalecer o conteúdo de calor, pode-se exemplificar situações do dia a dia, como um metal aquecido ao ser introduzido na água, ou quando nos queimamos ao tocar materiais quentes. Se o aluno sabe que um material em alta temperatura pode queimar outros objetos e podem esfriar ao serem introduzidos na água (subsunçores), os exemplos irão se encorajar por subordinação correlativa. Se além disso ele souber que existe uma energia sendo transferida nesses exemplos, a aprendizagem será por subordinação derivativa.

Curiosidades e exemplos adicionais são colocados em *links* denominados “saber mais”. Para ver o conteúdo, o aluno precisa clicar em cima, e depois será direcionado para outra aba do aplicativo. Curiosidade sobre Joule e característica do aquecimento e resfriamento da água, são alguns dos conteúdos presentes nesses *links*. Para passar de aba basta clicar na região azul “PRÓXIMO”, e uma nova aba será mostrada, ou o aluno será direcionado para o menu inicial, caso o assunto que eles estavam vendo tenha sido encerrado (**Figura 24**).

**Figura 24:** link saber mais e botão passador de abas.

**Fonte:** O autor (2019).

O exemplo da água citado no parágrafo anterior será exibido após o conteúdo de Calor Específico (**Figura 25.a**), e neste ponto, o professor fará uma discussão sobre as características da água ao ser aquecida ou resfriada (**Figura 25.c**), com base em seu calor específico e nos de outros materiais (**Figura 25.b**). É esperado que os alunos tenham noção de que o metal aquece mais rápido do que a água, e que a leitura presente na **Figura 25.c** possa fornecer subsídios para a justificativa desse fenômeno, causando uma aprendizagem significativa por superordenação. Pode-se também relacionar o aquecimento do metal a outros elementos da tabela da **Figura 25.b**, e causar uma aprendizagem por subordinação derivativa.

**Figura 25:** a) conteúdo de calor específico, b) Tabela com calores específicos de algumas substâncias e c) água e seu alto calor específico.

(a) **CALOR ESPECÍFICO (c)**

O calor necessário para aquecer uma determinada quantidade de massa, não é o mesmo para aquecer uma quantidade maior de massa deste mesmo material. Podemos dizer que a capacidade térmica é diretamente proporcional à massa do corpo, ou seja, quanto maior a massa, maior a capacidade térmica. A razão entre a capacidade térmica e a massa do corpo recebe o nome de calor específico. Assim:

$$c = \frac{C}{m}$$

Sua unidade é escrita usualmente como:

\* O calor específico é característica da substância que compõe o corpo. Portanto, cada substância possui o seu calor específico.

Figure. Tabela de alguns valores de calor específico

Substância	Calor específico [cal/g °C]
Água	1,0
Alcool	0,6
Alumínio	0,22
Az	0,24
Carbono	0,12
Chumbo	0,031
Cobre	0,091
Ferro	0,11
Gelo	0,5
Hélio	1,25
Hidrogênio	3,4
Látão	0,092
Madeira	0,42
Mercúrio	0,033
Nitrogênio	0,25
Duro	0,032
Oxigênio	0,22
Prata	0,056
Rochas	0,21
Vidro	0,16

Fonte: CDC, 2017, vol. 8, p. 175.

(b) Saber mais.

PROXIMO

(c) **Saber mais:**

A água possui um dos maiores calores específicos conhecidos, e isso implica em aquecê-la ou resfriá-la. Com base nisso, certa quantidade de água ao receber energia do Sol, sofre pequenas variações em sua temperatura, em comparação com outros corpos situados em sua vizinhança. Ainda pelo mesmo motivo, quando o sol se põe, os copos ao redor e a água começam a liberar o calor que receberam durante o dia, e o resfriamento da água é mais lento do que os outros corpos na vizinhança. Em contramão a água, a areia possui um calor específico muito pequeno, fazendo com que este tipo de material se aqueça e esfrie com facilidade. Por isso, nos desertos, embora os dias sejam muito quente, as noites costumam ser frias. A água também é usada para manter a refrigeração de máquinas, tais como radiadores de automóveis, já que devido ao seu calor específico alto, consegue manter a temperatura do motor em faixas seguras em relação a outros líquidos com calores específicos menores. Outro exemplo que podemos notar são as brisas marítimas, em que o ar

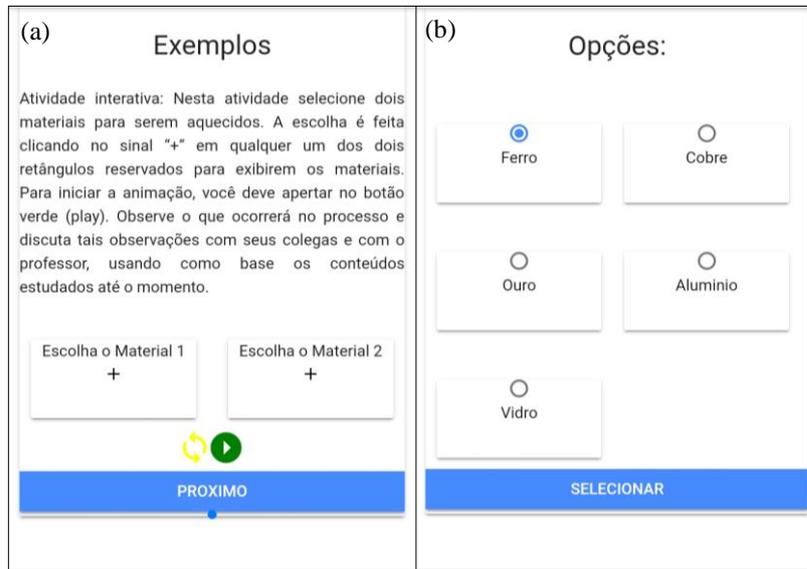
**Fonte:** O autor (2019).

A **Figura 26** apresentam a primeira atividade interativa do aplicativo. Esta consiste em selecionar dois materiais para serem aquecidos. A escolha é feita clicando no botão “+” (**Figura 26.a**) em qualquer um dos dois retângulos reservados para exibirem os materiais. Por exemplo, foi escolhido como primeiro material o ferro, e como segundo o alumínio (**Figura 27.a**):

Para iniciar a animação, o aluno deve pressionar o botão verde (*play*) e ele observará que os materiais começam a ficarem vermelhos (**Figura 27.b**), mas o ferro primeiro que o alumínio. Dessa forma, o professor fará perguntas para os alunos com base no que foi aprendido sobre calor específico das substâncias. Por exemplo, o professor poderá perguntar: qual dos materiais possui o maior e o menor calor específico? Se o aluno aprendeu o conteúdo de forma significativa, ele irá responder à pergunta com base, principalmente, no texto apresentado sobre

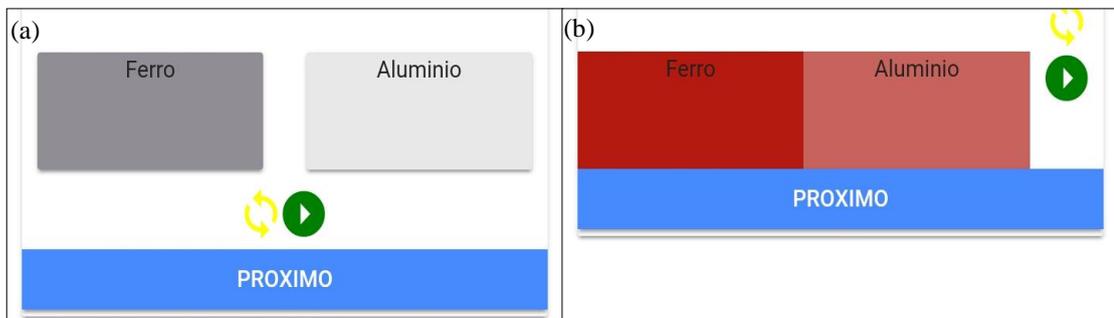
a água e seu alto calor específico (**Figura 25.c**). Caso contrário, o professor fará uma breve discussão sobre o fenômeno apresentado na atividade interativa, explicando que o ferro fica vermelho primeiro porque ele possui um calor específico menor que o do alumínio.

**Figura 26:** a) atividade interativa, b) seleção do ferro e c) seleção do alumínio, respectivamente.



**Fonte:** O autor (2019).

**Figura 27:** a) materiais selecionados e b) início do aquecimento.



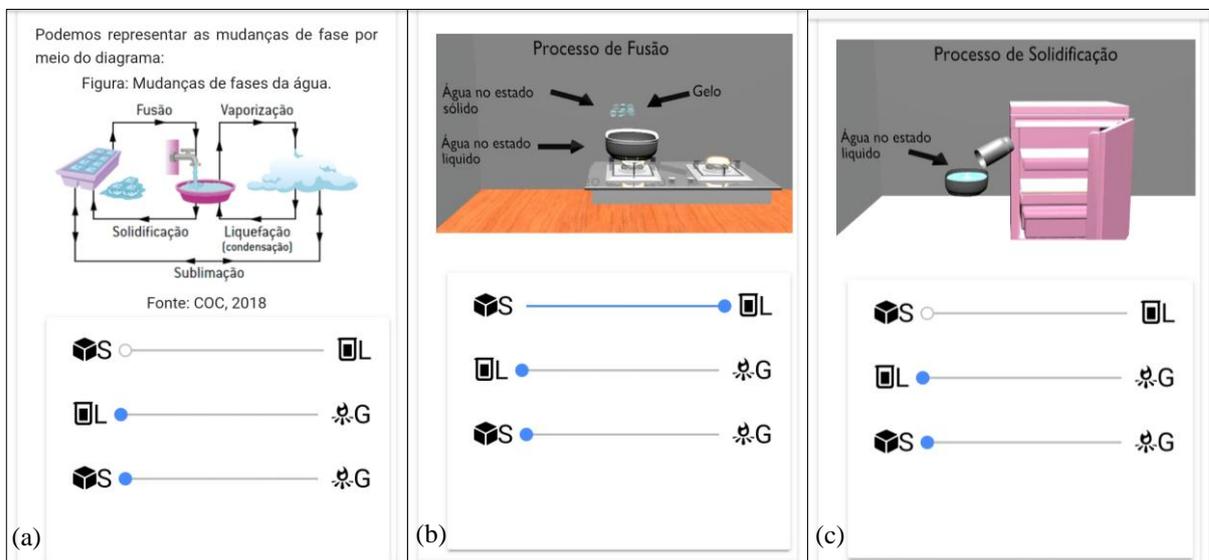
**Fonte:** O autor (2019).

Ainda sobre esta última atividade, o professor também poderá estimular a curiosidade dos alunos com a seguinte pergunta: Por que os metais mudam de cor ao serem aquecidos? O intuito da pergunta, primeiramente, não é obter uma resposta satisfatória baseada em princípios físicos, mas sim levar os alunos a imaginarem situações do dia a dia em que este caso ocorre, como por exemplo, a faca ou colher sendo aquecida nas chamas de um fogão. A resposta para esta pergunta está nos conteúdos de transferência de calor por irradiação. E neste momento, o professor fará uma explicação indireta sobre este fenômeno, e espera-se que a pergunta feita anteriormente seja lembrada, de preferência pelos alunos. Se isto acontecer, é porque houve um

alargamento na ideia subsunçora inicial, pois subentende-se que o aluno já sabe que metais e outros materiais mudam de cor ao serem aquecidos, e baseado na diferenciação progressiva, eles passarão a entender o motivo disto acontecer.

No conteúdo de mudança de fase há mais uma atividade interativa (**Figuras 28 e 29**), onde é apresentado um conjunto de animações que exemplificam as mudanças de fases da água. Ao final da **Figura 28.a** temos as letras S, L e G, que significam sólido, líquido e gasoso, respectivamente. Os exemplos foram construídos baseados em situações do dia a dia dos alunos, de acordo com a TAS.

**Figura 28:** a) diagrama de fases da água e atividade interativa, b) água no estado sólido colocada numa panela ao fogo e c) recipiente com água introduzido na geladeira.



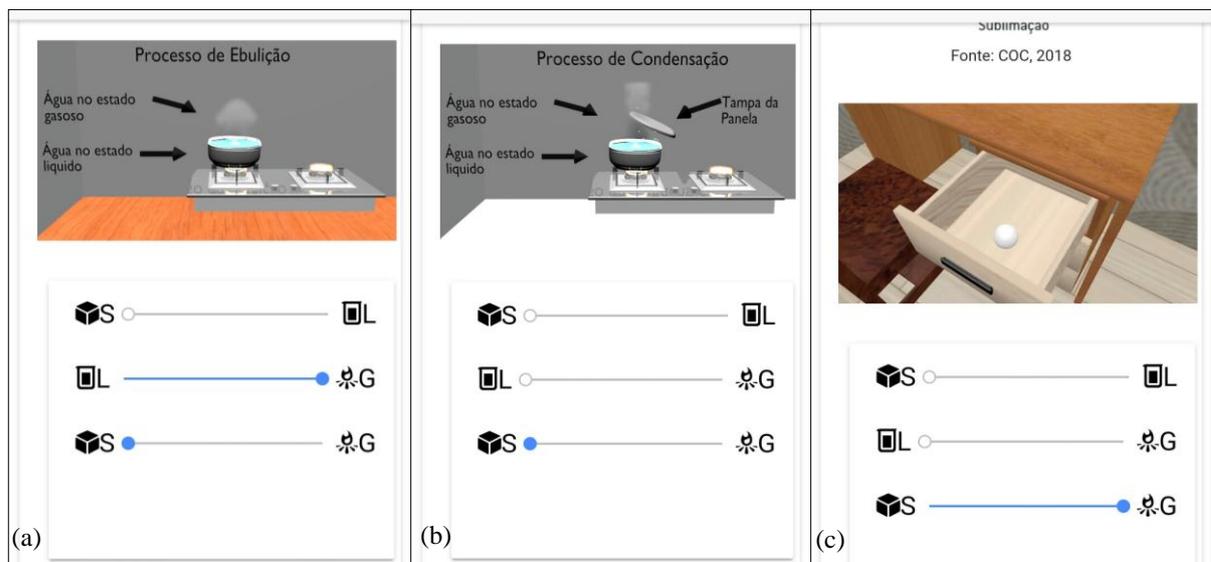
Fonte: O autor (2019).

A atividade consiste em movimentar a bolinha branca da esquerda para direita, e da direita para esquerda. Sempre iniciará o processo da esquerda para a direita. No exemplo da **Figura 28.b**, a bolinha foi arrastada do S para o L e, neste momento, uma tela abre-se e mostra uma simulação do gelo sendo introduzido em uma panela aquecida pelas chamas de um fogão. Depois de alguns instantes, o gelo vira líquido. Se a bolinha for trazida novamente para a esquerda, temos outra animação que nos mostra a mudança de fase do líquido para o sólido, que consiste em adicionar água líquida em um recipiente e lavá-lo à geladeira (**Figura 28.c**). Depois, o recipiente sai da geladeira exibindo o gelo. As demais simulações são mostradas na **Figura 29**.

Após o estudo de “calor latente”, espera-se que a nova ideia crie laços com os conhecimentos já adquiridos durante o estudo de mudança de fase, tudo isso de maneira

autônoma, na mente do próprio aluno. A diferenciação progressiva vai ocorrendo de acordo com que eles comecem a perceber o motivo da temperatura não sofrer alteração durante a mudança de fase. O processo se prolonga e adentra a condução de calor onde, por exemplo, eles perceberam o motivo do vapor d'água condensar com facilidade na tampa metálica da panela, o motivo do aço ser mais frio do que a madeira, e o porquê de usarmos plástico ou madeira para revestir cabos de panelas metálica, e etc. Durante todas essas etapas, é esperado que os alunos tenham notado que o calor não se propaga de uma só forma. Esta ideia não precisa estar bem formulada, com todos os detalhes físicos do fenômeno, basta que seu vestígio esteja presente no subconsciente do aprendiz. Isto servirá de âncora para os estudos de transferência de calor por convecção e irradiação térmica, onde as informações se relacionarão através da aprendizagem por subordinação correlativa, ou seja, a inclusão das novas formas de transmissão de calor causará um alargamento no significado de transferência de calor.

**Figura 29:** a) processo de ebulição da água, b) processo de condensação da água e c) processo de sublimação da Naftalina.



**Fonte:** O autor (2019).

Outras situações abordadas no aplicativo com intuito de relacionar os conteúdos com o dia a dia dos alunos são exibidas na **Figura 30**, onde são mostrados o funcionamento do ar-condicionado, as partes que compõe a garrafa térmica e um garoto com febre. Essas mídias digitais podem ajudar os alunos a refletirem e auxiliá-los na absorção dos conhecimentos durante as aulas, pois quanto mais relacionamos os fatos ao contexto do aluno, maior serão as chances de atingirmos os objetivos da TAS.

**Figura 30:** a) simulação ar-condicionado, b) garrafa de café desmontada e c) garoto com febre.



**Fonte:** O autor (21019).

### 5.3.2.1 Organização dos Exercícios

Neste momento será mostrado como está estruturado os exercícios do aplicativo educacional. Vamos utilizar como exemplo os primeiros exercícios do aplicativo, que abrange os conteúdos de calor, capacidade térmica, calor específico, calor sensível e potência térmica. As características organizacionais desta primeira sequência de exercícios são as mesmas presentes nas demais.

O primeiro exercício que temos é o “Exercício Resolvido 01” (**Figura 31.a**), e sua resposta se prolonga até a **Figura 31.b**. Nesta atividade o aluno terá um tempo para ler e interpretar o comando e resposta da questão. O próximo exercício é o “Exercício Prático 01” (**Figura 31.c**), que consiste em uma atividade para o aluno resolver em classe, baseado nos assuntos estudados até o momento. Em seguida, temos o “Exercício proposto 01” (**Figura 32.a**), que corresponde a um problema mais complexo, que será feito em classe pelo professor. De forma geral, o docente poderá intervir a qualquer momento, e em qualquer exercício, para auxiliar os alunos em dúvidas que possam surgir durante a leitura e resolução de problemas.

A partir dos exercícios propostos, o aluno terá que fornecer a alternativa para o aplicativo. Se a alternativa escolhida não for a verdadeira, o aplicativo informará “Resposta Errada” (**Figura 32.c**), caso contrário, a informação será “Resposta Certa” (**Figura 33.a**). A alternativa sendo certa ou errada, o aplicativo continuará exibindo a mesma questão, dando a possibilidade do aluno refazer sua análise e fornecer uma nova alternativa para o aplicativo,

caso tenha errado nas tentativas anteriores. Se o aluno clicar no botão “PRÓXIMO”, o aplicativo exibirá a questão seguinte ou retornará para o menu inicial. E neste momento, caso o aluno queira refazer alguma questão já analisada, ele terá que clicar no botão “conteúdo” e escolher o assunto onde a questão se faz presente, e avançar nas abas até o ponto desejado.

**Figura 31:** a) exercício resolvido 01, b) continuação do exercício resolvido 01 e c) exercício prático 01.

<p>(a) <b>EXERCÍCIO RESOLVIDO 01:</b></p> <p>Um forno de micro-ondas fornece uma potência de 200 cal/s. Colocam-se, nesse forno, 200mL de água a 15°C. Qual será a temperatura da água após 50s de funcionamento, considerando que toda a energia fornecida pelo forno é absorvida pela água?</p> <p><b>Dados:</b> <math>c_{\text{água}} = 1 \text{ cal}/(\text{g} \cdot ^\circ\text{C})</math> e <math>d_{\text{água}} = 1 \text{ g}/\text{cm}^3</math></p> <p>Resolução:</p> <p>Sendo a potência do forno igual a 200 cal/s, em 50s de funcionamento, a energia fornecida pelo forno é:</p> $Q = P \cdot \Delta t = 200 \cdot 50 = 10000 \text{ cal}$ $\Delta \theta = 50^\circ\text{C}$ $Q = m \cdot c \cdot \Delta \theta$ $m = d \cdot V$ $10000 = 1.200 \cdot 1 \cdot (\theta - 15)$	<p>(b) após 50s de funcionamento, considerando que toda a energia fornecida pelo forno é absorvida pela água?</p> <p><b>Dados:</b> <math>c_{\text{água}} = 1 \text{ cal}/(\text{g} \cdot ^\circ\text{C})</math> e <math>d_{\text{água}} = 1 \text{ g}/\text{cm}^3</math></p> <p>Resolução:</p> <p>Sendo a potência do forno igual a 200 cal/s, em 50s de funcionamento, a energia fornecida pelo forno é:</p> $Q = P \cdot \Delta t = 200 \cdot 50 = 10000 \text{ cal}$ $\Delta \theta = 50^\circ\text{C}$ $Q = m \cdot c \cdot \Delta \theta$ $m = d \cdot V$ $10000 = 1.200 \cdot 1 \cdot (\theta - 15)$ $\theta = 65^\circ\text{C}$	<p>(c) <b>EXERCÍCIO PRÁTICO 01:</b></p> <p>(UECE) A energia necessária para aquecer uma certa massa de água é a mesma nos seguintes casos:</p> <p>A. 2 kg, de 20 °C para 23 °C, ou 3 kg, de 20 °C para 23 °C.</p> <p>B. 1 kg, de 20 °C para 21 °C, ou 2 kg, de 20 °C para 22 °C.</p> <p>C. 2 kg, de 20 °C para 23 °C, ou 3 kg, de 20 °C para 22 °C.</p> <p>D. 1 kg, de 20 °C para 21 °C, ou 3 kg, de 20 °C para 23 °C.</p> <p style="text-align: center;"><b>PROXIMO</b></p>
--	--	--

**Fonte:** O autor (2019).

**Figura 32:** a) exercício proposto 01, b) continuação do exercício proposto 01 e c) informação fornecida pelo aplicativo para respostas erradas de questões.

<p>(a) <b>EXERCÍCIO PROPOSTO 01:</b></p> <p>(PUC-PR) No seu movimento de translação ao redor do Sol, a Terra recebe 1410 W/m<sup>2</sup> de intensidade de energia, medição feita numa superfície normal (em ângulo reto) com o Sol. Disso, aproximadamente 19% é absorvido pela atmosfera e 35% é refletido pelas nuvens. Ao passar pela atmosfera terrestre, a maior parte da energia solar está na forma de luz visível e luz ultravioleta.</p> <p>Usina Ecoelétrica. Energia Solar. Disponível em: &lt;<a href="http://ambientes.ambientebrasil.com.br/energia/energia_solar/energia_solar.html">http://ambientes.ambientebrasil.com.br/energia/energia_solar/energia_solar.html</a>&gt;. Acesso em: mar. 2017.</p> <p>Uma placa de aquecimento solar de eficiência 20% e 1m<sup>2</sup>, funcionando por 1h, é capaz de variar a temperatura de 3,6 litros de água em aproximadamente</p> <p>Dados: calor específico da água <math>c=4,2 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})</math>; densidade da água <math>d=10^3 \text{ kg}/\text{m}^3</math>.</p>	<p>(b) Uma placa de aquecimento solar de eficiência 20% e 1m<sup>2</sup>, funcionando por 1h, é capaz de variar a temperatura de 3,6 litros de água em aproximadamente</p> <p>Dados: calor específico da água <math>c=4,2 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})</math>; densidade da água <math>d=10^3 \text{ kg}/\text{m}^3</math>.</p> <p>Alternativas:</p> <p>A) 12 °C <input type="radio"/></p> <p>B) 31 °C <input type="radio"/></p> <p>C) 75 °C <input type="radio"/></p> <p>D) 98 °C <input type="radio"/></p> <p>E) 121 °C <input type="radio"/></p> <p style="text-align: center;"><b>SUBMETER</b></p>	<p>(c) Uma placa de aquecimento solar de eficiência 20% e 1m<sup>2</sup>, funcionando por 1h, é capaz de variar a temperatura de 3,6 litros de água em aproximadamente</p> <p>Dados: calor específico da água <math>c=4,2 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})</math>; densidade da água <math>d=10^3 \text{ kg}/\text{m}^3</math>.</p> <p style="text-align: center;"><b>RESULTADO</b></p> <p>Resposta Errada</p> <p style="text-align: center;"><b>OK</b></p> <p>D) 98 °C <input type="radio"/></p> <p>E) 121 °C <input type="radio"/></p> <p style="text-align: center;"><b>SUBMETER</b></p>
--	---	--

**Fonte:** O autor (2019).

Após o exercício proposto 01, temos os “Exercícios Gerais” (Figuras 33.b, 33.c e 34). Estas atividades são questões de vestibulares e Enem, e devem ser respondidas pelos alunos

como atividade para casa. O intuito é incentivar os discentes a pesquisar formas de resolver os problemas, sendo mediadores do próprio ensino. Mesmo as questões exigindo respostas objetivas, os estudantes terão que tecer um comentário sobre os caminhos que os levaram às respostas, e escrever os cálculos efetuados nas questões. O professor fará comentários sobre os exercícios na aula seguinte aos deveres de casa, dando dicas sobre as etapas de construção das soluções, mas sempre deixando a resposta final com o aluno.

**Figura 33:** a) informação fornecida pelo aplicativo para respostas certas de questões, b) exercícios gerais 01 e exercícios gerais 02.

<p>(a) 1) (UERJ) Um corpo constituído por uma substância cujo o calor específico é <math>0,25 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}</math> absorve de uma fonte térmica <math>5.000 \text{ cal}</math>. Sendo a massa do corpo igual a <math>125\text{g}</math> e sua temperatura inicial de <math>20 \text{ }^\circ\text{C}</math> então a temperatura atingida no final do aquecimento é de</p> <p style="text-align: center;"><b>RESULTADO</b></p> <p>Resposta Certa</p> <p style="text-align: center;"><input type="button" value="OK"/></p> <p>D) <math>250 \text{ }^\circ\text{C}</math> <input type="radio"/></p> <p>E) <math>275 \text{ }^\circ\text{C}</math> <input type="radio"/></p> <p style="text-align: center;"><input type="button" value="SUBMITER"/></p>	<p>(b) <b>EXERCÍCIOS GERAIS 01:</b></p> <p>1) (UERJ) Um corpo constituído por uma substância cujo o calor específico é <math>0,25 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}</math> absorve de uma fonte térmica <math>5.000 \text{ cal}</math>. Sendo a massa do corpo igual a <math>125\text{g}</math> e sua temperatura inicial de <math>20 \text{ }^\circ\text{C}</math> então a temperatura atingida no final do aquecimento é de</p> <p style="text-align: center;">Alternativas:</p> <p>A) <math>150 \text{ }^\circ\text{C}</math> <input type="radio"/></p> <p>B) <math>180 \text{ }^\circ\text{C}</math> <input type="radio"/></p> <p>C) <math>210 \text{ }^\circ\text{C}</math> <input type="radio"/></p> <p>D) <math>250 \text{ }^\circ\text{C}</math> <input type="radio"/></p> <p>E) <math>275 \text{ }^\circ\text{C}</math> <input type="radio"/></p>	<p>(c) <b>EXERCÍCIOS GERAIS 02:</b></p> <p>2) (G1 - cps 2015) Um dos materiais que a artista Gilda Prieto utiliza em suas esculturas é o bronze. Esse material apresenta calor específico igual a <math>0,09 \text{ cal/(g} \cdot ^\circ\text{C)}</math>, ou seja, necessita-se de <math>0,09</math> caloria para se elevar em <math>1</math> grau Celsius a temperatura de <math>1</math> grama de bronze.</p> 
--	---	--

**Fonte:** O autor (2019).

**Figura 34:** a) continuação exercícios gerais 02, b) exercícios gerais 03 e c) continuação exercícios gerais 03.

<p>(a) <b>EXERCÍCIOS GERAIS 03:</b></p> <p>3) (UCS-RS) Se um pouco de café quente é derramado, na mesma quantidade, sobre a camisa e a calça de uma pessoa e ela quase que imediatamente sente aumentar a temperatura na região da camisa onde caiu o café, mas praticamente não sente aumento de temperatura na região da calça onde caiu o líquido, pode-se dizer que o tecido da</p> <p style="text-align: center;">Alternativas:</p> <p>A) calça tem maior capacidade térmica do que o tecido da camisa. <input type="radio"/></p> <p>B) calça tem maior calor latente do que o tecido da camisa <input type="radio"/></p> <p>C) camisa tem maior índice adiabático do que o tecido da calça. <input type="radio"/></p>	<p>(b) <b>EXERCÍCIOS GERAIS 04:</b></p> <p>4) (ENEM) As altas temperaturas de combustão e o atrito entre suas peças móveis são alguns dos fatores que provocam o aquecimento dos motores à combustão interna. Para evitar o superaquecimento e consequentes danos a esses motores, foram desenvolvidos os atuais sistemas de refrigeração, em que um fluido arrefecedor com propriedades especiais circula pelo interior do motor, absorvendo o calor que, ao passar pelo radiador, é transferido para a atmosfera. Qual propriedade o fluido arrefecedor deve possuir para cumprir seu objetivo com maior eficiência?</p> <p style="text-align: center;">Alternativas:</p> <p>A) Alto calor específico. <input type="radio"/></p> <p>B) Alto calor latente de fusão. <input type="radio"/></p>	<p>(c) <b>EXERCÍCIOS GERAIS 05:</b></p> <p>5) (PUC-RJ) Um pedaço de metal de <math>100 \text{ g}</math> consome <math>470 \text{ cal}</math> para ser aquecido de <math>20 \text{ }^\circ\text{C}</math> a <math>70 \text{ }^\circ\text{C}</math>. O calor específico desse metal, em <math>\text{cal/(g} \cdot ^\circ\text{C)}</math>, vale</p> <p style="text-align: center;">Alternativas:</p> <p>A) <math>10,6</math> <input type="radio"/></p> <p>B) <math>23,5</math> <input type="radio"/></p> <p>C) <math>0,094</math> <input type="radio"/></p> <p>D) <math>0,047</math> <input type="radio"/></p> <p>E) <math>0,067</math> <input type="radio"/></p> <p style="text-align: center;"><input type="button" value="SUBMITER"/></p>
---	---	---

**Fonte:** O autor (2019).

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo foram feitas as discussões em torno dos resultados obtidos nas etapas de aplicação da pesquisa. Os subitens a seguir foram descritos na mesma sequência das etapas apresentada no **item 5.2**.

### 6.1 Resultados e Discussões sobre a Primeira Etapa da Pesquisa

No primeiro encontro desta etapa foi feita a escolha dos alunos participantes da pesquisa. A seleção ocorreu em duas turmas de 3º ano do ensino médio.

O pesquisador se apresentou as turmas e falou sobre as ideias iniciais do curso e os objetivos a serem alcançados com auxílio dos alunos. Foram selecionados 31 discentes, e os encontros de aplicação ficaram programados para ocorrerem no período da tarde, no horário de 14 h às 15h40min, nos dias de segunda, quarta e sexta da semana.

No segundo encontro desta etapa foi disponibilizado o *link* para a instalação do aplicativo pelo *Google Play Store* (loja oficial de aplicativos para o sistema operacional *Android*). Todos os alunos baixaram e instalaram o aplicativo no momento do fornecimento.

Não houve problemas com relação a instalação do aplicativo. Os alunos acharam o aplicativo de fácil manuseio, pois já tinham conhecimentos prévios sobre o uso de aplicativos em *smartphones*. Todos os estudantes estavam com celulares.

### 6.2 Resultados e Discussões sobre a Segunda Etapa da Pesquisa

Nesta etapa de aplicação foram feitas as aplicações dos questionários I e II para a turma presente. Os resultados são apresentados nos itens a seguir.

#### 6.2.1 Questionário I

As discussões dos resultados obtidos no questionário I foram feitas sobre cada questão. Cada gráfico a seguir mostrará o comando de uma questão e seus respectivos resultados. O questionário por completo pode ser visto no **Apêndice I** desta dissertação.

**Gráfico 1:** Resultados em porcentagem obtidos na pergunta 1 do questionário I.

**Pergunta 1:** Você acha que as aulas com suporte tecnológico (multimídias, data show, computadores, caixa de som e etc.) tornam o ambiente de ensino mais dinâmico e interessante em relação às aulas tradicionais utilizando quadro e pincel?

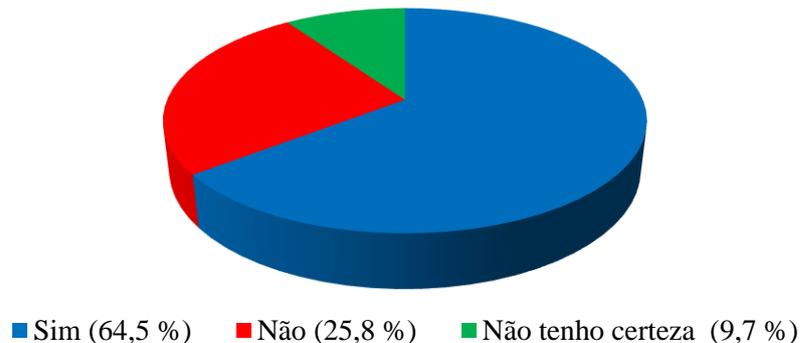


**Fonte:** O autor (2019).

Com base no gráfico anterior, percebe-se que cerca de 94% dos participantes indicaram que a dinâmica de ensino com suporte tecnológico é mais atraente do que as aulas tradicionais. A seguir são mostrados os resultados obtidos na *pergunta 2*.

**Gráfico 2:** Resultados em porcentagem obtidos na pergunta 2 do questionário I.

**Pergunta 2:** Você já assistiu a vídeo-aulas e simulações de conteúdos e experimentos das disciplinas do seu ano letivo escolar?



**Fonte:** O autor (2019).

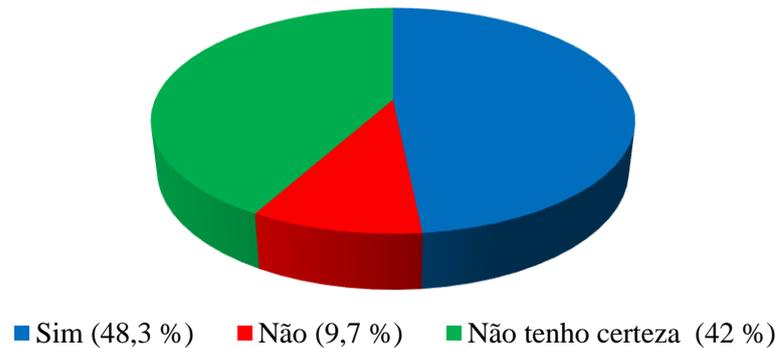
A *pergunta 2* teve o objetivo de saber se os alunos utilizavam aparatos tecnológicos como ferramentas para busca de conhecimentos sobre os conteúdos escolares. Cerca de 64% dos alunos responderam que usam, indiretamente, recursos tecnológicos como ferramentas pedagógicas para auxiliá-los, além do livro didático.

Na *pergunta 3* (veja o **Gráfico 3**), mais de 50% dos alunos responderam que não conseguem associar os conteúdos de Física ao seu dia a dia, ou não tinham certeza da resposta. Este fato pode desencadear a falta de interesse nos alunos em aprender o conteúdo, ou incentiva-

los a aprender de forma mecânica. Por este motivo, é importante que o material didático seja pautado em situações relacionadas a realidade dos alunos, com intuito de atingir a aprendizagem significativa.

**Gráfico 3:** Resultados em porcentagem obtidos na pergunta 3 do questionário I.

**Pergunta 3:** Com relação à disciplina de Física, você consegue assimilar os conteúdos estudados e relacioná-los ao seu dia a dia?



**Fonte:** O autor (2019).

O **Gráfico 4** mostra os resultados em porcentagens obtidos na *pergunta 4*. Com base nesses dados, observa-se que aproximadamente 97% dos alunos estão habituados com o *smartphone*, e sabem manusear a maioria das potencialidades desse aparelho. Agregar o material didático a este tipo de tecnologia pode apresentar resultados positivos no processo de ensino, já que teremos que nos preocupar apenas com a forma de ensinar e com informações iniciais de manuseio do produto, nos beneficiando dos conhecimentos de utilização que os alunos já possuem em relação ao aparelho.

**Gráfico 4:** Resultados em porcentagem obtidos na pergunta 4 do questionário I.

**Pergunta 4:** Você utiliza celular *smartphone* para assistir vídeos, animações, ouvir músicas, ver fotos e acessar aplicativos?



**Fonte:** O autor (2019).

A *pergunta 5* (veja o **Gráfico 5**) buscou saber qual a posicionamento do aluno sobre a aprendizagem móvel em sala de aula. Cerca de 87% das respostas indicaram que a maioria dos estudantes concordam com a utilização deste tipo de tecnologia nas atividades pedagógicas.

**Gráfico 5:** Resultados em porcentagem obtidos na pergunta 5 do questionário I.

**Pergunta 5:** Você concorda com a introdução de smartphones em sala de aula para fins educacionais?

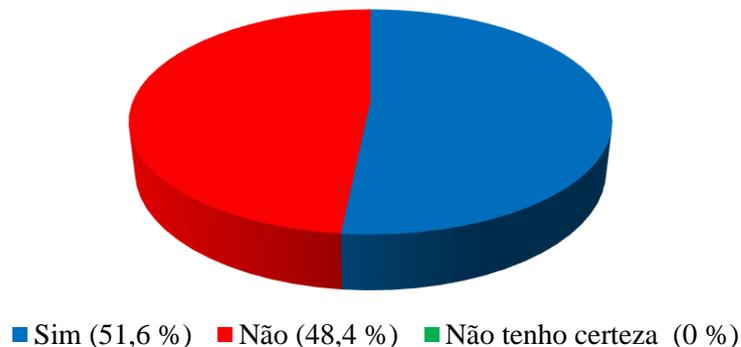


**Fonte:** O autor (2019).

A *pergunta 6* mostrou que aproximadamente 48% dos alunos não tem aplicativos educacionais instalados no smartphone. Esperamos que o aplicativo educacional deste trabalho venha motivar ainda mais a utilização de *smartphones* para fins didáticos, e que também possa causar mudanças na percepção dos discentes em relação as potencialidades que o celular possui para a educação. Os resultados gerais obtidos nessa questão são exibidos no gráfico a seguir:

**Gráfico 6:** Resultados em porcentagem obtidos na pergunta 6 do questionário I.

**Pergunta 6:** Seu smartphone possui algum aplicativo educacional de alguma das disciplina do seu ano letivo?



**Fonte:** O autor (2019).

O **Gráfico 7** apresenta o comando e os resultados relacionados a *pergunta 7*. Nesta questão, aproximadamente 94% das respostas marcadas foram “sim”, indicando que a maioria

dos alunos da pesquisa tem interesse em utilizar um aplicativo educacional como o que está sendo proposto neste trabalho.

**Gráfico 7:** Resultados em porcentagem obtidos na pergunta 7 do questionário I.

**Pergunta 7:** Você acharia interessante ter um aplicativo educacional no smartphone para lhe auxiliar na disciplina de Física?



**Fonte:** O autor (2019).

A última pergunta do questionário I é exibida, junto aos seus resultados, no gráfico abaixo:

**Gráfico 8:** Resultados em porcentagem obtidos na pergunta 8 do questionário I.

**Pergunta 8:** Você tem noção de que a utilização de smartphones em sala de aula, sem a permissão do professor, pode vir a atrapalhar a aula, causando distração do aluno e atraso no entendimento do assunto?



**Fonte:** O autor (2019).

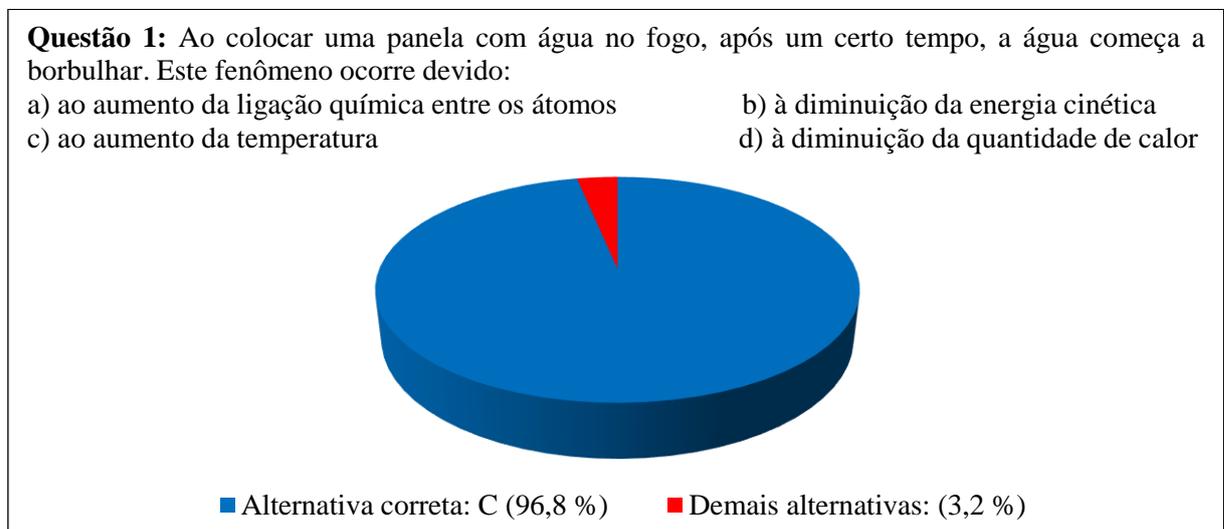
Analisando o **Gráfico 8**, notamos que 87% dos discentes entendem que a utilização de smartphones em sala de aula sem a permissão do professor pode vir a atrapalhar a aula de alguma forma. Este é um fato interessante, pois mesmo sem a autorização do professor, eles continuavam utilizando os celulares dentro da sala de aula em momentos no qual seu uso não era requerido. É evidente que boa parte dos alunos cresceram numa cultura que não os

incentivaram a utilizar o aparelho celular de forma moderada, e somente nos momentos de atividades pedagógicas, em sala de aula. Dessa forma, ao invés desse equipamento torna-se um recurso pedagógico, acaba virando instrumento de distração. Ressalta-se ainda mais a importância de adequar o ensino às tecnologias móveis, já que é uma tarefa difícil impedir sua entrada em ambientes escolares.

### 6.2.2 Questionário II

O questionário II foi construído com 5 perguntas objetivas e 3 perguntas subjetivas. A íntegra deste questionário encontra-se no **Apêndice II**. A análise dos resultados obtidos nas 5 primeiras questões seguiu a mesma abordagem utilizada na discussão dos resultados do questionário I, apresentada no **item 6.2.1**. Os comentários sobre as respostas subjetivas foram feitos após os comentários das respostas objetivas. O gráfico a seguir mostra a primeira pergunta feita neste segundo questionário, junto aos seus respectivos resultados.

**Gráfico 9:** Resultados em porcentagem obtidos na pergunta 1 do questionário II.



**Fonte:** O autor (2019).

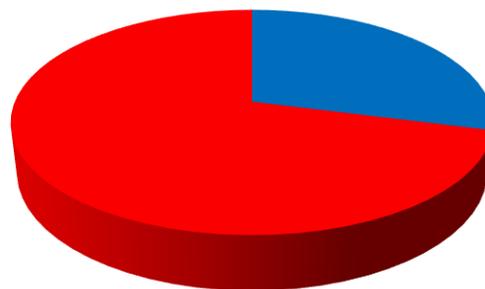
A *questão 1* teve o objetivo de entender como estava formado o conhecimento dos alunos em relação ao conteúdo de temperatura e calor. Foi obtido nesta questão um resultado aproximado de 97% das respostas marcadas na alternativa C, que corresponde à alternativa correta para o problema. Percebemos, a princípio, que a maioria dos alunos apresentavam ideias subsunçoras coerentes com os conteúdos de temperatura e calor.

Na *questão 2* foi abordada uma situação bem comum no dia a dia (veja o **Gráfico 10**). Ao ser perguntado o motivo do café esfriar mais rapidamente ao deixarmos a tampa da garrafa aberta, as respostas obtidas apresentaram um resultado que contradizia o resultado obtido na primeira questão: apenas 29% dos alunos responderam a alternativa correta B, e o restante marcaram a alternativa D. Este resultado mostrou que nesta fase da pesquisa a maioria dos alunos, apesar de estarem no 3º ano do ensino médio, não sabiam diferenciar temperatura de calor. Porém, eles souberam identificar que o fenômeno térmico envolvido na questão estava relacionado com a temperatura, só não souberam indicar que existe uma transferência de calor no processo responsável pela mudança na temperatura do líquido. Foi evidenciando neste momento de aplicação a importância da aula introdutória sobre temperatura antes dos conteúdos de calor, para auxiliá-los na modificação das ideias iniciais sobre este tema, associando corretamente os princípios que regem os conceitos sobre calor e temperatura (processo de reconciliação integrativa).

**Gráfico 10:** Resultados em porcentagem obtidos na pergunta 2 do questionário II.

**Questão 2:** A garrafa de café precisa estar bem fechada para conservar a temperatura do líquido em seu interior por mais tempo. Se deixarmos a tampa aberta, o café esfriará mais rapidamente, deixando-o com um sabor menos agradável. O café esfria mais rapidamente devido, principalmente, à saída

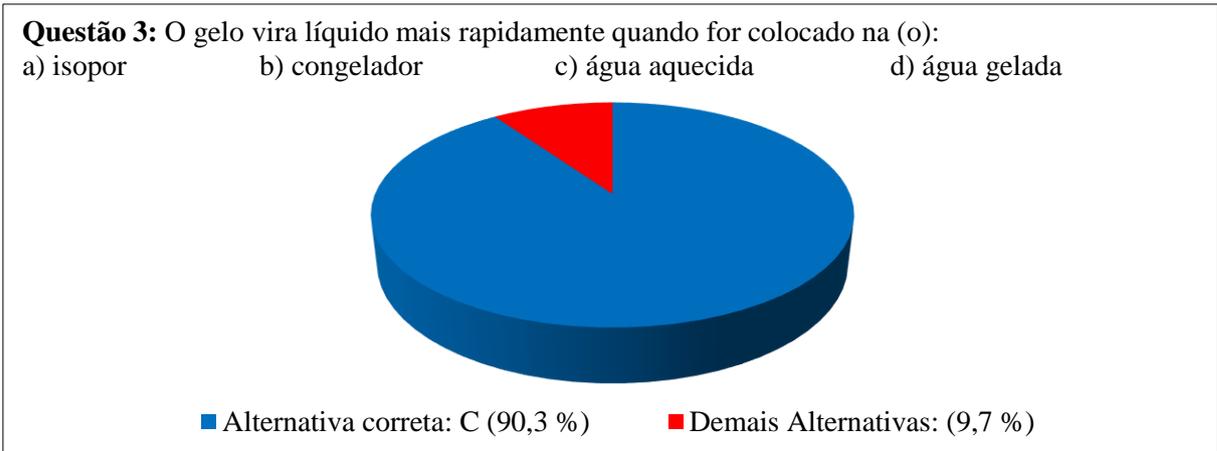
- a) da energia elétrica do líquido para o meio externo.
- b) do calor do líquido para o meio externo.
- c) das ondas sonoras do líquido para o meio externo.
- d) da temperatura do líquido para o meio externo.



■ Alternativa correta: B (29 %)    ■ Demais Alternativas: (71 %)

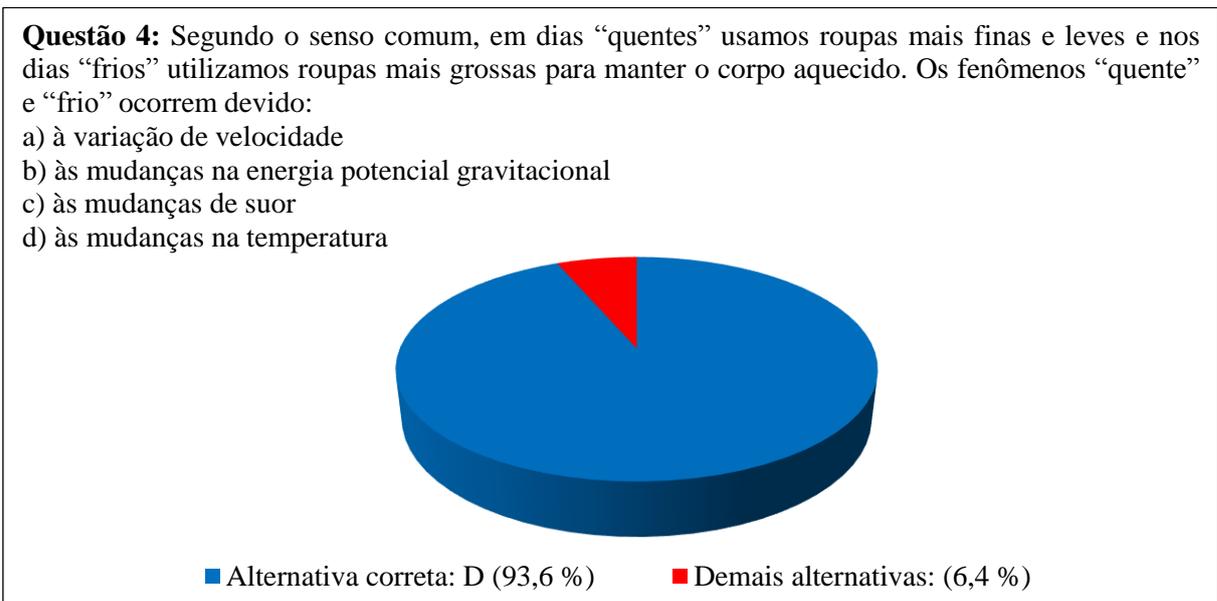
**Fonte:** O autor (2019).

Na *questão 3* também foi evidenciada uma situação bastante comum, que consistiu em saber quais dos ambientes citados na questão poderia fazer o gelo virar líquido mais rapidamente. Esta foi uma pergunta de fácil interpretação, e foram obtidos aproximadamente 90% de respostas corretas (alternativa C). A associação desse fenômeno térmico ao dia a dia poderia facilitar o estudo de calor. A *questão 3* e seus resultados são mostrados no **Gráfico 11**.

**Gráfico 11:** Resultados em porcentagem obtidos na pergunta 3 do questionário II.

**Fonte:** O autor (2019).

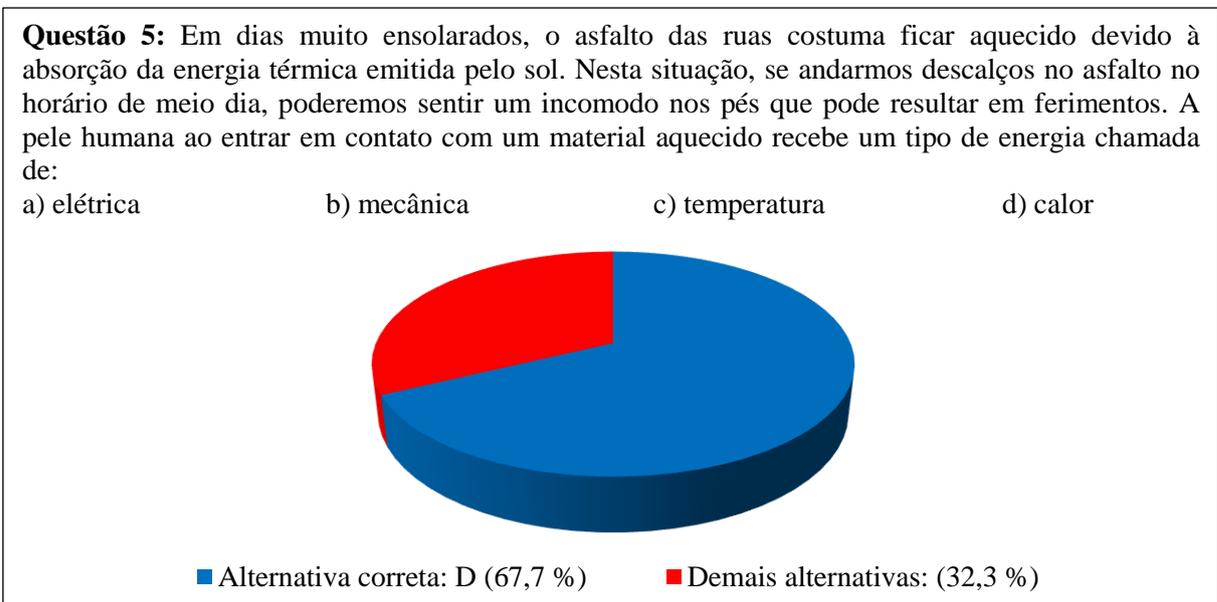
A *questão 4* tratou sobre duas palavras bem comuns no cotidiano: quente e frio. Foi perguntado aos alunos o que motivava estes dois fenômenos a ocorrerem, e obteve-se cerca de 93% de respostas corretas (alternativa D), como evidenciado no **Gráfico 12**. Este resultado mostrou que a maioria dos alunos sabiam associar a sensação térmica do dia a dia com a mudança de temperatura, indicando novamente a existência de ideias subsunçoras que relacionavam a temperatura com exemplos de fenômenos térmicos presenciados pelos alunos em seus meios sociais. Porém, as ideias apresentadas precisavam de amadurecimento durante o curso, para assim serem usadas com mais confiança em outras situações envolvendo fenômenos térmicos.

**Gráfico 12:** Resultados em porcentagem obtidos na pergunta 4 do questionário II.

**Fonte:** O autor (2019).

Na *questão 5* buscou-se associar à ideia de que materiais quentes podem machucar a pele humana após o contato entre as partes. A pele humana se machuca após receber um tipo de energia, no qual cerca de 68% dos alunos indicaram como sendo calor (alternativa D), que corresponde a afirmativa verdadeira (veja o **Gráfico 13**). Percebe-se que os erros dessa questão foram menores do que os apresentados na *questão 2*. Isto mostra que alguns alunos mudaram de ideia durante a atividade. Um dos motivos que podem ter levado a mudança nas respostas é o fato de associar a palavra “quente” ao fenômeno de calor. A palavra “energia” também poderia ter influenciado na escolha da alternativa correta, tendo em vista que esta pronúncia não foi usada no comando da *questão 2*.

**Gráfico 13:** Resultados em porcentagem obtidos na pergunta 5 do questionário II.



**Fonte:** O autor (2019).

Os resultados obtidos até este ponto foram suficientes para concluirmos que o professor precisaria deixar claro a diferença entre os conceitos de temperatura e calor durante os encontros de aplicação do produto.

As próximas perguntas do questionário II tiveram o objetivo de verificar, além dos conhecimentos subsunçores sobre calor e temperatura, a substantividade do aluno em descrever com suas palavras como ocorrem alguns fenômenos térmicos simples presentes no seu dia a dia. Foram obtidos diferentes tipos de respostas nas questões, e foram feitos agrupamentos das respostas semelhantes. A discussão dos resultados foi feita sobre esses grupos respostas.

A *questão 6* foi a primeira questão subjetiva do questionário II. Seu enunciado pode ser visto a seguir:

**Questão 6:** *Suponha que você esteja em um churrasco com a família, e tenha dois tipos de grelhas para usar: uma feita totalmente de aço (inclusive o cabo), e a outra feita de aço, mas com o cabo de madeira. Qual grelha você usaria? Justifique sua resposta.*

As repostas dos alunos para este problema foram unânimes: a com cabo de madeira. Foram obtidas 28 respostas, distribuídas em 9 grupos, nos quais são mostrados abaixo:

1 – “A com o cabo de madeira, pois a grelha totalmente de aço tem o perigo da pessoa se queimar pelo simples fato de absorver o calor”.

2 – “De madeira, pelo fato do aço ser condutor de temperatura”.

3 – “A grelha de aço, mas com o cabo de madeira, pois dava para pegar na parte da madeira caso tenho que tirar a grelha”.

4 – “A com o cabo de madeira, pois não conduz o calor do metal”.

5 – “Com o cabo de madeira, pois não iria ter muito calor quanto a de aço”.

6 – “Com o cabo de madeira, pois o aço é um bom condutor de calor e o cabo de madeira para não queimar a mão quando for mexer”.

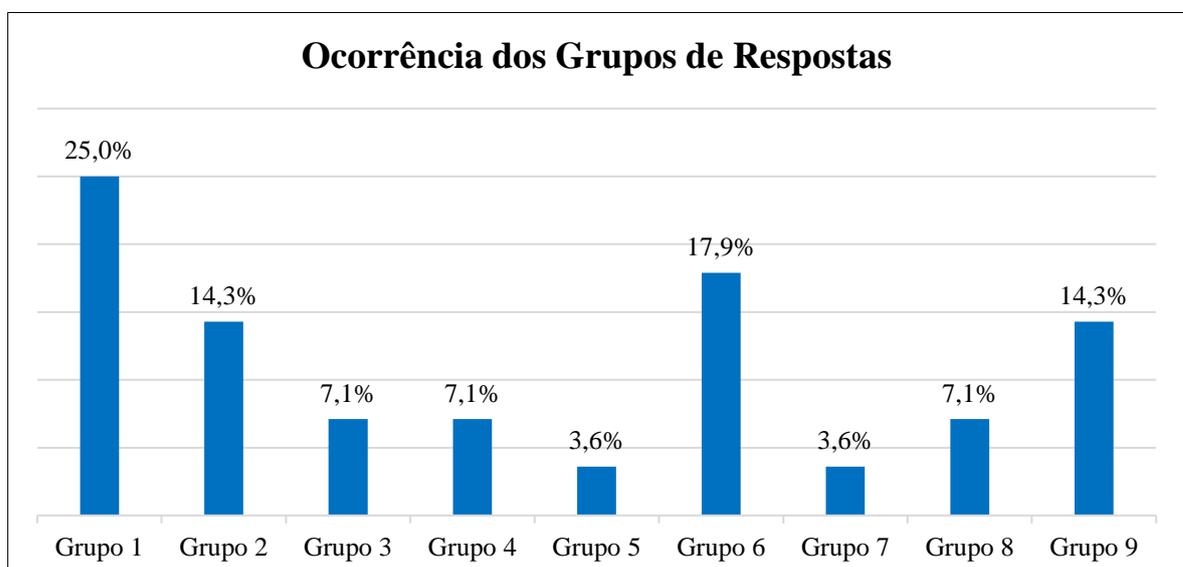
7 – “Madeira. A de aço iria aquecer muito quando fosse pegar não iria conseguir. Já a de madeira iria estar menos aquecida”.

8 – “Com o cabo de madeira. O aço é um condutor térmico e sem o cabo de madeira a mão queimaria pela temperatura elevada”.

9 – “Usaria a de cabo de madeira, pois não iria esquentar o cabo, pelo fato da madeira ser um isolante térmico”.

O gráfico a seguir mostra a ocorrência (em porcentagem) de cada grupo de resposta:

**Gráfico 14:** Ocorrência dos grupos de respostas obtidas na questão 6.



Fonte: O autor (2019).

Com base nos grupos de respostas, percebe-se que a maioria das resoluções estão coerentes com os conceitos de calor e temperatura. Foram utilizadas expressões como “absorver calor” (*grupo 1*), “não conduz calor” (*grupo 4*), “bom condutor de calor” (*grupo 6*), “menos aquecida” (*grupo 7*), “condutor térmico” (*grupo 8*) e “isolantes térmicos” (*grupo 9*), que mostram boa capacidade de descrição do fenômeno da condução térmica, que poderia facilitar na absorção dos conteúdos de calor e processos de transmissão de calor durante a aplicação do produto educacional. Também foram observadas expressões do tipo “condutor de temperatura” (*grupo 2*) e “ter muito calor” (*grupo 5*), que apresentam incoerência com os conteúdos de calor e temperatura. Porém, de forma geral, os resultados obtidos foram positivos para a pesquisa, pois as ideias subsunçoras não precisam serem perfeitas para a participação no curso de aplicação. O conhecimento vai se reestruturando durante o processo de ensino-aprendizagem.

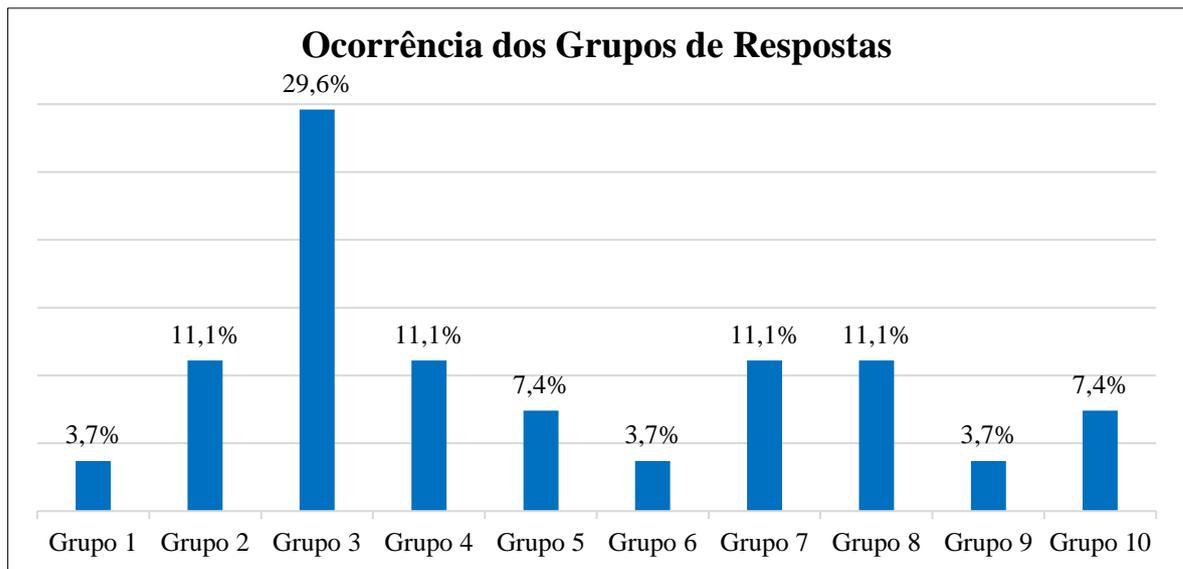
A *questão 7* abordou novamente uma situação bem vista no dia a dia das pessoas. Ela foi apresentada aos alunos com o seguinte enunciado:

**Questão 7:** *Você já deve ter observado que ao tirarmos uma garrafa com água fria da geladeira e coloca-la em cima da mesa, com a tampa fechada, ao passar do tempo algumas gotas de água começam aparecer na parte externa da garrafa. Esta água na parte externa da garrafa vem de dentro dela ou do ambiente externo? Justifique sua resposta.*

Nesta questão foram obtidas 27 respostas distribuídas nos seguintes grupos:

- 1 – *“Ambiente externo, isso porque ocorreu uma quebra de temperatura, fazendo assim receber o calor causando o suor”.*
- 2 – *“Vem de dentro da garrafa, isso ocorre por causa de mudanças de temperatura”.*
- 3 – *“Vem do ambiente externo, esse fenômeno ocorre quando o ar quente se choca com uma superfície mais fria e acaba condensando a água do ar”.*
- 4 – *“Acho que é criada após o contato do calor com a garrafa com gelo”.*
- 5 – *“Vem de dentro pois devido o líquido gelado a garrafa começa a suar”.*
- 6 – *“Da parte externa da garrafa, pois quando a temperatura ambiente entra em contato com a garrafa começa a suar a garrafa”.*
- 7 – *“Do ambiente externo, por causa da temperatura”.*
- 8 – *“Do ambiente externo. Ela estava no lugar frio e recebeu calor ao ser retirada e começou a suar”.*
- 9 – *“Do ambiente externo porque ocorre um tipo de choque com o calor e com o vapor frio”.*
- 10 – *“Vem do ambiente interno para fora por causa do calor de acordo com que a água vai esquentando”.*

O **Gráfico 15** apresenta a ocorrência de cada grupo de resposta mostrado anteriormente.

**Gráfico 15:** Ocorrência dos grupos de respostas obtidas na questão 7.

Fonte: O autor (2019).

Nesta pergunta foram obtidas justificativas excelentes para a situação abordada na questão (*grupo 3*). Também foram obtidas respostas que mostraram a falta de conhecimento sobre o conteúdo de mudança de fase, onde é estudado e evidenciado a presença de água no ar atmosférico na forma de vapor (*grupos 2 e 5*). Outras respostas apresentaram rastros de ideias subsunçoras que precisariam de conhecimentos para serem reformuladas. Isto é observado no momento em que eles tentam explicar o fenômeno térmico envolvido com palavras do tipo: “quebra de temperatura” (*grupo 1*), “contato do calor” (*grupo 4*), “temperatura ambiente entra em contato com a garrafa” (*grupo 6*), “choque com o calor e com o vapor frio” (*grupo 9*) e “por causa do calor de acordo com que a água vai esquentando” (*grupo 10*). As respostas presentes nos *grupos 7 e 8* estão coerentes com os princípios de Calorimetria, faltando apenas um rearranjo das ideias e acréscimos de novos conceitos para a reformulação da resposta. Mas não estão totalmente erradas. As explicações corretas para o problema apresentado na *questão 7* seriam abordados nos estudos sobre mudança de fase, durante a aplicação do produto educacional.

Um fato curioso que chama a atenção em boa parte dos grupos de respostas da *questão 7* foram os alunos associarem a situação da água condensar na superfície da garrafa com a ideia de “suor”. Isto levou alguns alunos a imaginarem que a água “sai” de dentro da garrafa, semelhante ao que acontece com o suor ao sair pela pele. Este ponto foi discutido em dois momentos de aplicação da pesquisa: durante os conteúdos de mudança de fase (processo de condensação) e no final do conteúdo de transmissão de calor por irradiação térmica (motivo de suarmos).

Na *questão 8* foi abordada uma situação contextualizada em um local bastante conhecido pelas pessoas do município de Marabá: A orla no rio Tocantins. Seu enunciado é apresentado a seguir:

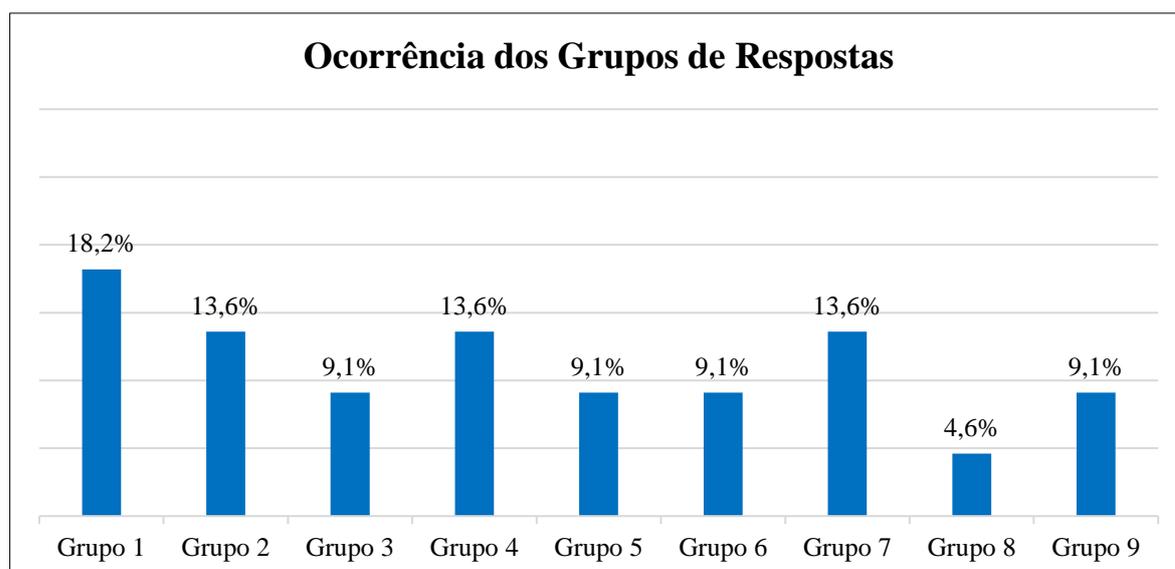
**Questão 8:** *Na orla de Marabá temos uma estrutura de concreto e tubos de aço que formam um conjunto de parapeitos para a proteção da população, evitando que as pessoas não caiam nas águas do rio Tocantins. Em dias ensolarados, se você coloca as mãos nos tubos de aço vai perceber que eles estão aquecidos. Porém, se você coloca as mãos na água do rio irá perceber que ela está mais “fria” que os tubos de aço. Por que isto ocorre?*

Nesta questão foram obtidas 22 respostas distribuídas em 9 grupos. Alguns dos alunos não se sentiram a vontade em responder e deixaram o espaço de resposta em branco. Vejamos os grupos de respostas obtidas:

- 1 – *“Porque a água está em constante movimento e não absorve tanto o calor do sol (além de estar em maior quantidade), e pelos tubos de aço serem um maior condutor térmico”.*
- 2 – *“Isso ocorre porque o ferro absorve mais Temperatura, pois ele é um condutor de calor”.*
- 3 – *“Os tubos de aço ficam aquecidos por causa da temperatura do Sol. Já a água é fria pela quantidade de frieza da parte externa”.*
- 4 – *“Porque os tubos de aço absorvem o calor e a água não”.*
- 5 – *“Porque além de estar exposto ao Sol ele absorve mais calor”.*
- 6 – *“Pois o aço é um melhor condutor de calor”.*
- 7 – *“Porque o ferro esquenta mais rápido do que a água”.*
- 8 – *“Pois os tubos ficam acima do rio”.*
- 9 – *“Porque a água tem um ponto para começar a aquecer e o aço aquece mais rápido por ser um condutor térmico”.*

A ocorrência de cada grupo de resposta desta última questão é mostrada no **Gráfico 16**.

O *grupo 1*, além de evidenciar que o metal é um bom condutor térmico, mostra uma relação entre movimento e quantidade de massa para explicar o motivo da água ser mais fria. A associação do resfriamento com o movimento da água pode ter surgido devido as observações das marés vista no rio da cidade e/ou das situações comuns do dia a dia onde temos que esfriar alguma bebida quente através do sopro ou com ajuda de um utensílio. Dessa maneira, eles podem ter assimilado que a água dissipa energia do Sol por causa da correnteza das águas, como se o aquecimento da água do rio pelo Sol fosse de maneira uniforme, distribuída por toda sua massa. E com relação a esta massa, foi também comentado que os tubos de aço aquecem mais porque tem menos massa que a água do rio, um fato importante que seria levado em consideração durante o estudo da Capacidade Térmica e Calor Específico dos materiais, onde seriam abordadas as explicações mais coerentes para a situação apresentada.

**Gráfico 16:** Ocorrência dos grupos de respostas obtidas na questão 8.

Fonte: O autor (2019).

No *grupo 2* foi observado, novamente, que o professor precisaria enfatizar a diferenciação entre temperatura e calor nos encontros de aplicação. A segunda parte da resposta é verdadeira, mas o aço não absorve “temperatura”, e sim calor (*grupo 6*).

No *grupo 3* os alunos enfatizam que o Sol tem alta temperatura e que por isso aquece o metal. Mas também foi relatado que a água possui uma certa propriedade denominada de “frieza” em sua superfície, se opondo ao Sol, e por isso não pode ser aquecida por esta estrela. Este resultado serviu para o professor criar uma estratégia de discussão durante o estudo de Calor Específico, relacionando a diferença nos aquecimentos com a diferença entre calores específicos.

O tipo de resposta vista no *grupo 4* está parcialmente correta, pois a água não é 100% isolante térmico. Os alunos precisavam saber que todos os materiais presentes no planeta conduzem calor, mesmo em baixas proporções. Isto nos impede de dizer que ela “não aquece” quando exposto ao Sol.

As respostas dos *grupos 5 e 6* estão corretas. Elas mostraram que seus autores sabiam, aparentemente, que os metais são bons condutores de calor, e por isso aquecem mais do que a água.

No *grupo 7* os alunos buscaram associar a diferença de temperatura entre o metal e água com a diferença entre as velocidades de aquecimento dessas substâncias. A resposta está correta, e durante os encontros de aplicação eles passariam a entender que a diferença entre as velocidades de aquecimento estaria relacionada com a diferença entre os calores específicos das substâncias envolvidas.

Na resposta exibida no *grupo 8*, os alunos insinuaram que o aquecimento do metal estava relacionado com a altura deste em relação a água, mostrando que o primeiro aqueceu mais porque estava “mais em cima” ou “mais próximo do Sol”. Esta foi uma resposta equivocada, tendo em vista que a diferença de altura entre os tubos de aços e a água não é relevante para o maior aquecimento do metal.

E por último, temos o *grupo 9*, onde os alunos tentaram relacionar o aquecimento da água a um determinado ponto, que lembra os pontos de mudanças de fases, mas que não tem muito a ver com o exposto na questão. O restante desta resposta está correto.

As análises feitas no questionário II serviram para auxiliarem o professor nos pontos importantes que seriam levados em conta na hora das abordagens e discussões sobre os conteúdos de Calorimetria presente no aplicativo educacional. Percebemos que algumas das respostas foram coerentes com os conteúdos de Física, e outras evidenciaram a ausência de conceitos e mal formulação das ideias interiores. Durante o processo de aplicação do produto, tivemos o intuito de causar nos alunos uma aprendizagem significativa com o auxílio do aplicativo educacional de Calorimetria, mas vale ressaltar que não tivemos o interesse de oferecer um curso totalmente novo para estes alunos, pois eles já estudaram este tema em séries anteriores. Buscamos oferecê-les suporte para modificarem sua ideia subsunçora sobre temperatura, calor e seus fenômenos, inserindo novos conhecimentos nesta estrutura que ainda estão ausentes ou foram esquecidos, fortalecendo os laços entre as definições e conceitos, criando uma ideia mais rígida e abrangente que possa ser utilizada em diferentes situações requeridas por esses discentes.

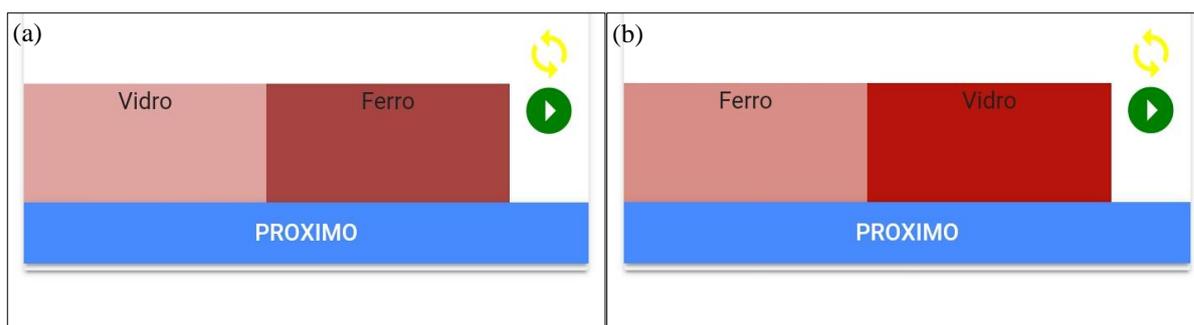
### **6.3 Resultados e Discussões sobre a Terceira Etapa da Pesquisa**

O primeiro momento desta etapa corresponde ao 2º encontro de aplicação descrito na **Tabela 04**. Nesta aula foram estudados os conteúdos de temperatura, calor, capacidade térmica, calor específico, calor sensível e potência térmica. A aula foi ministrada para 28 alunos, e durante sua execução, foi observado que as principais complicações dos alunos estavam direcionadas para as equações apresentadas. Eles tinham dificuldades em interpretar os comandos das questões, mesmo nos momentos dos exercícios resolvidos. O professor precisou intervir em todos os momentos onde as equações eram requeridas, fazendo *feedbacks* e dando dicas para os discentes relacionarem as informações dos textos e transformá-las em equação.

Um fato interessante neste encontro ocorreu durante a leitura sobre a água e seu alto calor específico. Após a leitura, o professor retornou à situação da *questão 8* do questionário II, no qual relaciona o aquecimento dos tubos de aço e da água do rio na orla de Marabá. Cerca de 5 alunos comentaram que “naquele momento, tudo fazia sentido”, se ferindo aos calores específicos dos materiais envolvidos no exemplo. Mas mesmo interrompendo o professor na hora da explicação, eles não conseguiram explicar corretamente como o fenômeno físico acontecia, mas sabiam a partir daquele instante que era devido a diferença entre os calores específicos da água e do aço. O professor formalizou a situação e todos da classe ficaram sabendo o motivo do aço aquecer mais do que a água quando expostos a uma mesma temperatura. Este ponto foi interessante, pois no momento das atividades das placas aquecidas (**Figuras 26 e 27**) a maioria dos alunos já sabiam responder, com base no calor específico das substâncias, o motivo de uma placa aquecer mais rápido do que outra.

Nesta atividade das placas foi notado um erro pelos alunos. Foi percebido que nos momentos de escolhas dos materiais vidro e o ferro, este último ficava vermelho mais rápido do que o primeiro (**Figura 35.a**), que seria o correto. Porém, trocando a ordem das placas, ou seja, primeiro o ferro e depois o vidro, notou-se que o vidro aquecia primeiro do que o ferro (**Figura 35.b**). Este erro será analisado pelos desenvolvedores do aplicativo, e logo estará disponível nas próximas atualizações.

**Figura 35:** erro no aplicativo: a) o ferro aquece mais rápido do que o vidro; b) o vidro aquece mais rápido do que o ferro, ao serem trocados de posições.



**Fonte:** O autor (2019).

O 3º encontro de aplicação iniciou com as revisões dos exercícios gerais deixados na aula anterior. Duas questões desses exercícios já tinham sido feitas pelos alunos no encontro anterior, restando outras três questões que não foram resolvidas por boa parte dos discentes. Este encontro contou com a participação de 29 alunos, nos quais somente 7 relataram ter tentado resolver as questões. Os outros nem leram as questões. Isto mostra o desinteresse por parte do aluno em aprender e mediar seu ensino nos momentos fora da sala de aula. O professor precisou

dá dicas das outras questões para eles conseguirem resolvê-las e, portanto, liberar os novos conteúdos.

Os assuntos estudados do 3º encontro foram os de Mudança de Fase e Calor Latente. Boa parte dos alunos presentes lembraram dos gráficos de mudança de fase da água apresentado no aplicativo, mas no geral ninguém lembrava o porquê da temperatura permanecer constante durante a mudança de estado físico. O professor explicou os gráficos, e relacionou o conteúdo de calor latente com as temperaturas constantes apresentadas nas curvas. Os alunos acharam interessante as mudanças de fases apresentadas nas animações que foram descritas nas **Figuras 28 e 29**. A maioria já conhecia os processos de evaporação, liquefação e solidificação da água, mas não lembravam do processo de sublimação e condensação, não de forma concisa. O professor também fez a associação entre o processo de condensação da água com a *questão 7* do questionário II, onde eles perceberam que a água na superfície externa à garrafa era proveniente do ar do local onde ela estava. Também foi explicado o processo de formação da neblina e o embasamento do vidro dos automóveis, como forma de exemplos para aumentar o conhecimento deste conteúdo, ocorrendo a aprendizagem por subordinação derivativa. Nesta aula os alunos também resolveram parte dos exercícios gerais que seriam indicados para resolverem em casa.

No 4º encontro de aplicação foram estudados os conteúdos sobre Calorímetro e Troca de Calor. Estiveram presentes 25 alunos neste encontro, e a aula iniciou com discussões acerca das dúvidas sobre os exercícios gerais que foram deixadas como dever de casa. Após este momento, durante o estudo dos conteúdos do dia, ocorreram algumas situações delicadas, pois boa parte dos discentes não tinham muita afinidade com as equações matemáticas que foram apresentadas nesta aula. O professor se esforçou para contornar a situação, e além dos exemplos e informações do conteúdo, ele precisou explicar o exercício resolvido, exercício prático, exercício proposto e mais três questões dos exercícios gerais. Ao final, a maioria dos discentes conseguiram entender o mecanismo de funcionamento das equações presentes nas trocas de calor, assim relatado por eles, e conseguiram fazer as outras duas questões que faltavam, com auxílio do professor. Foi observado que as dificuldades nas resoluções dos exercícios não estavam diretamente ligadas aos conteúdos físicos e matemáticos, mas sim com o português. Boa parte dos alunos tinham dificuldade em interpretar os textos apresentados nas questões. O professor precisou explicar detalhadamente as questões, transformando os textos apresentados em equações, fazendo indagações com os alunos, com intuito de que as construções das resoluções dos problemas partissem deles.

O 5º encontro de aplicação abordou os conteúdos de Transferência de Calor, e estiveram presentes na aula 26 alunos. De início, os alunos apresentaram um pouco de dificuldade em entender a equação de Fourier durante a leitura do assunto. Mas após as explicações do professor, todos puderam entender como cada item da equação influenciava na determinação do fluxo de calor por condução. Vale ressaltar que o entendimento do mecanismo da equação não garante que os alunos consigam resolver problemas no qual a presença da equação é requerida. Porém, saber o comportamento de cada variável na equação pode facilitar o entendimento nas interpretações dos problemas relacionados a condução de calor, ou seja, terão um conhecimento subsunçor mais estruturado para diferenciar os conceitos e definições relacionadas a situação estudada. Com relação ao valor da constante  $k$  (coeficiente de condutibilidade térmica) na equação de Fourier, os alunos passaram a conhecer o motivo da frieza e facilidade de aquecimento que os metais apresentam em relação a outros materiais com valores de  $k$  menores. O professor também relacionou este tema com outras situações já discutidas anteriormente, como por exemplo, o fenômeno de condensação da água nas tampas das panelas durante o cozimento dos alimentos. Os alunos ficaram surpresos em saber que a água condensa na tampa devido a facilidade que o metal tem em retirar e dissipar a energia recebida para o ambiente externo.

Sobre o processo de transferência por convecção, os alunos gostaram muito de aprender como ocorrem a formação dos ventos, e até mesmo de furacões. Alguns alunos comentaram que lembravam dos processos de aquecimento e resfriamento por convecção, mas não conseguiam explicar como estes fenômenos ocorriam, baseados em princípios físicos.

No conteúdo de radiação térmica, os alunos apresentaram dificuldades em diferenciar as radiações responsáveis pelo aquecimento do planeta. Eles imaginavam que a energia oriunda do Sol, responsável pelo aquecimento da Terra, era somente Calor (radiação infravermelha). O professor elaborou uma explicação baseado na teoria presente no **item 4.2.5**, e os discentes passaram a entender os tipos de radiações que chegam à Terra através do aquecimento do Sol e como o planeta responde a esta incidência de energia na forma de radiação térmica.

O restante das explicações sobre a transmissão de calor por radiação térmica continuou no 6º encontro de aplicação. Estiveram presentes no encontro 26 alunos. A aula iniciou com a discussão de duas questões dos exercícios gerais que não tinham sido feitas por parte dos alunos. As outras questões foram resolvidas por eles na noite anterior ao encontro.

No decorrer da aula, os alunos lembraram, através da leitura do aplicativo, como é o funcionamento das garrafas térmicas e o efeito estufa. Porém, o que chamou mais atenção dos discentes foi a leitura sobre o mecanismo do suor humano e o motivo de sentirmos frio quando

estamos com febre. Alguns alunos relataram que foi a primeira vez que tinham visto a explicação para estes fenômenos. Outros relataram que já tinham pesquisado na internet sobre os fatos, mas que fazia tempo e não lembravam das explicações no momento.

Ao final do 6º encontro, o professor fez uma revisão geral sobre os pontos principais dos conteúdos estudados durante a aplicação da pesquisa. Neste momento, foram respondidas dúvidas que os alunos ainda tinham, e apresentadas algumas curiosidades relacionadas ao conteúdo.

## 6.4 Resultados e Discussões sobre a Quarta Etapa da Pesquisa

Neste item faremos a discussão sobre os resultados obtidos na avaliação de aprendizagem e do questionário III (**Apêndices III e IV**, respectivamente). Esta etapa de aplicação contou com a participação de 26 alunos. Iniciaremos as discussões pela a avaliação de aprendizagem.

### 6.4.1 Avaliação de Aprendizagem

Foram elaboradas 6 questões objetivas e 2 questões subjetivas nesta avaliação. A tabela a seguir mostra a relação dos alunos e seus acertos obtidos nas 6 questões citadas anteriormente. O caractere “X” indica que houve acerto na questão, e o espaço em branco significa “erro”. As análises das respostas subjetivas serão feitas posteriormente à estas. Como forma de sigilo, tais alunos serão identificados com a letra “A” Seguido por um número que corresponde a sua posição na ordem de entrega da avaliação de aprendizagem. Esta identificação é necessária para a discussão dos resultados obtidos nas questões 7 e 8 da avaliação.

**Tabela 5:** Resultado obtidos pelos alunos nas seis primeiras questões objetivas da avaliação.

Aluno	Questão 1	Questão 2	Questão 3	Questão 4	Questão 5	Questão 6	Total de acertos
A1	X	X				X	3
A2			X			X	2
A3		X					1
A4	X	X		X		X	4
A5	X	X		X			3
A6	X	X		X		X	4

Aluno	Questão 1	Questão 2	Questão 3	Questão 4	Questão 5	Questão 6	Total de acertos
A7						X	1
A8			X	X	X	X	4
A9			X	X	X		3
A10		X	X			X	3
A11	X		X			X	3
A12							0
A13	X	X		X	X		4
A14	X	X		X			3
A15						X	1
A16	X	X		X			3
A17		X	X	X	X		4
A18	X	X	X	X	X	X	6
A19						X	1
A20	X	X	X				3
A21	X	X		X		X	4
A22	X	X		X		X	4
A23	X	X				X	3
A24	X	X	X		X		4
A25	X	X		X		X	4
A26	X		X	X	X		4

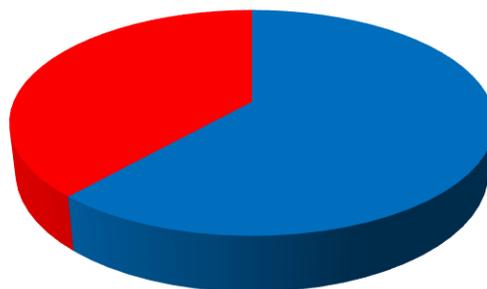
Fonte: O autor (2019).

A *questão 1* teve o intuito de saber se os alunos conseguiam encontrar a quantidade de calor utilizando equações vistas nos encontros de aplicação. Foram obtidas 16 respostas corretas, que corresponde a alternativa B. O gráfico a seguir apresenta o enunciado e os resultados, em porcentagem, obtidos nesta questão:

**Gráfico 17:** Resultados em porcentagem obtidos na questão 1 da avaliação de aprendizagem.

**Questão 1: (PUC-GO)** “Um cheiro de carne assada parece sair da cozinha [...]”. Suponha que essa carne, a uma temperatura inicial de 50 °C, se resfrie até um equilíbrio térmico com o ambiente a 25 °C. Sendo a quantidade de carne assada igual a 1,5 kg e o calor específico da carne igual a 0,77 cal/(g · °C), a quantidade de energia na forma de calor que a carne assada perde para o ambiente é

a) 28 875 J                      b) 28 875 cal                      c) 28,875 cal                      d) 28,875 J



■ Alternativa correta: B (61,5 %)                      ■ Demais alternativas: (38,5 %)

Fonte: O autor (2019).

A maioria dos alunos que responderam a questão corretamente, fizeram o cálculo da quantidade de calor utilizando a fórmula  $Q = c m \Delta\theta$ , mostrando que eles aprenderam de forma significativa, construindo a equação através das informações textuais apresentadas.

Os outros alunos que marcaram as outras alternativas podem ter confundido os valores ou unidade de calor usados na questão, que podem estar relacionados a ideias subsunçoras mal formuladas. Este fato nos mostra que para esses alunos a aprendizagem não ocorreu de forma significativa.

A *questão 2* teve o objetivo de verificar o conhecimento do aluno com relação aos conceitos e definições sobre calor e temperatura (veja o **Gráfico 18**). Nesta questão foram obtidas 17 alternativas B, que corresponde a alternativa correta. Este valor em acertos mostra um resultado positivo com relação à aprendizagem adquirida durante o curso de aplicação do produto educacional, com relação a este tema. As informações em porcentagens obtidas nesta questão estão mostradas no gráfico a seguir:

**Gráfico 18:** Resultados em porcentagem obtidos na questão 2 da avaliação de aprendizagem.

**Questão 2: (UEPB-PB)** Numa aula de Física, um aluno é convocado para explicar fisicamente o que acontece quando um pedaço de ferro quente é colocado dentro de recipiente contendo água fria. Ele declara: “o ferro é quente porque contém muito calor”. A água é mais fria que o ferro porque contém menos calor que ele. Quando os dois ficam juntos, parte de calor contido no ferro passa para a água, até que eles fiquem com o mesmo nível de calor... e, é aí que eles ficam em equilíbrio”. Tendo como referência as declarações do aluno e considerando os conceitos cientificamente corretos, analise as seguintes proposições:

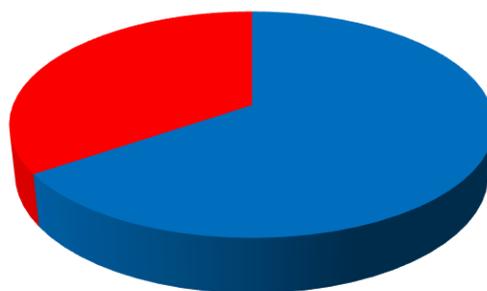
**I.** Segundo o conceito atual de calor, a expressão: “o ferro é quente porque contém muito calor”, está errada.

**II.** Em vez de declarar: “... parte do calor contido no ferro passa para a água”, o aluno deveria dizer que “existe uma transferência de temperatura entre eles”.

**III.** “... até que eles fiquem com o mesmo nível de calor... e, aí é que eles ficam em equilíbrio” é correto, pois quando dois corpos atingem o equilíbrio térmico seus calores específicos se igualam.

Assinale a alternativa correta:

- |   |  |
|---|--|
| a) Todas as proposições são verdadeiras.          | b) Apenas a proposição I é verdadeira.   |
| c) Apenas a proposição II é verdadeira.           | d) Apenas a proposição III é verdadeira. |
| e) Apenas as proposições I e III são verdadeiras. |  |



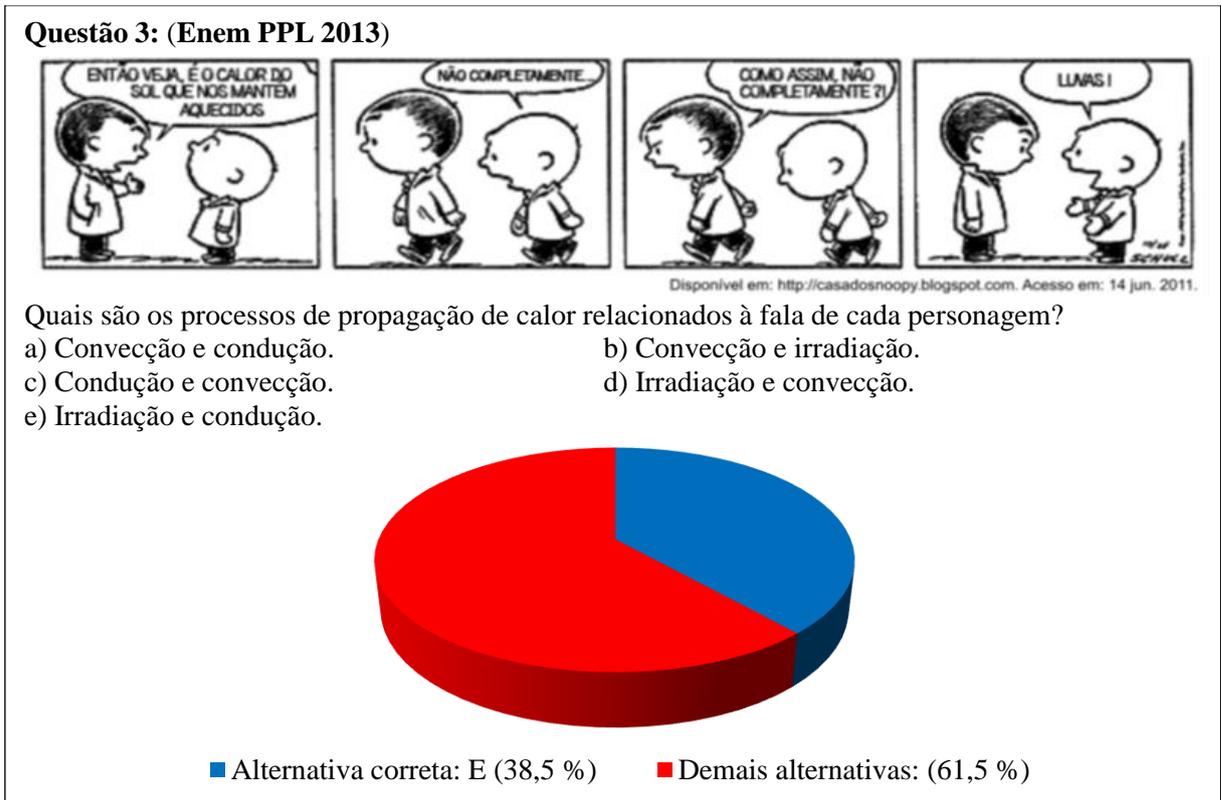
■ Alternativa correta: B (65,4 %)      ■ Demais alternativas: (34,6 %)

Fonte: O autor (2019).

Na *questão 3* tivemos um baixo rendimento com relação a aprendizagem significativa (veja o **Gráfico 19**). Esta questão apresentou um diálogo entre dois garotos, em que um deles retratava que é o calor do Sol que nos mantém aquecidos e o outro contradiz a primeira afirmação dizendo que as luvas também nos aquecem. O intuito do problema era avaliar como estava os conhecimentos dos alunos com relação aos fenômenos de transferência de calor estudados durante a aplicação. Foram obtidas apenas 10 respostas corretas (alternativas E).

Além da Alternativa E, tivemos um número aproximado de marcações na alternativa D (8 respostas). Alguns alunos comentaram com o professor, após a prova, que se confundiram e não interpretaram direito o problema. Eles relataram que marcaram a alternativa D porque imaginaram que ao redor da luva estava presente o ar atmosférico, que por ser um fluido, estaria transmitindo o calor por convecção. Era necessária uma atenção maior para perceber que a luva impede que o calor do corpo seja “conduzido” para o ambiente externo.

**Gráfico 19:** Resultados em porcentagem obtidos na questão 3 da avaliação de aprendizagem.

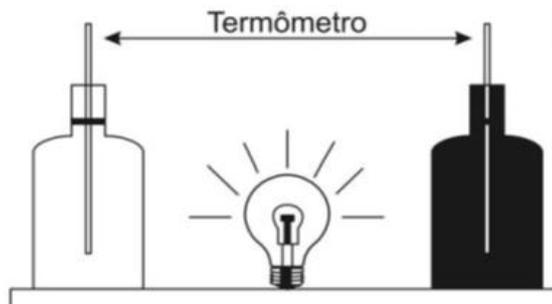


**Fonte:** O autor (2019).

A *questão 4* exigia dos alunos uma forte interpretação de texto, além dos conteúdos sobre temperatura e transferência por radiação térmica. Tivemos 14 acertos, e os resultados obtidos em porcentagem estão representados no gráfico a seguir:

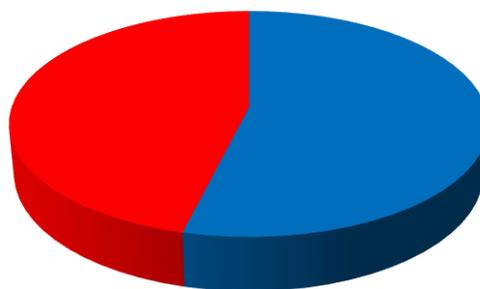
**Gráfico 20:** Resultados em porcentagem obtidos na questão 4 da avaliação de aprendizagem.

**Questão 4: (Enem 2013)** Em um experimento foram utilizadas duas garrafas PET, uma pintada de branco e a outra de preto, acopladas cada uma a um termômetro. No ponto médio da distância entre as garrafas, foi mantida acesa, durante alguns minutos, uma lâmpada incandescente. Em seguida a lâmpada foi desligada.



Durante o experimento, foram monitoradas as temperaturas das garrafas: a) enquanto a lâmpada permaneceu acesa e b) após a lâmpada ser desligada e atingirem equilíbrio térmico com o ambiente. A taxa de variação da temperatura da garrafa preta, em comparação à da branca, durante todo experimento, foi

- igual no aquecimento e igual no resfriamento.
- maior no aquecimento e igual no resfriamento.
- menor no aquecimento e igual no resfriamento.
- maior no aquecimento e menor no resfriamento.
- maior no aquecimento e maior no resfriamento.



■ Alternativa correta: E (53,8 %)    ■ Demais alternativas: (46,2 %)

**Fonte:** O autor (2019).

Alguns alunos comentaram que esta questão foi a mais difícil da avaliação. Eles afirmaram que sabiam que o corpo escuro aquecia mais rápido do que o claro, e que também esfriava mais rapidamente, mas acabaram, mais uma vez, se confundido e interpretando erradamente o problema. Um dos motivos que pode ter levados os alunos a cometerem esse erro seria o fato deles não terem aprendido a associar o “aquecimento mais rápido” e “resfriamento mais rápido” com variações nas taxas de temperaturas. Ou seja, um material que aquece mais rápido, aumenta a temperatura mais rápido, e o que esfria mais rápido, diminui sua temperatura mais rápido. Dessa forma, a garrafa de cor preta durante o aquecimento e o resfriamento, sofrerá uma maior taxa de variação na temperatura em relação a qualquer outra garrafa com cor diferente. Portanto, assim como os alunos que marcaram a alternativa D na

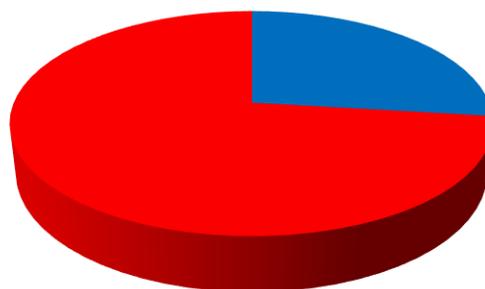
questão 3, é evidenciado que a aprendizagem significativa não foi atingida por completo com esses discentes.

Na *questão 5* voltamos a ter um resultado negativo com relação a aprendizagem. Foram obtidas apenas 7 respostas corretas (alternativa B do problema). O **Gráfico 21** apresenta os resultados obtidos em porcentagem.

**Gráfico 21:** Resultados em porcentagem obtidos na questão 5 da avaliação de aprendizagem.

**Questão 5:** (UFV – MG) Quando dois corpos de materiais diferentes estão em equilíbrio térmico, isolados no meio ambiente, pode-se afirmar que:

- o mais quente é o que possui menor massa.
- apesar do contato, suas temperaturas não variam.
- o mais quente fornece calor ao mais frio.
- o mais frio fornece calor ao mais quente.
- suas temperaturas dependem de suas densidades.



■ Alternativa correta: B (27 %)    ■ Demais Alternativas: (73 %)

**Fonte:** O autor (2019).

Um fato chamou a atenção nesta questão: cerca de 50% das respostas foram para a alternativa C, que corresponde a uma afirmação verdadeira, dentro dos conteúdos de calor, mas não corresponde ao que foi pedido na questão. Após a prova, alguns alunos comentaram que alternativa C era a verdadeira porque para atingir o equilíbrio térmico, o calor do mais quente teria que passar para o mais frio, demonstrando a falta de interpretação para o enunciado da questão. Porém, mesmo não tendo marcado a alternativa certa, subentende-se que estes alunos absorveram partes dos conteúdos ministrados em sala, mostrando que pontes foram feitas entre o que foi ensinado e as ideias subsunçoras, que podem ser melhoradas de acordo com a vivência e aprendizagem desses alunos em sociedade.

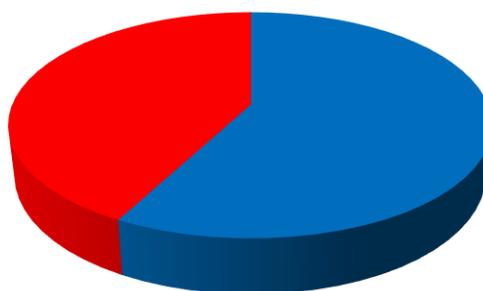
Durante a discussão, outros alunos que marcaram a alternativa correta, comentaram que marcaram a letra B por causa da informação de que “temperatura dos corpos não variam” após o equilíbrio térmico. Acredita-se que estes últimos tenham aprendido de forma significativa a parte teórica do conteúdo de equilíbrio térmico.

Na *questão 6* foram obtidos resultados positivos com relação a aprendizagem. Um total de 15 respostas foram marcadas de forma corretas (alternativas E). Esta pergunta teve o objetivo de saber se os alunos conseguiram entender durante os encontros de aplicações que existem materiais que são condutores de calor e outros que são isolantes térmicos. E apesar de não termos falado diretamente em cobertor, foi comentado nas aulas sobre alguns materiais que o compõe (por exemplo: a lã), exigindo que os alunos aplicassem o conhecimento aprendido em uma situação diferente das estudadas em sala de aula. O enunciado e os resultados em porcentagem obtidos na questão estão representados no gráfico a seguir:

**Gráfico 22:** Resultados em porcentagem obtidos na questão 6 da avaliação de aprendizagem.

**Questão 6:** (U.F.São Carlos-SP) Um grupo de amigos compra barras de gelo para um churrasco, num dia de calor. Como as barras chegam com algumas horas de antecedência, alguém sugere que sejam envolvidas num grosso cobertor para evitar que derretam demais. Essa sugestão

- é absurda, porque o cobertor vai aquecer o gelo, derretendo-o ainda mais depressa.
- é absurda, porque o cobertor facilita a troca de calor entre o ambiente e o gelo, fazendo com que ele derreta ainda mais depressa.
- é inócua, pois o cobertor não fornece nem absorve calor ao gelo, não alterando a rapidez com que o gelo derrete.
- faz sentido, porque o cobertor facilita a troca de calor entre o ambiente e o gelo, retardando o seu derretimento.
- faz sentido, porque o cobertor dificulta a troca de calor entre o ambiente e o gelo, retardando o seu derretimento.



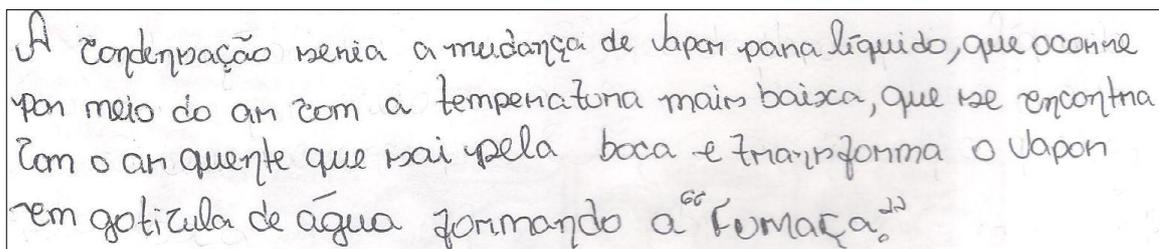
■ Alternativa correta: E (57,7 %)    ■ Demais alternativas: (42,3 %)

**Fonte:** O autor (2019).

As próximas questões foram de respostas subjetivas. Para a *questão 7*, foram obtidas basicamente 5 grupos de respostas, nos quais serão mostrados nas **Figuras 36, 37, 38, 39 e 40**. Esta questão foi apresentada aos alunos com o seguinte enunciado:

**Questão 7:** *Em dias frios, quando pronunciamos algo, observamos a formação de uma “fumaça” saindo do interior de nossas bocas. O que seria esta fumaça? Como ela é formada?*

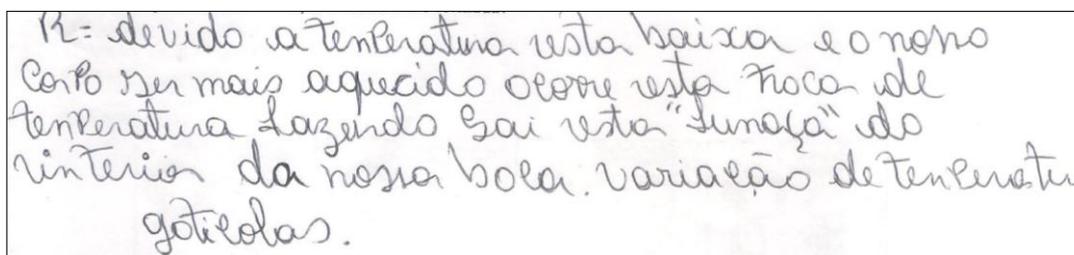
Iniciaremos a discussão pelo modelo de resposta exibido na **Figura 36**:

**Figura 36:** Resposta dada pelo aluno A18 para a questão 7.


A condensação ocorre a mudança de vapor para líquido, que ocorre por meio do ar com a temperatura mais baixa, que se encontra com o ar quente que sai pela boca e transforma o vapor em gotículas de água formando a "fumaça".

Fonte: O autor (2019).

Esta pergunta tinha como objetivo principal analisar a capacidade do aluno explicar o fenômeno da mudança de fase com suas próprias palavras, através de uma situação problema que envolve o processo de condensação do vapor de água após este ser injetado pelo pulmão e se expandir na região externa e próxima à boca. Respostas semelhantes à do aluno A18 (**Figura 36**) foram obtidas pelos alunos A1, A4, A8, A9, A13, A14, A16, A17, A20, A21, A22, A23, A24 e A25. Acreditamos que esses alunos aprenderam de forma significativa o conteúdo de condensação, devido a qualidade da resposta obtida nesta questão. Se observarmos a **Tabela 5**, podemos notar que a maioria desses alunos também obtiveram bons rendimentos nas questões objetivas. A **Figura 37** nos mostra o segundo tipo de resposta obtidos na *questão 7*:

**Figura 37:** Resposta dada pelo aluno A10 para a questão 7.


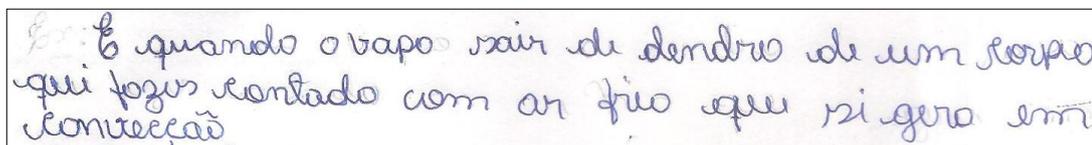
R: devido a temperatura esta baixa e o nosso corpo ser mais aquecido ocorre esta troca de temperatura fazendo sair esta "fumaça" do interior da nossa boca. variação de temperatura gotículas.

Fonte: O autor (2019).

Observamos na figura anterior que o tipo de resposta exibido utiliza a definição de temperatura de maneira equivocada. Além do aluno A10, este tipo de resposta foi apresentado pelos alunos A6 e A26. É perceptivo que estes alunos não aprenderam a diferenciar o conceito de calor e temperatura, voltando a tratar "troca de calor" como sendo "troca de temperatura", e ainda, mostrando que a aprendizagem significativa não foi atingida de maneira completa. Nesta situação, as ideias que serviram de âncora não foram modificadas de maneira correta. A clareza e a firmeza dessas ideias determinam o nível e a estabilidade do aprendizado da nova ideia. Quando o aluno utiliza uma ideia subsunçora não tão sólida durante o processo de ensino-aprendizagem, podem haver conflitos entre as ideias âncoras e as ideias encoradas, fazendo com que estas se percam ou não se diferenciem de forma adequada. Este fenômeno pode gerar

problemas como mistura e/ou confusão dos conteúdos estudados. O terceiro tipo de respostas é mostrado na figura a seguir:

**Figura 38:** Resposta dada pelo aluno A5 para a questão 7.

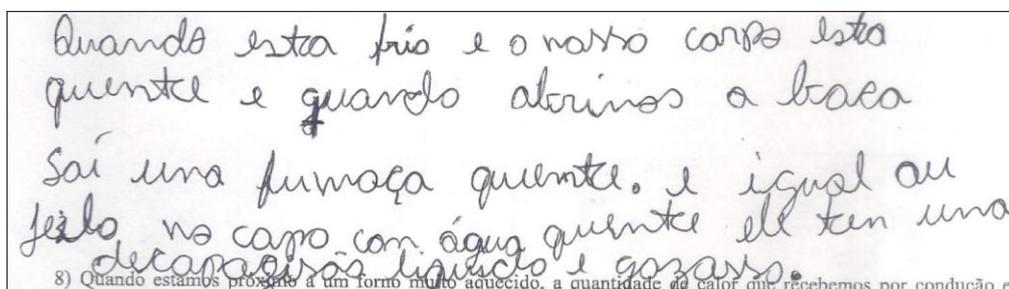


É quando o vapor sair de dentro de um corpo que fogos resfriado com ar frio que ri gera em convecção.

**Fonte:** O autor (2019).

A resposta do aluno A5 foi semelhante à do aluno A3. Percebe-se que esses discentes tentaram associar o fluxo de ar quente do corpo que sai pela boca em contato com o ar frio ao fenômeno de convecção. Essa resposta é interessante, pois de fato quando o ar quente sai da boca ele sobe, mas logo é resfriado, se dispersando na região à sua volta, formando por um curto intervalo de tempo correntes de convecção. Mas como as respostas dadas não estão diretamente associadas a resposta esperada para o problema, podemos dizer que esses alunos não construíram todas as pontes necessárias com as ideias subsunçoras que regem o conteúdo em questão. Em outras palavras, faltou conhecimento desses alunos em relação ao processo de mudança de fase da matéria, mesmo eles tendo exibidos rastro subsunçores coerente com o conteúdo de transferência de calor por convecção, que por sua vez, necessita de modificações futuras que podem ser obtidas através da aprendizagem contínua em seus meios sociais. A figura a seguir apresenta o quarto tipo de resposta obtida na *questão 7*:

**Figura 39:** Resposta dada pelo aluno A12 para a questão 7.



Quando esta frio e o nosso corpo esta quente e quando abrimos a boca sai uma fumaça quente. e igual au feijo no caso com água quente ele tem uma decapacirás líquido e gozando.

8) Quando estamos próximos a um forno muito aquecido, a quantidade de calor que recebemos por condução e

**Fonte:** O autor (2019).

Este tipo de resposta foi dado pelos alunos A12 e A19. Nela percebemos que os alunos não conseguiram associar o fenômeno apresentado na questão a algum processo estudados no curso de aplicação. Eles fizeram associação da “fumaça” descrita na questão, com outra situação comum do dia a dia, que corresponde a condensação da água presente no ar quando

colocamos gelo em água, e percebemos a formação da fumaça em sua proximidade. Podemos dizer, neste caso, que não houve um alargamento significativo na estrutura cognitiva desses alunos, ou seja, as ideias não se firmaram de maneira sólida com as ideias subsunçoras, não havendo diferenciação do conhecimento durante os encontros de aplicação. A relação que os alunos fizeram com o gelo na água nos mostra que esta ideia está melhor solidificada do que as ideias que foram oferecidas durante o curso. A TAS nos diz que neste caso, o que foi aprendido não foi interessante e significativo o suficiente para causar modificações na ideia subsunçora inicial, o que pode ter levado ao esquecimento de ideias. Uma outra possibilidade seria a ligação do novo conteúdo às ideias subsunçoras não tão rígidas, fazendo com a ideia esteio se reduza a nova ideia aprendida, ou não consiga entender os significados da nova informação. A seguir, temos o quinto e último tipo de resposta a serem apresentados para a *questão 7*:

**Figura 40:** Resposta dada pelo aluno A2 para a questão 7.

bocas. O que seria esta fumaça? E como ela é formada? ESSA FUMAÇA PORQUE ESTAMOS COM FRIO E ESSA FUMAÇA VEM COMO VAPORES CHAMADA DE FUMAÇA

**Fonte:** O autor (2019).

Além do aluno A2, esta resposta foi semelhante as fornecidas pelos alunos A7, A11 e A15. Observamos que este tipo de resposta está relacionado ao mesmo problema exposto no parágrafo anterior, ou seja, a ideia subsunçora desses alunos não sofreram modificações consideráveis a ponto de influenciar na sua capacidade de expressão diante de um determinado problema descritos nos mesmos moldes do que foi ensinado em sala de aula.

A próximo problema de natureza subjetiva que trataremos neste momento é a *questão 8*. Esta questão foi apresenta aos alunos com o seguinte comando:

**Questão 8:** Quando estamos próximo a um forno muito aquecido, a quantidade de calor que recebemos por condução e convecção é relativamente pequena. Entretanto, sentimos que estamos recebendo uma grande quantidade de calor. Por que isto ocorre?

Para este enunciado, foram obtidos 4 grupos de respostas, no qual iniciaremos as discussões com o tipo descrito na **Figura 41**:

**Figura 41:** Resposta dada pelo aluno A25 para a questão 8.

Por irradiação.  
Que vem por ondas eletromagnéticas até o corpo

**Fonte:** O autor (2019).

A resposta da figura anterior foi a mais correta obtida nesta questão. Além do aluno A25, os discentes A1, A4, A5, A6, A8, A9, A14, A16, A17, A18, A20, A23 e A24 também responderam de forma semelhante ao exposto na **Figura 41**. Percebe-se que neste grupo de respostas os alunos conseguiram associar o fenômeno de transmissão de calor por irradiação a uma situação onde o processo de convecção e condução tem baixas taxas de transferência. Talvez estes alunos responderam dessa forma com base na explicação sobre o aquecimento das fogueiras, evidenciado nos encontros de aplicação. Assim, podemos crer que esses alunos aprenderam de forma significativa o básico sobre o conteúdo de transmissão de calor por irradiação, mesmo que alguns destes tenham errado a *questão 3* da avaliação por causa de interpretação, onde foi abordado o mesmo conteúdo. Isto nos mostra que a ideia subsunçora sobre transferência de calor ainda não está totalmente rígida na estrutura subsunçora desses discentes. A figura a seguir apresenta o segundo grupo de respostas para a *questão 8*:

**Figura 42:** Resposta dada pelo aluno A13 para a questão 8.

Por que isto ocorre? ACONTECE PORQUE O CALOR FORNECIDO PELO FORNO É LIBERADO NO AR ONDE ESTAMOS, ESSE AMBIENTE TEMDE A FICAR MAIS QUENTE AUMENTANDO TAMBEM A TEMPERATURA DO NOSSO CORPO

**Fonte:** O autor (2019).

Os alunos que responderam de forma semelhante ao exibido na **Figura 42** (aluno A13) foram os A10 e A11. Neste grupo de resposta foi observado que os alunos tentaram relacionar o aquecimento do corpo humano com o ar aquecido ao redor da pessoa. Em outras palavras, eles queriam afirmar que o forno aquecia primeiro o ar, e depois, este calor era repassado do “ambiente” para a pessoa. Observa-se que estes alunos não aprenderam de maneira significativa, pois apesar do ar ser um péssimo condutor de calor, o próprio comando da questão já citou que os processos de condução e convecção não são significantes para representar a alta taxa de calor que uma pessoa recebe quando está perto de um forno aquecido. A seguir é mostrado o terceiro tipo de resposta obtida nesta *questão 8*:

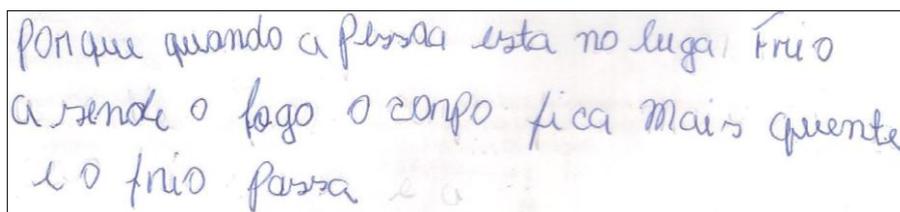
**Figura 43:** Resposta dada pelo aluno A3 para a questão 8.

Por que isto ocorre? Irradiação e convecção  
Porque nesse processo de transmissão de calor a temperatura do forno é maior do que a do nosso corpo

**Fonte:** O autor (2019).

Este tipo de retorno (**Figura 43**) também foi fornecida de forma semelhante pelos alunos A15, A19 e A21. Neste grupo de resposta foi observado que os alunos relacionaram, além do processo de irradiação, outros meios de transmissão como condução e convecção. Isto mostra que estes alunos se confundiram com o que foi enunciado na questão, além de não conseguirem desenvolver uma explicação melhor para a situação. Se durante os encontros de aplicação esses alunos prestaram atenção no conteúdo trabalhado em sala, pode-se dizer que o material e didática do professor não foram significativos para causar um alargamento na ideia subsunçora sobre este conteúdo. A fragilidade dos elos entre o que está sendo aprendido com o que já se sabe, leva ao fácil esquecimento de tópicos importante do assunto. Porém, podemos perceber que a ideia de como o calor se transfere de um corpo para o outro pode ter sido retida na estrutura cognitiva desses alunos, mesmo não tendo se modificado para outros temas menos inclusivos. O último tipo de resposta para a *questão 8* é exibido na figura a seguir:

**Figura 44:** Resposta dada pelo aluno A7 para a questão 8.



Porque quando a pessoa esta no lugar frio a sende o fogo o corpo fica mais quente e o frio passa

**Fonte:** O autor (2019).

Este tipo de resposta mostra que esses alunos também se confundiram com o enunciado da questão, e relataram outra situação no qual não está ligada aos tipos de resposta esperada para o problema. Eles podem ter interpretado a questão de forma errada ou não conseguiram lembrar das definições sobre os tipos de transferência de calor. De qualquer forma, este tipo de resposta nos mostra que os conteúdos desenvolvidos durante o curso de aplicação do produto educacional não foram suficientes para causar modificações nas ideias subsunçoras desses alunos, ou seja, não houve uma aprendizagem significativa com relação a este tema. Apenas algumas ideias mais inclusivas ficaram retidas, nos quais precisam de amadurecimento para criar uma estrutura cognitiva mais sólida, capaz de responder a diferentes situações envolvendo o conteúdo da Calorimetria.

Se considerarmos a média avaliativa da rede estadual de ensino médio, determina pela Secretaria de Educação do Estado do Pará (SEDUC-PA), podemos estipular uma nota avaliativa para a avaliação de aprendizagem da pesquisa. A nota mínima que o aluno de ensino médio precisa ter para ser aprovado em uma disciplina de seu período letivo é 5. Dessa forma, se

considerarmos para cada questão objetiva a nota 1,25, e a nota 1,25 para cada questão subjetiva corretas (somente os tipos exibidos nas **Figuras 36 e 41**), chegamos aos seguintes resultados:

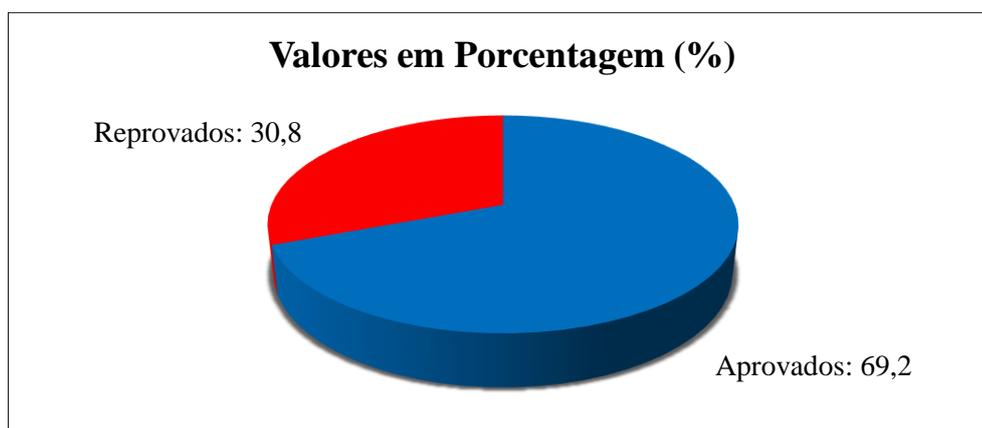
**Tabela 06:** Resultado final da avaliação de aprendizagem.

Aluno	Notas das questões objetivas	Notas das questões subjetivas	Nota Final	Aluno	Notas das questões objetivas	Notas das questões subjetivas	Nota Final
A1	3,75	2,5	6,25	A14	3,75	2,5	6,25
A2	2,5	0	2,5	A15	1,25	0	1,25
A3	1,25	0	1,25	A16	3,75	2,5	6,25
A4	5	2,5	7,5	A17	5	2,5	7,5
A5	3,75	1,25	5	A18	7,5	2,5	10
A6	5	1,25	6,25	A19	1,25	0	1,25
A7	1,25	0	1,25	A20	3,75	2,5	6,25
A8	5	2,5	7,5	A21	5	1,25	6,25
A9	3,75	2,5	6,25	A22	5	1,25	6,25
A10	3,75	0	3,75	A23	3,75	2,5	6,25
A11	3,75	0	3,75	A24	5	2,5	7,5
A12	0	0	0	A25	5	2,5	7,5
A13	5	1,25	6,25	A26	5	0	5

Fonte: O autor (2019).

Pela tabela anterior, observamos que 18 alunos tiveram notas maiores ou iguais a 5, e 8 alunos ficaram com notas abaixo de 5. O **Gráfico 23** apresenta a quantidade, em porcentagem, dos alunos aprovados no curso de aplicação.

**Gráfico 23:** Resultado final obtido na avaliação de aprendizagem.



Fonte: O autor (2019).

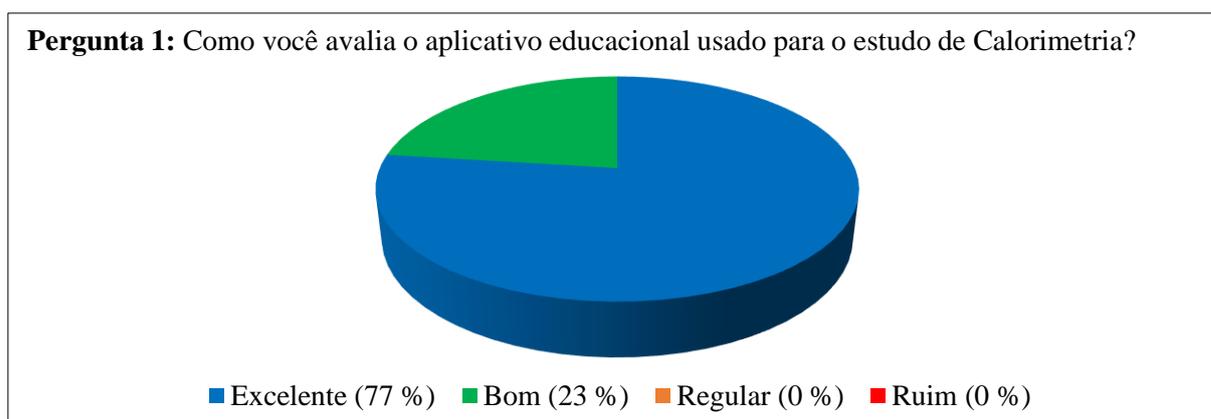
Os valores exibidos no gráfico anterior mostram que o ensino mediado com auxílio do produto educacional desta dissertação conseguiu obter resultados positivos com relação ao aprendizado do aluno. Foram obtidos 69,2% de aprovação numa avaliação que abordou em sua

estrutura questões diferentes das apresentadas no aplicativo educacional durante o curso de aplicação, como instruído na TAS. Estes resultados são importantes para indicarem a eficácia dos materiais e dos métodos utilizados durante a aplicação deste trabalho. Os dados mostram que o aplicativo pode ser usado como recurso didático para auxiliar alunos do ensino médio no estudo de Calorimetria por meio da aprendizagem móvel.

#### 6.4.2 Questionário III

A primeira pergunta do questionário III visou obter informações sobre a opinião dos alunos com relação à avaliação do aplicativo educacional. Foram obtidas 6 respostas para “Bom” e 20 respostas para “excelente”. O gráfico a seguir mostra o enunciado da pergunta e os resultados obtidos em porcentagem:

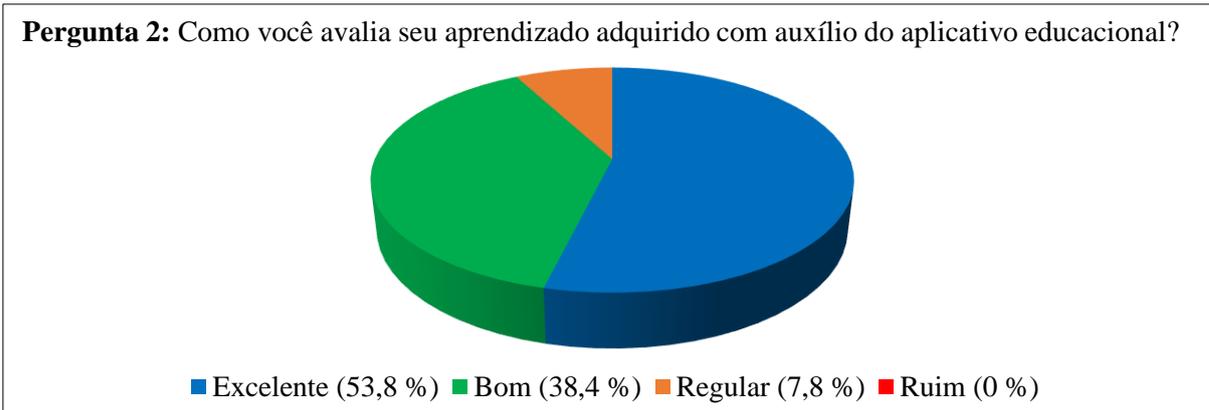
**Gráfico 24:** Resultados em porcentagem obtidos na pergunta 1 do questionário III.



**Fonte:** O autor (2019).

O gráfico anterior mostra que o aplicativo educacional teve avaliação “Excelente” para 77% dos alunos, e 23% de avaliações “Bom” para o restante dos discentes participantes da pesquisa. Isto mostra que o produto educacional desta dissertação, associado a uma aprendizagem móvel, pode causar grande interesse e aceitação por parte dos alunos. Também mostra que todos os esforços dedicados na construção do produto educacional foram gratificantes diante do resultado positivo fornecidos pelos alunos que o utilizaram.

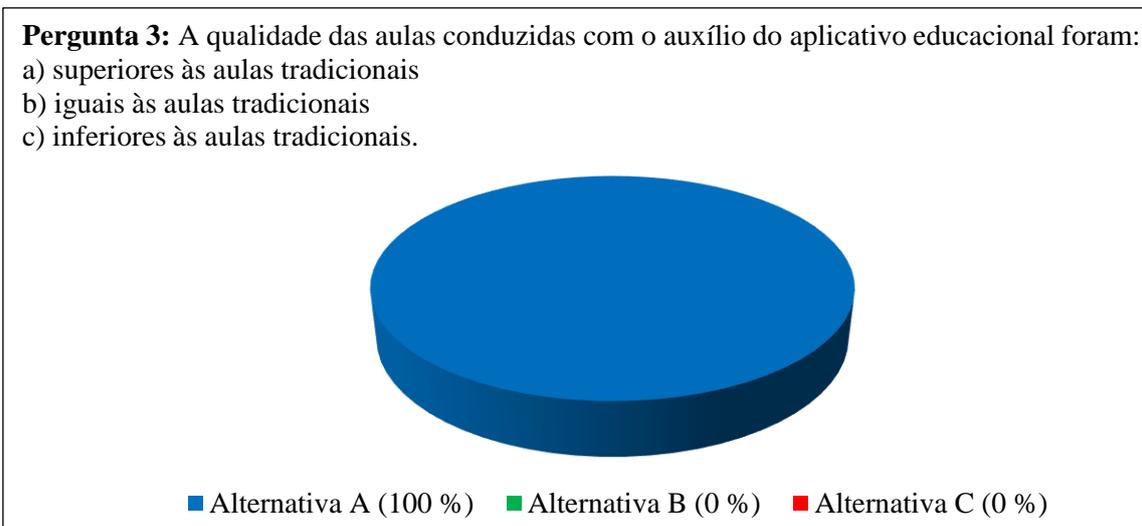
A *pergunta 2* teve o intuito de saber qual a opinião dos alunos com relação ao aprendizado adquirido durante a pesquisa. Foram obtidas 2 respostas para regular, 10 para bom e 14 para excelente. Em porcentagem, temos os seguintes valores:

**Gráfico 25:** Resultados em porcentagem obtidos na pergunta 2 do questionário III.

**Fonte:** O autor (2019).

Se for feito o agrupamento das respostas boas com as respostas excelentes, notamos que mais de 90% dos alunos envolvidos na pesquisa afirmaram que tiveram um bom relacionamento com o produto educacional em relação ao processo de ensino-aprendizagem. Esses números indicam que o aplicativo utilizado na pesquisa proporcionou um certo nível de aprendizagem aos alunos participantes, nos quais eles mesmos foram capazes de notá-lo e diferenciá-lo dos conhecimentos anteriores aos encontros. Dessa forma, propor o aplicativo, junto ao uso de *smartphones*, como ferramentas complementares ao ensino dentro de sala de aula, podem trazer resultados significantes ao aprendizado dos alunos envolvidos.

A terceira pergunta preocupou-se em avaliar as opiniões dos alunos sobre as aulas conduzidas com o auxílio do aplicativo educacional em comparação com as aulas tradicionais. Veja o gráfico a seguir:

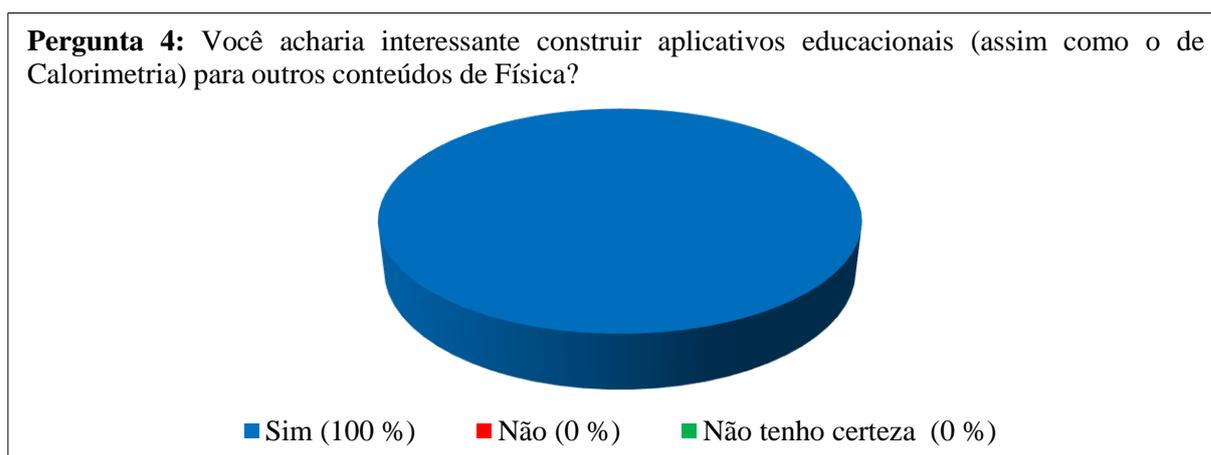
**Gráfico 26:** Resultados em porcentagem obtidos na pergunta 3 do questionário III.

**Fonte:** O autor (2019).

Foram obtidos 100% das respostas para o item “superiores às aulas tradicionais”. Este resultado nos mostra que o produto educacional desta dissertação pode ser usado como facilitador na aprendizagem de Calorimetria, proporcionando um ambiente mais atrativo, com a utilização de uma tecnologia, que no momento, são proibidas em muitas escolas do país, e ainda, podem criar um meio de aprendizagem capaz de contribuir cada vez com o rompimento dos paradigmas tradicionais de ensino.

A *pergunta 4* teve o objetivo de saber se os alunos achariam interessante construir outros aplicativos nos moldes do produto utilizado nesta pesquisa (Veja o **Gráfico 27**). Foram obtidos 100% de respostas “Sim”, um resultado que serve de incentivo para a criação de novos aplicativos com temas diversos da área de Física, e dessa forma, agrupar diferentes informações educacionais que podem ser usadas em sala de aula com auxílio dos *smartphones*.

**Gráfico 27:** Resultados em porcentagem obtidos na pergunta 4 do questionário III.



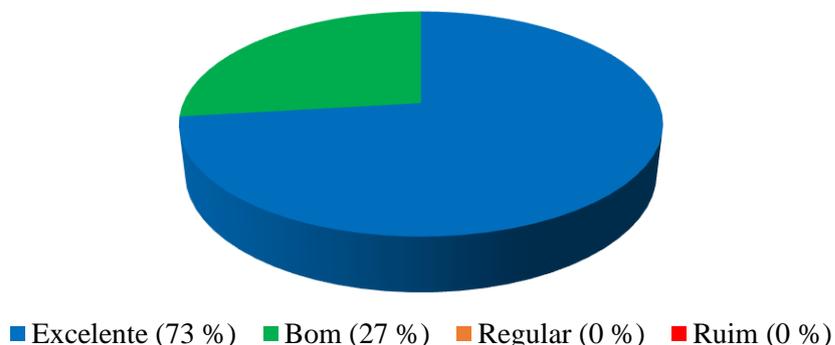
**Fonte:** O autor (2019).

A *pergunta 5* teve o objetivo de avaliar a conduta do professor durante as aulas ministradas na aplicação da pesquisa. Foram obtidas 7 respostas como “Bom”, e 19 respostas como “Excelente”. O **Gráfico 28** mostra o comando e os resultados em porcentagem obtidos nesta questão.

Os dados obtidos na *pergunta 5* mostram um resultado significativo com relação a conduta do professor durante as aulas. É importante lembrar que este profissional é peça chave para qualquer tipo de material pedagógico introduzido em sala de aula. Não basta ter um bom material didático se o professor em classe não se empenha em conhecer e utilizar todas as suas potencialidades para fornecer um ensino de qualidade que venha a ser prazeroso para todos os envolvidos. Dessa forma, tanto o produto educacional quanto o professor, influenciaram de forma direta para a aceitação do modelo de aprendizagem imposta durante a pesquisa.

**Gráfico 28:** Resultados em porcentagem obtidos na pergunta 5 do questionário III.

**Pergunta 5:** Como você avalia a conduta do professor nas aulas ministradas com auxílio do aplicativo educacional de Calorimetria?



**Fonte:** O autor (2019).

A *pergunta 6* exigia uma resposta subjetiva dos alunos, com relação a utilização do aplicativo educacional de Calorimetria utilizado durante a pesquisa. Ela foi apresentada aos alunos com o seguinte enunciado:

**Pergunta 6:** *Nesta questão, caso você ache necessário, use as linhas a seguir para tecer comentários sobre a utilização do aplicativo educacional de Calorimetria e também críticas ou sugestões para o melhoramento do mesmo.*

Apesar do aplicativo ter recebido elogios significativos entre as respostas, buscamos neste momento evidenciar os pontos negativos e dicas de melhorias observados pelos alunos com relação a utilização do produto.

Um dos pontos negativos citados pelos educandos foi o fato do aplicativo demorar alguns segundos para abrir sua página inicial e começar a funcionar. Os alunos comentaram que compararam o tempo de inicialização do aplicativo com os de outros presentes nos *smartphones*. Outro problema comentado pelos discentes foi sobre o erro de aquecimento relacionado à atividade das placas aquecidas, utilizada nos estudos de capacidade térmica e calor específico. Eles comentaram que o aplicativo era muito bom, mas que precisava de melhorias com relação a esses erros. A animação que exemplificava a instalação de ar-condicionado também foi alvo de críticas. Eles comentaram que não conseguiram visualizar as regiões resfriadas e aquecidas, no qual seriam representados por uma fumaça ilustrativa na cor azul e vermelha, respectivamente. Estes problemas serão analisados futuramente, e novas atualizações do aplicativo serão lançadas na plataforma do *Google Play*.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É notório que as NTIC's aplicadas ao ensino de Física podem trazer benefícios significativos para uma melhor retenção do conhecimento, e por constituírem ferramentas capazes de prender a atenção do aluno, lhe entretendo em sala de aula. Neste trabalho, buscamos evidenciar a relevância dos *smartphones*, que também é uma NTIC, como recurso didático capaz de conduzir a dinâmica em sala de aula à uma aprendizagem significativa, por meio do aplicativo educacional sobre Calorimetria.

Apesar dos efeitos positivos que o uso de *smartphones* podem trazer para a educação, percebemos nesta pesquisa que boa parte dos usuários ainda estão mal direcionadas em relação ao uso desta ferramenta. Durante as aulas, a maioria dos alunos se distraía em sala por estarem utilizando aplicativos de jogos e redes sociais. Isto mostra que o cognitivo dessas pessoas não entende bem a diferenciação entre os momentos certos para lazer, diversão e estudos. Para o aluno chegar ao ensino médio com outra mentalidade sobre o uso desta ferramenta tecnológica, modificações nos projetos pedagógicos precisarão ser feitas em todas as etapas iniciais de ensino, a fim de se obter resultados positivos nas etapas subsequentes.

Sobre o produto educacional desenvolvido nesta dissertação, acredita-se que tenha alcançado resultados positivos com relação a aprendizagem significativa e seu uso em sala de aula. A avaliação de aprendizagem mostrou que houve aprendizagem significativa em alguns pontos, em outros ocorreram esquecimentos, e em outros a aprendizagem não construiu todas as pontes necessárias para a formalização de uma ideia subsunçora mais rígida sobre o conteúdo em questão. Neste último caso, a TAS nos diz que mesmo não sendo feita todas as conexões possíveis, o indivíduo pode progressivamente ir criando ligações umas com as outras, através do trabalho intelectual consciente em seu meio, que busca e estabelece estas relações através da aprendizagem continuada. Este processo é conhecido na TAS como reconciliação integrativa.

A avaliação de aprendizagem também mostrou que alguns alunos tinham muita dificuldade em interpretar textos, o que dificulta as resoluções de problemas e cria um conhecimento limitado. Por isso, é necessário o incentivo à leitura de livros, revistas, jornais e arquivos digitais para desenvolver o poder de interpretação por parte desses discentes.

Com base no questionário III desta dissertação, o aplicativo educacional teve boa aceitação por parte dos alunos participantes da pesquisa. Os resultados obtidos nos mostram que o produto educacional causou um maior interesse nos alunos com relação ao seu uso em sala de aula. Estes discentes se sentiam motivados durante as etapas de aplicação, pois

relatavam constantemente que a escola e os professores precisavam incentivar e criar mais atividades voltadas para o uso de celulares dentro da sala de aula. Esses *feedbacks* foram importantes para mostrar o entusiasmo dos alunos ao participarem de uma aprendizagem móvel, e para refletirmos sobre os benefícios que os *smartphones* podem trazer para o melhoramento das práticas educacionais.

Ainda sobre o questionário III, notou-se que os alunos acharam interessante a construção de outros aplicativos educacionais nos moldes do produto educacional desta dissertação, no qual contenham outros conteúdos da disciplina de Física. Este fato abre as portas para criações futuras de novos aplicativos que venham a constituir um banco de informações, como um livro digital interativo, que possam ser utilizados também em outros sistemas operacionais, além do *Android*.

Por fim, o produto educacional desenvolvido neste trabalho constitui-se um recurso didático que pode ser introduzido nas escolas como auxiliador na dinâmica de ensino do conteúdo de Calorimetria, que anexada à aprendizagem móvel, pode-se alavancar o progresso de ensino em direção à educação para todos, nos prevalecendo de uma tecnologia de fácil acesso e baixo custo, que podem transformar o ambiente escolar em lugar onde o ensino possa ser repassado de forma prazerosa para todos os envolvidos no processo. Seguindo, desta maneira, os princípios pré-estabelecidos nos documentos da UNESCO, PCN's e BNCC.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRANCHES, Junior. **Aplicativos e desenvolvimento mobile híbrido x nativo**. Disponível em: <https://imasters.com.br/desenvolvimento/aplicativos-e-desenvolvimento-mobile-hibrido-x-nativo>. Acesso em: 20 jun. 2019.

ARAGÃO, Rosália Maria Ribeiro de. **A teoria de aprendizagem significativa de David P. Ausubel**: Sistematização dos aspectos teóricos fundamentais. 1976. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1976.

ARAUJO, Ives Solano. **Simulação e modelagem computacionais como recursos auxiliares no ensino de física geral**. Tese (Doutorado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Física, Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

BATISTA, Joatã de Oliveira. **Livro Virtual de Física: Uma Proposta para o Estudo de Mecânica no 1º Ano do Ensino Médio**. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF)) – Programa de Pós-Graduação em Física, Universidade Federal do Pará, Belém, 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: Educação é a base**. Brasil: MEC/SEB – Secretaria de Educação Básica, Brasília, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio PCN+ - EM**. Brasil: MEC/SEMTEC – Secretaria de Educação média e Tecnológica, Brasília, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio PCN-EM**. Brasil: MEC/SEMTEC – Secretaria de Educação média e Tecnológica, Brasília, 2002.

CRUZ, C. C. **A Teoria Cognitivista de Ausubel**. Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação (on-line), Unicamp, 2011. Disponível em: [http://www.robertexto.com/archivo3/a\\_teorias\\_ausubel.htm](http://www.robertexto.com/archivo3/a_teorias_ausubel.htm). Acesso em: 29 jun. 2018.

FRANCO, Maria Amélia Santoro. **Prática pedagógica e docência: um olhar a partir da epistemologia do conceito**. Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos (on-line), Brasília, v. 97, p. 534-551, set./dez. 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbeped/v97n247/2176-6681-rbeped-97-247-00534.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2019.

GELAMO, Emerson L. **O uso de novas tecnologias aplicadas no ensino de Física: uma contribuição para a formação inicial de professores**. III Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia. Paraná, Ponta Grossa, set. 2012. Disponível em: [www.sinect.com.br/2012/down.php?id=2733&q=1](http://www.sinect.com.br/2012/down.php?id=2733&q=1). Acesso em: 13 set. 2018.

GIL, Antonio Carlos. **Método e técnicas de pesquisa social**. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2008.

HALLIDAY, David. **Fundamentos de física, volume 2: gravitação, ondas e termodinâmica**. 8ª ed. Tradução e revisão técnica: Ronaldo Sérgio de Biasi. Rio de Janeiro: LTC, 2009. 4 v.

HAMANN, RENAN. **Videoaula:** conheça o Microsoft Visual Studio Code. Disponível em: <https://www.tecmundo.com.br/programacao/101130-videoaula-conheca-microsoft-visual-studio-code.htm>. Acesso em: 20 de jun. 2019.

HEWITT, Paul G. **Física conceitual**. 9ª ed. Tradução: Trieste Freire Ricci e Maria Helena Gravina. Porto Alegre: Bookman, 2002.

IMBERNÓN, Francisco. **Formação docente e profissional:** formar-se para a mudança e a incerteza. 7ª ed. São Paulo: Cortez, 2010.

LARA, Alessandro Luiz de. et al. **Ensino de Física mediado por tecnologias de informação e comunicação:** um relato de experiência. XX Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF). São Paulo, 2013. Disponível em: [www2.unifap.br/rsmatos/files/2013/10/TICs-na-Fisica.pdf](http://www2.unifap.br/rsmatos/files/2013/10/TICs-na-Fisica.pdf). Acesso em: 20 jul. 2018.

LIMA, Gylly Perterson Fernandes. **Produção e uso de aplicativos para o ensino de mecânica quântica no ensino médio**. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF)) – Programa de Pós-Graduação em Física, Faculdade de Educação Ciências e Letras do Sertão Central, Universidade Estadual do Ceará, Quixadá, 2016.

LIMA, Maria Doris Araújo de; AMEIDA, Thaís Cabral de. **Discussões sobre a inserção das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) no currículo escolar e no planejamento de ensino**. V EPEAL / Pesquisa em Educação: Desenvolvimento, ética e responsabilidade social. ISSN 1981 – 3031, 2010. Disponível em: [http://maratavarespsictics.pbworks.com/w/file/attach/85126735/DISCUSSOES-SOBRE-A-INSERCAO-DAS-TECNOLOGIAS-DE-INFORMACAO-E-COMUNICACAO-\(TICs\)-NO-CURRICULO-ESCO.pdf](http://maratavarespsictics.pbworks.com/w/file/attach/85126735/DISCUSSOES-SOBRE-A-INSERCAO-DAS-TECNOLOGIAS-DE-INFORMACAO-E-COMUNICACAO-(TICs)-NO-CURRICULO-ESCO.pdf). Acesso em: 20 ago. 2018.

MARINHO, Simão Pedro P. **As tecnologias digitais no currículo da formação inicial de professores da educação básica:** O que pensam alunos de licenciaturas. Relatório técnico de pesquisa apresentado ao FIP/PUC Minas, no projeto 2005/48-TLE-1. Belo Horizonte, mar. 2008.

MORAN, José Manuel et al. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 6ª ed. Campinas: Papirus, 2000.

MOREIRA, Marco Antônio. **O que é afinal aprendizagem significativa?** Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, 23 abr. 2010. Disponível em: [moreira.if.ufrgs.br/oqueefinal.pdf](http://moreira.if.ufrgs.br/oqueefinal.pdf). Acesso em: 03 ago. 2019.

MOREIRA, Marco Antônio. **Teorias de Aprendizagem**. 2ª ed. São Paulo: E.P.U., 1999.

NUSSENZVEIG, Herch Moysés. **Curso de Física básica, volume 2**. 4ª ed. rev. São Paulo: Edgard Blücher, 2002.

OLIVEIRA, Cláudio de; MOURA, Samuel Pedrosa. **A utilização das tecnologias da informação na aprendizagem do aluno**. Periódicos PUC-MG, v. 7, n. 1, 2015. Disponível em: <http://periodicos.pucminas.br/index.php/pedagogiacao/article/view/11019/8864>. Acesso em: 30 jul. 2018.

OLIVEIRA, João Markos Machado; FERREIRA, Marcello; MILL, Daniel. **Tecnologias no ensino de Física:** um estudo sobre concepções e perspectivas de professores do ensino médio. Revista Inc.Soc., v. 10, n. 1, p. 147-161. Brasília, 2016. Disponível em: <http://revista.ibict.br/inclusao/article/view/4179>. Acesso em: 23 ago. 2018.

PASSERO, Guilherme; ENGSTER, Nélia Elaine Wahlbrink; DAZZI, Rudimar Luís Scaranto. **Uma revisão sobre o uso das TIC's na educação da geração Z.** Revista Renote – Novas Tecnologias na Educação, CINTED-UFRGS, ISSN 1679-1916, v. 14, n. 2, dez. 2016. Disponível em: <http://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/70652>. Acesso em: 22 ago. 2018.

PAULA, Carlos Ronelli Freitas de. **Desenvolvimento de um livro interativo para aprendizagem óptica geométrica para alunos do 9º ano.** Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF)) – Programa de Pós-Graduação em Física, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2015.

PELIZZARI, Adriana et al. **Teoria da Aprendizagem Significativa Segundo Ausubel.** Revista PEC, v. 2, n. 1, p. 37-42. Curitiba, 2002. Disponível em: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/materiais/0000012381.pdf>. Acesso em: 03 ago. 2019.

PERES, Marcus Vinicius. **Ensino de Física moderna e contemporânea baseado em atividades de laboratório mediadas pela utilização de um software de videoanálise e modelagem.** Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

POGGETTI, Iná. **Fundamentos do Blender 1ª parte.** Équilibré Cursos e Treinamentos (online), [S.I.], 2016. Disponível em: <http://equilibrecursos.com.br/2016/06/ebook-gratuito-fundamentos-do-blender/>. Acesso em: 20 fev. 2019.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Emani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico:** métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2ª ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

SIGNIFICADOS. **Significado de Link.** [S.I.], 2014. Disponível em: <https://www.significados.com.br/link/>. Acesso em: 23 jul. 2019.

SILVEIRA, Naira Christofolletti. **Tecnologia em educação aplicada à representação descritiva.** Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação, ISSN: 1678-765X, v. 4, n. 2, p. 88-109. Campinas, jun. de 2007.

SILVA, Francisco Petrônio de Oliveira e. **Utilização de celulares como ferramentas no ensino de astronomia:** aplicativo Star Chart como planetário. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF)) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro, 2016.

SILVA, Jando Abraão de Miranda. **A formação docente e as novas tecnologias no ensino do movimento uniforme variado:** uma sequência didática com o software Geogebra. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino Tecnológico (MEPT)) – Programa de Pós-

Graduação, Pesquisa e Inovação, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Manaus, 2016.

SILVA, J. R. **SimQuest**: Ferramenta de modelagem computacional para o ensino de física. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 33, n. 1, p. 1508, mar. 2011. Disponível em: [www.scielo.br/pdf/rbef/v33n1/22.pdf](http://www.scielo.br/pdf/rbef/v33n1/22.pdf). Acesso em: 28 dez. 2018.

SILVA, Sani de Carvalho Rutz da; SCHIRLO, Ana Cristina. **Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel**: Reflexões para o ensino de Física ante a nova realidade social. Revista Imagens da Educação, ISSN 2179-8427, v. 4, n. 1, p. 36-42, 2014. Disponível em: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ImagensEduc/article/viewFile/22694/PDF>. Acesso em: 24 jul. 2019.

SISTEMA COC DE EDUCAÇÃO E COMUNICAÇÃO (COC by Pearson). **Coleção Integrada Ensino Médio – Física**. São Paulo, São Bernardo do Campo: Person Education do Brasil, 2017. 20 v.

SISTEMA COC DE EDUCAÇÃO E COMUNICAÇÃO (COC by Pearson). **Coleção Pré-Vestibular Extensivo 1000 – Física**. São Paulo, São Bernardo do Campo: Person Education do Brasil, 2018. 10 v.

TIPLER, Paul Allan; MOSCA, Gene. **Física para cientistas e engenheiros, volume 1**: Mecânica, Oscilações e Ondas, Termodinâmica. 6ª ed. Tradução: Paulo Machado Mors. Rio de Janeiro: LTC, 2009. 3 v.

VIEIRA, Rosângela Souza. **O papel das tecnologias da informação e comunicação na educação**: um estudo sobre a percepção do professor/aluno. Associação Brasileira de Educação a Distância, Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), v. 10, p.66-72. Bahia, Formoso, 2011. Disponível em: [http://seer.abed.net.br/edicoes/2011/Artigo\\_05.pdf](http://seer.abed.net.br/edicoes/2011/Artigo_05.pdf). Acesso em: 23 ago. 2018.

VALENTINI, Carla Beatris; SOARES, Eliana Maria do Sacramento. **Aprendizagem em ambientes virtuais**: compartilhando ideias e construindo cenários. 2ª ed. revista e atualizada. Rio Grande do Sul, Caxias do Sul: Educs, 2010.

WEST, Mark; VOSLOO, Steven. **Diretrizes de políticas para a aprendizagem móvel**. Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e a Cultura (UNESCO). Tradução: UNESCO do Brasil, 2014. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0022/002277/227770por.pdf>. Acesso em: 18 out. 2018.

**APÊNDICE I****QUESTIONÁRIO I**

Escola Estadual de Ensino Médio Gabriel Sales Pimenta

Disciplina: Física

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

Obs: Este questionário contém questões objetivas que farão parte de um conjunto de dados e servirão de alicerce para a discussão acerca do aplicativo educacional desenvolvido na pesquisa. Conta-se com sua ajuda nas repostas e, ao mesmo tempo, vale lembrar que tal questionário não representa um instrumento avaliativo para o seu período letivo escolar. Faça com calma, sem nervosismo e seja sincero em suas respostas! Vamos lá?

1) Você acha que as aulas com suporte tecnológico (multimídias, *data show*, computadores, caixa de som e etc.) tornam o ambiente de ensino mais dinâmico e interessante em relação às aulas tradicionais utilizando quadro e pincel?

sim                                       não                                       não tenho certeza

2) Você já assistiu a vídeo-aulas e simulações de conteúdos e experimentos das disciplinas do seu ano letivo escolar?

sim                                       não                                       não tenho certeza

3) Com relação à disciplina de Física, você consegue assimilar os conteúdos estudados e relacioná-los ao seu dia a dia?

sim                                       não                                       não tenho certeza

4) Você utiliza celular *smartphone* (telefone inteligente) para assistir vídeos, animações, ouvir músicas, ver fotos e acessar aplicativos?

sim                                       não                                       não tenho certeza

5) Você concorda com a introdução de *smartphones* em sala de aula para fins educacionais?

sim                                       não                                       não tenho certeza

6) Seu *smartphone* possui algum aplicativo educacional de alguma das disciplinas do seu ano letivo?

sim

não

não tenho certeza

7) Você acharia interessante ter um aplicativo educacional no *smartphone* para lhe auxiliar na disciplina de Física?

sim

não

não tenho certeza

8) Você tem noção de que a utilização de *smartphones* em sala de aula, sem a permissão do professor, pode vir a atrapalhar a aula, causando distração do aluno e atraso no entendimento do assunto?

sim

não

não tenho certeza

## APÊNDICE II

### QUESTIONÁRIO II

Escola Estadual de Ensino Médio Gabriel Sales Pimenta

Disciplina: Física

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

Obs: Este questionário contém questões objetivas que farão parte de um conjunto de dados e servirão de alicerce para a discussão acerca do aplicativo educacional desenvolvido na pesquisa. Conta-se com sua ajuda nas repostas e, ao mesmo tempo, vale lembrar que tal questionário não representa um instrumento avaliativo para o seu período letivo escolar. Faça com calma, sem nervosismo e seja sincero em suas respostas! Vamos lá?

1) Ao colocar uma panela com água no fogo, após um certo tempo, a água começa a borbulhar.

Este fenômeno ocorre devido:

- a) ao aumento da ligação química entre os átomos
- b) à diminuição da energia cinética
- c) ao aumento da temperatura
- d) à diminuição da quantidade de calor

2) A garrafa de café precisa estar bem fechada para conservar a temperatura do líquido em seu interior por mais tempo. Se deixarmos a tampa aberta, o café esfriará mais rapidamente, deixando-o com um sabor menos agradável. O café esfria mais rapidamente devido, principalmente, à saída

- a) da energia elétrica do líquido para o meio externo.
- b) do calor do líquido para o meio externo.
- c) das ondas sonoras do líquido para o meio externo.
- d) da temperatura do líquido para o meio externo.

3) O gelo vira líquido mais rapidamente quando for colocado na (o):

- a) isopor
- b) congelador
- c) água aquecida

d) água gelada

4) Segundo o senso comum, em dias “quentes” usamos roupas mais finas e leves e nos dias “frios” utilizamos roupas mais grossas para manter o corpo aquecido. Os fenômenos “quente” e “frio” ocorrem devido:

- a) à variação de velocidade
- b) às mudanças na energia potencial gravitacional
- c) às mudanças de suor
- d) às mudanças na temperatura

5) Em dias muito ensolarados, o asfalto das ruas costuma ficar aquecido devido à absorção da energia térmica emitida pelo sol. Nesta situação, se andarmos descalços no asfalto no horário de meio dia, poderemos sentir um incomodo nos pés que pode resultar em ferimentos. A pele humana ao entrar em contato com um material aquecido recebe um tipo de energia chamada de:

- a) elétrica
- b) mecânica
- c) temperatura
- d) calor

6) Suponha que você esteja em um churrasco com a família e tenha dois tipos de grelhas para usar: uma feita totalmente de aço (inclusive o cabo) e a outra feita de aço, mas com o cabo de madeira. Qual grelha você usaria? Justifique sua resposta.

7) Você já deve ter observado que, ao tirar uma garrafa com água fria da geladeira e colocá-la em cima da mesa com a tampa fechada, ao passar o tempo, algumas gotas de água começam aparecer na parte externa da garrafa. Esta água na parte externa da garrafa vem de dentro dela ou do ambiente externo? Justifique sua resposta.

8) Na orla de Marabá temos uma estrutura de concreto e tubos de aços que formam um conjunto de parapeitos para a proteção da população, evitando que as pessoas não caiam nas águas do rio Tocantins. Em dias ensolarados, se você coloca as mãos nos tubos de aço vai perceber que eles estão aquecidos. Porém, se você colocar as mãos na água do rio irá perceber que ela está mais “fria” que os tubos de aço. Por que isso ocorre?

**APÊNDICE III****AValiação DE APRENDIZAGEM**

Escola Estadual de Ensino Médio Gabriel Sales Pimenta

Disciplina: Física

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

Obs: Esta avaliação foi elaborada para medir o nível de aprendizagem através das aulas executadas com auxílio do aplicativo educacional de Calorimetria. As questões são formadas por perguntas objetivas e subjetivas que farão parte de um conjunto de dados que servirão de alicerce para a discussão acerca do aplicativo. Conta-se com sua ajuda nas repostas desta avaliação e, ao mesmo tempo, vale lembrar que tal questionário não representa um instrumento avaliativo para o seu período letivo escolar. Faça com calma, sem nervosismo e seja sincero em suas respostas! Vamos lá?

1) **(PUC-GO)** “Um cheiro de carne assada parece sair da cozinha [...]”. Suponha que essa carne, a uma temperatura inicial de  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ , se resfrie até um equilíbrio térmico com o ambiente a  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Sendo a quantidade de carne assada igual a  $1,5\text{ kg}$  e o calor específico da carne igual a  $0,77\text{ cal}/(\text{g} \cdot ^{\circ}\text{C})$ , a quantidade de energia na forma de calor que a carne assada perde para o ambiente é

- a)  $28\ 875\ \text{J}$                       b)  $28\ 875\ \text{cal}$                       c)  $28,875\ \text{cal}$                       d)  $28,875\ \text{J}$

2) **(UEPB-PB)** Numa aula de Física, um aluno é convocado para explicar fisicamente o que acontece quando um pedaço de ferro quente é colocado dentro de recipiente contendo água fria. Ele declara: “o ferro é quente porque contém muito calor”. A água é mais fria que o ferro porque contém menos calor que ele. Quando os dois ficam juntos, parte de calor contido no ferro passa para a água, até que eles fiquem com o mesmo nível de calor... e, é aí que eles ficam em equilíbrio”. Tendo como referência as declarações do aluno e considerando os conceitos cientificamente corretos, analise as seguintes proposições:

**I.** Segundo o conceito atual de calor, a expressão: “o ferro é quente porque contém muito calor”, está errada.

**II.** Em vez de declarar: “... parte do calor contido no ferro passa para a água”, o aluno deveria dizer que “existe uma transferência de temperatura entre eles”.

III. “... até que eles fiquem com o mesmo nível de calor... e, aí é que eles ficam em equilíbrio” é correto, pois quando dois corpos atingem o equilíbrio térmico seus calores específicos se igualam.

Assinale a alternativa correta:

- a) Todas as proposições são verdadeiras.
- b) Apenas a proposição I é verdadeira.
- c) Apenas a proposição II é verdadeira.
- d) Apenas a proposição III é verdadeira.
- e) Apenas as proposições I e III são verdadeiras.

3) (Enem PPL 2013)

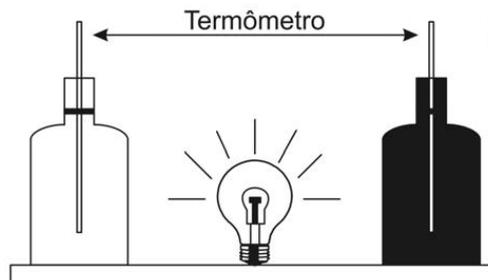


Disponível em: <http://casadosnoopy.blogspot.com>. Acesso em: 14 jun. 2011.

Quais são os processos de propagação de calor relacionados à fala de cada personagem?

- a) Convecção e condução.
- b) Convecção e irradiação.
- c) Condução e convecção.
- d) Irradiação e convecção.
- e) Irradiação e condução.

4) (Enem 2013) Em um experimento foram utilizadas duas garrafas PET, uma pintada de branco e a outra de preto, acopladas cada uma a um termômetro. No ponto médio da distância entre as garrafas, foi mantida acesa, durante alguns minutos, uma lâmpada incandescente. Em seguida a lâmpada foi desligada.



Durante o experimento, foram monitoradas as temperaturas das garrafas: a) enquanto a lâmpada permaneceu acesa e b) após a lâmpada ser desligada e atingirem equilíbrio térmico com o ambiente. A taxa de variação da temperatura da garrafa preta, em comparação à da branca, durante todo experimento, foi

- a) igual no aquecimento e igual no resfriamento.
- b) maior no aquecimento e igual no resfriamento.
- c) menor no aquecimento e igual no resfriamento.
- d) maior no aquecimento e menor no resfriamento.
- e) maior no aquecimento e maior no resfriamento.

5) (UFV – MG) Quando dois corpos de materiais diferentes estão em equilíbrio térmico, isolados no meio ambiente, pode-se afirmar que:

- a) o mais quente é o que possui menor massa.
- b) apesar do contato, suas temperaturas não variam.
- c) o mais quente fornece calor ao mais frio.
- d) o mais frio fornece calor ao mais quente.
- e) suas temperaturas dependem de suas densidades.

6) (U.F.São Carlos-SP) Um grupo de amigos compra barras de gelo para um churrasco, num dia de calor. Como as barras chegam com algumas horas de antecedência, alguém sugere que sejam envolvidas num grosso cobertor para evitar que derretam demais. Essa sugestão

- a) é absurda, porque o cobertor vai aquecer o gelo, derretendo-o ainda mais depressa.
- b) é absurda, porque o cobertor facilita a troca de calor entre o ambiente e o gelo, fazendo com que ele derreta ainda mais depressa.
- c) é inócua, pois o cobertor não fornece nem absorve calor ao gelo, não alterando a rapidez com que o gelo derrete.
- d) faz sentido, porque o cobertor facilita a troca de calor entre o ambiente e o gelo, retardando o seu derretimento.
- e) faz sentido, porque o cobertor dificulta a troca de calor entre o ambiente e o gelo, retardando o seu derretimento.

7) Em dias frios, quando pronunciamos algo, observamos a formação de uma “fumaça” saindo do interior de nossas bocas. O que seria esta fumaça? Como ela é formada?

8) Quando estamos próximo a um forno muito aquecido, a quantidade de calor que recebemos por condução e convecção é relativamente pequena. Entretanto, sentimos que estamos recebendo uma grande quantidade de calor. Por que isto ocorre?





**APÊNDICE V**

*Link* do aplicativo: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ctech.fisica2>

Nome do aplicativo para pesquisa no *Google Play*: Aplicativo Educacional – Calorimetria