



**INSTITUTO
FEDERAL**

Ceará

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO CEARÁ - IFCE *CAMPUS* FORTALEZA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA - PGECM**

CRISTIANA MARIA DOS SANTOS SILVA

USO DO ARDUINO E A GAMIFICAÇÃO NO ENSINO DA TERMODINÂMICA

**FORTALEZA
2021**

CRISTIANA MARIA DOS SANTOS SILVA

USO DO ARDUINO E A GAMIFICAÇÃO NO ENSINO DA TERMODINÂMICA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), como requisito parcial para a obtenção do título de Mestra em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Mairton Cavalcante Romeu.

Coorientadora: Profa. Dra. Maria Cleide da Silva Barroso

Área de concentração: Ensino de Física

CRISTIANA MARIA DOS SANTOS SILVA

USO DO ARDUINO E A GAMIFICAÇÃO NO ENSINO DA TERMODINÂMICA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) *Campus* Fortaleza, como requisito parcial para título de Mestra em Ensino de Ciências e Matemática.

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Mairton Cavalcante Romeu (Orientador)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE - Campus
Fortaleza

Profa. Dra. Maria Cleide da Silva Barroso (Coorientadora)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE - Campus
Maracanaú

Profa. Dra. Eloisa Maia Vidal
Instituto Estadual do Ceará - UECE

Profa. Dra. Juscileide Braga de Castro
Universidade Federal de Educação - UFC

Prof. Dr. Igor de Moraes Paim
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE - Campus
Maranguape

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Instituto Federal do Ceará - IFCE

Sistema de Bibliotecas - SIBI

Ficha catalográfica elaborada pelo SIBI/IFCE, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S586u Silva, Cristiana Maria dos Santos.

Uso do Arduino e a gamificação no ensino da Termodinâmica / Cristiana Maria dos Santos Silva. - 2021.

226 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal do Ceará, Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática, Campus Fortaleza, 2021.

Orientação: Prof. Dr. Mairton Cavalcante Romeu.

Coorientação: Profa. Dra. Maria Cleide da Silva Barroso.

1. Arduino. 2. Gamificação. 3. Ensino da Termodinâmica. 4. Aprendizagem Significativa. 5. Neurociência. I. Título.

CDD 510.07

Dedico esta pesquisa

À Deus, por me permitir errar, aprender e crescer. À minha família, razão da minha dedicação. À vida, por tudo!

AGRADECIMENTOS

À Deus, por oportunizar esse sonho nesta existência. Por me proporcionar uma fonte inesgotável de força e luz. Oh, Deus bom!

Ao meu anjo guardião e espíritos protetores que me assistem com seus conselhos e intervenções no alto da minha vida.

Ao meu amor e companheiro Fabiano dos Santos, pelo apoio, incentivo, e carinho que sempre me proporcionou. Sou muito grata por ter alguém tão especial ao meu lado. Obrigada por acreditar em mim, grata por tanto!

Aos meus filhos Andrezza e Caleo, pilares da minha vida. Obrigada meus amores, por estarem sempre comigo, e me ajudar a realizar um sonho que faz parte do nosso projeto de vida. Amo vocês por demais!

A minha mãe Maria do Socorro, por nunca soltar minha mão, por regar meu caminho de amor e prece. Por estar ao meu lado sempre que precisei.

Ao meu Orientador Prof. Dr. Mairton Cavalcante Romeu pela a oportunidade de tê-lo como orientador. Sou grata pelos sábios ensinamentos, paciência, confiança e incansável disponibilidade no acompanhamento desta pesquisa. Não posso esquecer a sua grande contribuição para o meu crescimento como investigadora.

A minha Coorientadora Profa. Dra. Cleide da Silva Barroso, da qual tenho muito respeito e admiração. Agradeço por todo o engajamento com a pesquisa, pois suas críticas construtivas e incisivas pontuações, foram fundamentais durante esse percurso.

Aos membros da banca, Profa. Dra. Eloisa Maia Vidal, Profa. Dra. Juscileide Braga de Castro e o Prof. Dr. Igor de Moraes Paim, pelas valiosas inquisições e sugestões realizadas a esta pesquisa.

Aos meus mestres do PGECM, por todas as contribuições de aprendizado durante esta formação acadêmica! Em especial a Profa. Dra. Caroline Sampaio, Coordenadora do PGECM, sempre prestativa. Meus sinceros agradecimentos.

A todos os colegas da turma pela convivência durante esta etapa de nossas vidas. Em especial à Samara Frazão pela vivência, amizade e trocas de experiências.

Ao Mestre e Doutorando Lisboa Coutinho, pelo apoio e suas valiosas contribuições durante o processo investigativo desta pesquisa. Obrigada!

Enfim, obrigado a todos que de alguma forma me apoiaram e me incentivaram a realizar este trabalho. Grata a todos!

“Tudo chega com o tempo, para quem
sabe esperar” François Rabelais

RESUMO

A disciplina de Física no Ensino Médio tem como fonte de estudo fenômenos que ocorrem em nosso cotidiano. A Termodinâmica é considerada pela maioria dos professores uma área da Física, que apresenta assuntos que não são facilmente entendidos pelos estudantes. A pesquisa “Uso do Arduino e a gamificação no ensino da Termodinâmica”, tem como objetivo analisar como a gamificação através da utilização do Arduino e outras plataformas virtuais podem potencializar a aprendizagem significativa dos conhecimentos científicos e tecnológicos no ensino da Termodinâmica. O estudo propõe a aplicação de uma estratégia ativa gamificada com uma sequência didática de atividades, baseada nos Três Momentos Pedagógicos (3MP) para o ensino da Termodinâmica, utilizando a simulação computacional e modelagem teórica, que dispõe do Arduino com ambiente de programação como ferramenta pedagógica para potencializar os conhecimentos científicos e tecnológicos da Termodinâmica, flexibilizando e otimizando o processo de aprendizagem significativa. No contexto inicial houve uma sessão de aprofundamento teórico, envolvendo uma pesquisa quali-quantitativa descritiva, através de um estudo de caso com estudantes de três (03) turmas do 2ª ano A/B/C da EEM Francisco Nonato Freire da Rede Pública Estadual de Educação, do município de Alto Santo - CE, sobre a coordenação da CREDE 10 - Russas - CE. As aulas foram realizadas totalmente por meio de ensino remoto em um ambiente virtual, através da ferramenta *Google Meet*, vista a situação atípica do novo coronavírus. A aplicação da pesquisa ocorreu mediante a realização de simulações em plataformas virtuais que auxilia no aprendizado dos alunos. O estudo consistiu em investigar por meio questionários semiabertos, aplicados antes das atividades desenvolvidas (questionário prévio de opinião) e após utilizar a estratégia da gamificação (questionário final), se as metodologias utilizadas pelos professores em sala de aula, influenciaram na aprendizagem do estudante de Ensino Médio. As turmas foram divididas em dois (02) grupos: Grupo Experimental - GE (2º A) e Grupo de Controle - GC (2ºB/C). Foi realizado um pré-teste, para verificar os conhecimentos prévios acerca da temática abordada e um pós-teste, após a aplicação da pesquisa em sala de aula, para melhor comparar seus resultados com o grupo experimental. Com o intuito de averiguar o desempenho de cada grupo, foi realizado um teste de ganho normatizado, proposto por Hake. Os resultados mostraram que os estudantes que participaram das aulas

gamificadas (GE) alcançaram um ganho normatizado de aprendizagem ($g = 0,75$), representando a classe de ganho normatizado alto ($g \geq 0,70$), com um rendimento bem superior aos alunos do GC que tiveram aulas convencionais e ganho normatizado ($g = 0,22$), representando ganho normatizado baixo, que apresentam valores de $g < 0,30$. Este resultado aponta que esta diferença se deve à metodologia de ensino gamificada aplicada no GE. O estudo também assinala as contribuições da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) e a Neurociência como ferramenta de aprendizagem, fazendo um paralelo entre os conhecimentos prévios e redes neurais, bem como a sua influência no aprendizado.

Palavras-chave: Arduino. Gamificação. Ensino da Termodinâmica. Aprendizagem Significativa. Neurociência.

ABSTRACT

The discipline of Physics in High School has as a source of study phenomena that occur in our daily lives. Thermodynamics is considered by most teachers as an area of Physics, which presents subjects that are not easily understood by students. The research “Use of Arduino and gamification in the teaching of Thermodynamics” , aims to analyze how gamification through the use of Arduino and other virtual platforms can enhance the significant learning of scientific and technological knowledge in the teaching of Thermodynamics. The study proposed the application of an active gamified strategy with a didactic sequence of activities, based on the Three Pedagogical Moments (3MP) for the teaching of Thermodynamics, using computational simulation and theoretical modeling, which has Arduino with a programming environment as a pedagogical tool. to enhance the scientific and technological knowledge of Thermodynamics, making the process of meaningful learning more flexible and optimizing. In the initial context, there was a theoretical deepening session, involving a descriptive qualitative-quantitative research, through a case study with students from three (03) classes of the 2nd year A/B/C of the EEM Francisco Nonato Freire of the State Public Network of Education, in the municipality of Alto Santo - CE, on the coordination of CREDE 10 - Russas - CE. Classes were held entirely through remote teaching in a virtual environment, through the Google Meet tool, given the atypical situation of the new coronavirus. The application of the research took place by carrying out simulations on virtual platforms that aid in student learning. The study consisted of investigating through semi-open questionnaires, applied before the activities developed (previous opinion questionnaire) and after using the gamification strategy (final questionnaire), whether the methodologies used by teachers in the classroom influenced student learning. High school. The classes were divided into two (02) groups: Experimental Group - EG (2nd A) and Control Group - GC (2nd B/C). A pre-test was carried out to verify previous knowledge about the topic addressed and a post-test, after the application of the research in the classroom, to better compare its results with the experimental group. In order to verify the performance of each group, a standardized gain test, proposed by Hake, was performed. The results showed that the students who participated in the gamified classes (GE) achieved a normalized learning gain ($g = 0.75$), representing the high normalized gain class ($g \geq 0.70$), with a much higher performance than the students. of the CG who had conventional classes

and normalized gain ($g = 0.22$), representing low normalized gain, which present values of $g < 0.30$. This result indicates that this difference is due to the gamified teaching methodology applied in the EG. The study also points out the contributions of Meaningful Learning Theory (SAT) and Neuroscience as a learning tool, making a parallel between prior knowledge and neural networks, as well as their influence on learning.

Keywords: Arduino. Gamification. Teaching of Thermodynamics. Pedagogical Tool. Neuroscience.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - A placa Arduino UNO.....	28
Figura 2 - Placa Arduino Nano.....	31
Figura 3 - O sistema e vizinhança separados pela fronteira.....	36
Figura 4 - Esquema explicativo dos tipos de sistemas: isolado, fechado e aberto.....	37
Figura 5 - Princípios que constituem as metodologias ativas de ensino.....	48
Figura 6 - Pirâmide com elementos das atividades gamificadas.....	54
Figura 7 - Aula 04 (2º Ano A - GE) pelo <i>Google Meet</i> Modelagem na plataforma <i>Tinkecard</i>	76
Figura 8 - Aula 01 (2º Ano B - GC) pelo <i>Google Meet</i>	77
Figura 9 - <i>Feedebck</i> dos resultados da aplicação da pesquisa.....	79
Figura 10 - Cronograma de aulas do Grupo - 2º A.....	80
Figura 11 - Cronograma de aulas do grupo - 2º B/C.....	80
Figura 12 - Explicação dos conteúdos.....	82
Figura 13 - Condensação das atividades e estratégias metodológicas no GE GC.....	84
Figura 14 - <i>Google Classroom</i> (2º Ano A).....	85
Figura 15 - <i>Google Classroom</i> (2º Ano B).....	86
Figura 16 - <i>Google Classroom</i> (2º Ano C).....	86
Figura 17 - 1º Desafio “Termodinâmica” no <i>Kahoot</i>	90
Figura 18 - Resultado do pódio do 1º Desafio individual - <i>Kahoot</i>	90
Figura 19 - Ambiente de simulações interativas de Física.....	91
Figura 20 - Escolha da simulação - Gases: Introdução.....	92
Figura 21 - Escolha da simulação - Propriedade dos gases.....	92
Figura 22 - Simulação sobre o "Estudo dos gases" na Plataforma <i>PhET</i>	93
Figura 23 - Segundo desafio em time “Aquecendo o conhecimento com o estudo da Termodinâmica. <i>Kahoot</i>	95
Figura 24 - Resultado do pódio do 2º Desafio em equipe - <i>Kahoot</i>	95
Figura 25 - Simulador da plataforma <i>Tinkercad</i>	96
Figura 26 - Modelagem eletrônica - sensor de temperatura TMP36 controlado pelo Arduino.....	97
Figura 27 - Resolução de exercício: Modelagem eletrônica com Arduino.....	98

Figura 28 - Arquivos enviados ao <i>Classroom</i> - Modelagem eletrônica com Arduino....	99
Figura 29 - Resultado do game (2º A - GE).....	100
Figura 30 - Desafio individual pelo Formulário do <i>Google Forms</i>	101
Figura 31 - Trabalho formativo <i>on-line</i>	101
Figura 32 - Modelo de roteiro da prática experimental.....	102
Figura 33 - Roteiro experimental do aluno.....	103
Figura 34 - Experimento da Lei de Boyle-Mariotte.....	103
Figura 35 - Experimento “Gangorra de fogo”.....	104
Figura 36 - Desafio em grupo <i>on-line</i>	105
Figura 37 - Interação dos alunos no desafio pelo <i>chat</i>	105
Figura 38 - Resultado da pontuação, no desafio <i>on-line</i> em grupo.....	106
Figura 39 - Questão 6 / Pré e Pós-teste.....	110

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Você gosta de estudar Física?	114
Gráfico 2 - Você possui dificuldades em aprender os conteúdos de Física?.....	115
Gráfico 3 - Você acha o Ensino de Física importante?	117
Gráfico 4 - Você relaciona os conteúdos abordados nas aulas de Física com o seu dia-a-dia?	119
Gráfico 5 - Gosta de usar dispositivos tecnológicos para realizar de forma <i>online</i> as atividades escolares?.....	120
Gráfico 6 - Você vê relação com o que aprende em Física, com seu cotidiano e as tecnologias?.....	121
Gráfico 7 - Você se sente à vontade em participar das aulas?	123
Gráfico 8 - Quais as principais dificuldades em aprender Física?	121
Gráfico 9 - Como você gostaria de estudar Física?.....	126
Gráfico 10 - Quais são os recursos pedagógicos que seu professor de Física, mais utiliza em suas aulas?	128
Gráfico 11 - Quais os métodos de avaliação utilizados pelo seu professor de Física?	130
Gráfico 12 - Quais as ferramentas pedagógicas que você mais utiliza para estudar Física fora da sala de aula?.....	132
Gráfico 13 - Por qual ou/quais dispositivo acessa a <i>internet</i> ?	134

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Ganho normatizado de Hake para (GE).....	108
Tabela 2 - Ganho de Hake para (GC).....	109
Tabela 3 - Você se sente à vontade em participar das aulas?.....	124
Tabela 4 - Você conseguiu compreender os conteúdos abordados em sala de aula, através das plataformas virtuais? (2º Ano A).....	136
Tabela 5 - Você conseguiu compreender os conteúdos abordados durante as aulas? (2º Ano B/C).....	136
Tabela 6 - Você realizou todas atividades propostas nas aulas?" (2º Ano A).....	137
Tabela 7- Você realizou todas as atividades propostas nas aulas? (2º Ano B/C).....	138
Tabela 8 - Sentiu-se motivado (a) em realizar alguma das atividades? SIM, NÃO ou PARCIALMENTE, justifique (2º Ano A).....	139
Tabela 9 - Participantes que justificaram a terceira pergunta (2º Ano A).....	139
Tabela 10 - Sentiu dificuldade em realizar alguma das atividades proposta nas aula? Se a resposta for SIM ou PARCIALMENTE, justifique. (2º Ano B/C).....	140
Tabela 11 - Participantes que justificaram a terceira pergunta (2º Ano B/C).....	141
Tabela 12 - Considerando que a sua escola tenha os materiais (componentes) e o Arduino para fazer a montagem experimental na prática (ensino presencial), você gostaria de construir o aparato do Arduino do qual foi apresentado na aula, através da Modelagem eletrônica na plataforma <i>Tinkercad</i> ? (2º Ano A).....	142
Tabela 13 - Considerando que as aulas estivessem presenciais, gostaria de estudar com os mesmos métodos aplicados na abordagem dessas aulas? (2º Ano B/C).....	143
Tabela 14 - Em sua opinião, a utilização de recursos didáticos no ambiente virtual deixa o conteúdo da disciplina mais atrativo? (2º Ano A).....	144
Tabela 15 - Em sua opinião as atividades aplicadas nas aulas, deixou o conteúdo da disciplina mais atrativo? (2º Ano B/C).....	145
Tabela 16 - Considera que o uso de simulações virtuais para o conteúdo, através da estratégia da gamificação, contribuiu de forma mais eficiente para relacionar teoria e prática? (2º Ano A).....	146

Tabela 17 - Considera que o ensino remoto (<i>online</i>) para os conteúdos propostos, dificulta a compreensão dos assuntos explanados?" (2º Ano B/C)...	147
Tabela 18 - Você conseguiu associar a abordagem dos temas apresentados, à temáticas aplicadas em outras disciplinas? (2º Ano A).....	148
Tabela 19 - Você conseguiu associar a abordagem dos temas apresentados, à temáticas aplicadas em outras disciplinas? (2º Ano B/C).....	149
Tabela 20 - Como você avalia a mudança da aplicação desse recurso didático comparada as aulas expositivas tradicionais? (2º Ano A).....	150
Tabela 21 - Como você avalia as atividades aplicadas nas aulas? (2º Ano B/C).....	151
Tabela 22 - Quais as vantagens e desvantagens que você obteve durante a aplicação desta abordagem? (2º Ano A).....	152
Tabela 23 - Quais as vantagens e desvantagens que você obteve durante a aplicação desta abordagem? (2º Ano B/C).....	153
Tabela 24 - Você consegue identificar um diferencial do estudo aplicado? Se a resposta for SIM, qual diferencial se aplica? (2º Ano A).....	155
Tabela 25 - Conceitos em relação ao posicionamento dos participantes (2º Ano A).....	155
Tabela 26 - Você consegue identificar um diferencial do estudo aplicado? Se a resposta for SIM, qual diferencial se aplica? (2º Ano B/C).....	156
Tabela 27 - Conceitos em relação ao posicionamento dos participantes (2º Ano B/C).....	156
Tabela 28 - Você relaciona os conteúdos abordados nas aulas de Física com o seu dia-a-dia? (2º Ano A).....	157
Tabela 29 - Você relaciona os conteúdos abordados nas aulas de Física com o seu dia-a-dia? (2º Ano B/C).....	158
Tabela 30 - Você vê relação com o que aprende em Física, com seu cotidiano e as tecnologias? (2º Ano A).....	159
Tabela 31 - Você vê relação com o que aprende em Física, com seu cotidiano e as tecnologias? (2º Ano B/C).....	159
Tabela 32 - Como você gostaria de estudar Física? (2º Ano A).....	160
Tabela 33 - Como você gostaria de estudar Física? (2º Ano B/C).....	161
Tabela 34 - Avalie sua aprendizagem durante a aplicação desta pesquisa (2º Ano A).....	162

Tabela 35 - Avalie sua aprendizagem durante a aplicação desta pesquisa (2º Ano B/C).....	163
--	-----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	22
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	26
2.1	O Arduino como possibilidade para inovar o Ensino de Física.....	27
2.1.1	<i>Sugestões de práticas experimentais por autores nas aulas de Física, apoiadas no uso do Arduino.....</i>	30
2.2	O estudo da Termodinâmica: conceitos e dificuldades apresentadas no processo de ensino e aprendizagem.....	35
2.2.1	<i>A importância da experimentação no processo de aprendizagem...</i>	41
2.2.2	<i>Experiências didáticas que auxiliam no processo de ensino e aprendizagem no estudo da Termodinâmica no ensino médio.....</i>	42
2.3	Metodologias ativas como possibilidade de ativar o processo de ensino e aprendizagem.....	44
2.3.1	<i>Diferentes contextos em que o aluno possa estar inserido.....</i>	49
2.4	Gamificação como uma estratégia inovadora para o ambiente educacional.....	54
2.5	Teoria da Aprendizagem significativa (TAS) e Neurociência na Educação.....	57
2.5.1	<i>Neurociência e suas contribuições no processo de ensino e aprendizagem.....</i>	62
2.5.2	<i>A relação entre Neurociência e Educação.....</i>	65
3	METODOLOGIA.....	72
3.1	Metodologia da pesquisa.....	73
3.2	Contexto e perfil dos participantes.....	74
3.3	Construção dos dados.....	77
3.4	Instrução de análise.....	78
3.5	Desenvolvimento da sequência didática: aplicação dos “Três momentos Pedagógicos (3MP)”	79
3.5.1	<i>Problematização inicial (PI).....</i>	81
3.5.2	<i>Organização do conhecimento (OC).....</i>	81
3.5.3	<i>Aplicação do conhecimento (AC).....</i>	87
3.5.3.1	<i>Grupo Experimental - (GE) (2º ANO A)</i>	89

3.5.3.2	<i>Grupo de Controle - (GC) (2º ANO B/C).....</i>	<i>100</i>
4.	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	106
4. 1	Resultados e discussão dos testes (Pré-teste e Pós-teste).....	106
4. 2	Resultados e discussão dos questionários.....	112
4. 3	Análise do questionário prévio (inicial) e final de opinião.....	112
4. 4	Análise do questionário prévio (inicial) de opinião (2º A) e (2º B/C)..	113
4.4.1	<i>Análise da primeira pergunta do questionário prévio.....</i>	<i>113</i>
4.4.2	<i>Análise da segunda pergunta do questionário prévio.....</i>	<i>115</i>
4.4.3	<i>Análise da terceira pergunta do questionário prévio.....</i>	<i>117</i>
4.4.4	<i>Análise da quarta pergunta do questionário prévio.....</i>	<i>118</i>
4.4.5	<i>Análise da quinta pergunta do questionário prévio.....</i>	<i>119</i>
4.4.6	<i>Análise da sexta pergunta do questionário prévio.....</i>	<i>121</i>
4.4.7	<i>Análise da sétima pergunta do questionário prévio.....</i>	<i>122</i>
4.4.8	<i>Análise da oitava pergunta do questionário prévio.....</i>	<i>124</i>
4.4.9	<i>Análise da nona pergunta do questionário prévio.....</i>	<i>126</i>
4.4.10	<i>Análise da décima pergunta do questionário prévio.....</i>	<i>128</i>
4.4.11	<i>Análise da décima primeira pergunta do questionário prévio.....</i>	<i>130</i>
4.4.12	<i>Análise da décima segunda pergunta do questionário prévio.....</i>	<i>132</i>
4.4.13	<i>Análise da décima terceira pergunta do questionário prévio.....</i>	<i>134</i>
4.5	Análise do questionário final de opinião (2º Ano A) e (2º Ano B/C).....	135
4.5.1	<i>Análise da primeira pergunta do questionário final (2ºA).....</i>	<i>135</i>
4.5.2	<i>Análise da primeira pergunta do questionário final (2ºB/C).....</i>	<i>136</i>
4.5.3	<i>Análise da segunda pergunta do questionário final (2ºA/B/C).....</i>	<i>137</i>
4.5.4	<i>Análise da terceira pergunta do questionário final (2ºA).....</i>	<i>138</i>
4.5.5	<i>Análise da terceira pergunta do questionário final (2ºB/C).....</i>	<i>140</i>
4.5.6	<i>Análise da quarta pergunta do questionário final (2ºA).....</i>	<i>141</i>
4.5.7	<i>Análise da quarta pergunta do questionário final (2ºB/C).....</i>	<i>142</i>
4.5.8	<i>Análise da quinta pergunta do questionário final (2ºA).....</i>	<i>143</i>
4.5.9	<i>Análise da quinta pergunta do questionário final (2ºB/C).....</i>	<i>144</i>
4.5.10	<i>Análise da sexta pergunta do questionário final (2ºA).....</i>	<i>145</i>
4.5.11	<i>Análise da sexta pergunta do questionário final (2ºB/C).....</i>	<i>147</i>
4.5.12	<i>Análise da sétima pergunta do questionário final (2ºA/B/C).....</i>	<i>148</i>
4.5.13	<i>Análise da oitava pergunta do questionário final (2ºA).....</i>	<i>149</i>
4.5.14	<i>Análise da oitava pergunta do questionário final (2ºB/C).....</i>	<i>150</i>

4.5.15	<i>Análise da nona pergunta do questionário final (2ºA/B/C).....</i>	<i>151</i>
4.5.16	<i>Análise da décima pergunta do questionário final (2ºA/B/C).....</i>	<i>154</i>
4.5.17	<i>Análise da décima primeira pergunta do questionário final (2ºA/B/C)..</i>	<i>157</i>
4.5.18	<i>Análise da décima segunda pergunta do questionário final (2ºA/B/C).</i>	<i>158</i>
4.5.19	<i>Análise da décima terceira pergunta do questionário fina (2ºA/B/C)....</i>	<i>160</i>
4.5.20	<i>Análise da décima quarta pergunta do questionário final (2ºA/B/C)....</i>	<i>162</i>
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	164
	REFERÊNCIAS.....	167
	APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO PRÉVIO (INICIAL) DE OPINIÃO (2º ANO A - GE) E (2º ANO B/C - GC).....	182
	APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO FINAL DE OPINIÃO (2º ANO A - GE)....	187
	APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO FINAL DE OPINIÃO (2º ANO B/C - GC)..	192
	APÊNDICE D - PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE (2º A - GE) E (2º B/C - GC)....	197
	APÊNDICE E - ROTEIRO DA AULA EXPERIMENTAL (2º ANO B/C - GC)..	203
	APÊNDICE F - DESAFIO (QUIZ) INDIVIDUAL NA PLATAFORMA KAHOOT (2º ANO A - GE).....	204
	APÊNDICE G - JOGOS DE APRENDIZADO “KAHOOTS” (2º ANO A - GE)	205
	APÊNDICE H - DESAFIO INDIVIDUAL (QUIZ ON-LINE) - GOOGLE FORMS (2º ANO B/C - GC).....	208
	APÊNDICE I - TRABALHO ON-LINE FORMATIVO - GOOGLE FORMS (2º ANO B/C - GC).....	210
	APÊNDICE J - DESAFIO EM GRUPO ON-LINE EM TEMPO REAL - SLIDES (2º ANO B/C - GC).....	217
	APÊNDICE L - ROTEIRO DA AULA EXPERIMENTAL - AULA MODELAGEM ELETRÔNICA NA PLATAFORMA TINKERCAD (2º ANO A - GE).....	219
	ANEXO A - PARECER CONSUBSTANCIADO nº 4.669.681.....	221
	ANEXO B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	224
	ANEXO C - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO AOS PAIS E/OU RESPONSÁVEIS.....	225
	ANEXO D - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO..	226

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IFCE	Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Ceará
3MP	Três Momentos Pedagógicos
EEM	Escola de Ensino Médio
CREDE	Coordenadoria Regional de Educação
GE	Grupo experimental
GC	Grupo de controle
TAS	Teoria da Aprendizagem Significativa
EM	Ensino Médio
TDIC	Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação
LEI	Laboratório Educacional de Informática
LEC	Laboratório Educacional de Ciências
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
OA	Objetos de Aprendizagem
PI	Problematização inicial
OC	Organização do conhecimento
AC	Aplicação do conhecimento

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Física precisa manter o espírito de investigação dos cientistas, pois ao estudar os fenômenos ocorridos no cotidiano, os alunos deveriam ser incentivados a descobertas, despertando-os para os procedimentos de pesquisa. No Ensino Médio (EM), a Física se apresenta como uma disciplina complexa que estuda fenômenos, introduzindo num domínio os métodos matemático. Geralmente, o educando que possui dificuldade em competências leitoras e interpretativas, termina “antipatizando” com a Física, dificultando ainda mais sua aprendizagem, levando professores e alunos a não alcançarem resultados de aprendizagem significativos nessa disciplina.

A realidade é que as dificuldades encontradas pelos alunos e professores no processo de ensino e aprendizagem da Física são diversas, e muitas vezes os alunos possuem pouco interesse em aprender a disciplina, e a metodologia utilizada pelo sistema educacional é baseado em assuntos desvinculados das necessidades dos alunos. Segundo Prensky (2001),

Os alunos de hoje não são mais os mesmos para os quais nosso sistema educacional foi criado. Os alunos de hoje não mudaram apenas em termos de avanço em relação aos do passado, nem simplesmente mudaram suas gírias, roupas, enfeites corporais, ou estilos, como aconteceu entre as gerações anteriores. Aconteceu uma grande descontinuidade. Alguém pode até chama-la de apenas uma “singularidade” - um evento no qual as coisas são tão mudadas que não há volta (p. 1).

De acordo com o autor, as metodologias e os tempos necessitam serem refeitos. Os métodos tradicionais que privilegiam somente a transmissão de informações devem dar espaço a metodologias que envolvam mais o aluno, pois atualmente os mesmos estão imersos em mudanças socioculturais influenciadas pelas Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), tais como computadores, telefones celulares, *smartphones*, games, etc.

Neste sentido, este estudo propõe a elaboração e aplicação de uma estratégia ativa gamificada através de uma sequência didática de atividades, baseada nos Três Momentos Pedagógicos (3MP) para o ensino da Termodinâmica, utilizando a simulação computacional e modelagem teórica, que dispõe do Arduino com ambiente de programação como ferramenta pedagógica para potencializar os conhecimentos científicos e tecnológicos da Termodinâmica, flexibilizando e otimizando o processo de aprendizagem significativa. Segundo Werbach e Hunter (2012), a gamificação

consiste na utilização de elementos dos games (mecânicas, estratégias, pensamentos) fora do contexto dos games.

A Termodinâmica é uma área da Física que apresenta assuntos que não são facilmente entendidos pelos estudantes (LIMA, 2016). Segundo Halliday *et al.*, (2012, p. 184), “[...] A termodinâmica é o ramo da Física, que estuda as leis que relacionam o calor a outras formas de energia, associando-se também ao conceito de temperatura”.

Contextualizar os conteúdos da Termodinâmica é uma das formas de melhorar o entendimento do aluno, já que a temática trabalha com conceitos tão comuns em seu cotidiano como: calor, temperatura, comportamento dos gases, energia interna, trabalho, 1ª e 2ª lei da Termodinâmica, entre outros.

A pesquisa também busca investigar se as metodologias utilizadas pelos professores em sala de aula influenciam na aprendizagem do aluno de Ensino Médio, pois é necessário superar as dificuldades de aprendizagem que os alunos enfrentam ao aprender Física, assim como, incorporar novas abordagens metodológicas propostas no Ensino Médio.

Ademais, o estudo aponta as contribuições da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) e a Neurociência como ferramenta de aprendizagem, fazendo um paralelo entre os conhecimentos prévios e redes neurais, bem como a sua influência no aprendizado. Nesse sentido, Silva *et al.*, (2020) declaram que “a aquisição de conhecimento, a partir da gamificação pode motivar o funcionamento do cérebro e possibilitar transformações e desdobramentos na aprendizagem” (p.2). O docente precisa propor atividades que despertem a curiosidade, desenvolva habilidades e, supere desafios, já que o cérebro está permanentemente preparado para aprender.

As aulas foram realizadas totalmente por meio de ensino remoto em um ambiente virtual, através da ferramenta *Google Meet*, vista a pandemia causada pelo novo coronavírus. A aplicação da pesquisa ocorreu mediante a realização de simulações em plataformas virtuais que auxiliou no aprendizado dos alunos de Ensino Médio.

A hipótese verificada nesse estudo é que, através de simulações virtuais com a utilização do Arduino como ferramenta motivadora no ensino da Termodinâmica, aliada com a estratégia da gamificação, seja possível contribuir com atividades que motivem o aprendizado dos conteúdos apresentados nas aulas de Física.

Os conceitos científicos são na maioria das vezes vistos como algo com elevada dificuldade de aprendizagem pelos estudantes. A utilização da placa Arduino através de simulações virtuais pode ajudar o aluno a compreender a importância da Física e seu uso com diferentes tecnologias, possibilitando através das aulas um estímulo aos estudantes do Ensino Médio.

É significativo propiciar ao estudante condições favoráveis para gostar e ter o interesse em aprender Física, proporcionando um estudo mais prazeroso, desafiador e fecundo, acerca do fenômeno que está sendo estudado, de maneira que as aulas possam se tornar mais atrativas, com o intuito de desconstruir a conjectura sobre a disciplina (SILVA *et al.*, 2021).

Por consequência, o trabalho proporciona o aprendizado mútuo de diversos conceitos, auxiliando na solução de problemas e promovendo a aprendizagem e a interdisciplinaridade por meio de simulações em plataformas virtuais e os elementos do jogo, abordado através da gamificação.

A interdisciplinaridade, a contextualização, e a utilização de estratégias ativas podem aproximar os estudantes à Física de uma forma mais concreta, estimulando o aluno a pensar, criar hipóteses, analisar um problema e propor soluções, despertando o interesse não somente pela disciplina de Física, mas também pela pesquisa científica.

Por se tratar de uma disciplina que parece muito complexa, não é uma tarefa fácil envolver os estudantes de forma que possam relacionar os conceitos de Física às questões do dia-a-dia. De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (2018), os conteúdos de Física no Ensino Médio estão organizados em unidades temáticas para serem ponderados durante o EM. Uma importante observação a ser constatada, é que as temáticas curriculares estão relacionadas a aplicações no cotidiano.

Portanto, praticar um ensino de Física contextualizado, respeitando o contexto onde está inserido, é contribuir na formação de estudantes críticos e reflexivos. A prática da educação tradicional se baseia na exposição verbal da matéria, e a forma de transmissão do conteúdo, apelando para a memorização de regras faz com que os alunos adquiram apenas respostas prontas sem conseguir atribuir sentido aos saberes.

O problema central da pesquisa consiste nas dificuldades encontradas pelos alunos e professores no processo de ensino e aprendizagem da Termodinâmica no Ensino de Física. Por conseguinte, o estudo busca a investigação como a

aprendizagem ativa, aliada a estratégia da gamificação com a utilização de simulações em plataformas virtuais, influenciam no aprendizado do aluno de Ensino Médio.

O interesse pelo tema “Uso do Arduino e a gamificação no ensino da Termodinâmica”, resulta da minha prática como professora de Física da rede pública Estadual de Educação, pois professores dessa disciplina acabam enfrentando muitos obstáculos, principalmente em escolas públicas.

Mesmo utilizando metodologias diversificadas como aulas práticas em centros de multimeios como: Biblioteca, Laboratório Educacional de Informática (LEI) e Laboratório Educacional de Ciências (LEC), que são considerados instrumentos facilitadores de aprendizagem. O ensino de Física, a cada dia encontra-se distanciado da realidade do estudante, todavia as aulas apresentadas são de maneira sistemática, o que dificulta muitas vezes a aprendizagem de forma significativa (LOBATO, 2020).

Para Silva *et al.* (2020), o ensino de Física tem se tornado cada vez mais um desafio, visto que, de forma geral, os alunos apresentam dificuldades em assimilar os conceitos científicos. Desse modo, diante do desafio de motivar os educandos e modificar também o ambiente escolar frente a uma mudança de comportamento do professor, por um papel mais participativo e ativo em sala de aula, é que a temática está sendo abordada, para que os estudantes se tornem capazes de questionar, formular e concluir um processo de aprendizagem significativo e que supere a simples assimilação de conhecimentos prontos.

A pesquisa científica tem como objetivo geral, analisar como a gamificação através da utilização do Arduino e outras plataformas virtuais podem potencializar a aprendizagem significativa dos conhecimentos científicos e tecnológicos no ensino da Termodinâmica. Os objetivos específicos que norteiam a proposta deste trabalho são:

- Investigar estratégias pedagógicas que utilizem o Arduino como recurso didático no estudo da Termodinâmica, atendendo assim, às necessidades dos alunos contemporâneos.
- Aplicar uma prática pedagógica, através de metodologias que possibilitem aos alunos interagir de forma ativa com simulações, experimentações (virtual) e estratégias gamificadas, possibilitando a melhor compreensão dos conteúdos da Física.

- Apresentar as contribuições da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) e da Neurociência como ferramenta de aprendizagem, fazendo um paralelo entre os conhecimentos prévios e redes neurais, bem como a sua influência no aprendizado.

Quanto a pesquisa, ela foi estruturada em cinco seções principais. A primeira seção é constituída pela Introdução, considerando o tema a ser explorado, justificativa, hipótese, problema da pesquisa, metodologia, objetivos e a organização dos capítulos.

A segunda seção apresenta a fundamentação teórica, que aborda sobre O Arduino como possibilidade para inovar o Ensino de Física; O estudo da Termodinâmica, que faz uma sucinta explanação dos conhecimentos aplicados a compreensão de alguns fenômenos relacionados a temática em questão; As Metodologias ativas, que são vistas como possibilidade de melhorar o processo de ensino e aprendizagem; Gamificação como uma estratégia inovadora que permite a utilização de elementos e técnicas que tem a grande capacidade de atrair a atenção dos alunos. Para concluir, será discorrido sobre, Teoria da Aprendizagem significativa (TAS) e Neurociência na Educação.

A terceira seção trata da metodologia do estudo, que são as etapas que descreve toda ação, e os procedimentos de condução desenvolvido na pesquisa como: contexto e perfil dos participantes, construção, coleta e instrução de análise dos dados e desenvolvimento da sequência didática, com a aplicação dos “Três momentos Pedagógicos.”

A quarta seção concerne à discussão dos resultados. Interpreta e analisa criticamente os dados obtidos nos testes (Pré-teste e Pós-teste) e nos questionários prévio (inicial) e final de opinião. A quinta e última seção refere-se as considerações finais, do qual sintetiza uma visão analítica dos resultados alcançados.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta seção tem como propósito apresentar os principais conceitos e definições relevantes aos objetivos propostos da pesquisa, analisando os conteúdos teóricos de modo descritivo, conceitos e ponderações de autores, assim como resultados das experiências didáticas que foram aplicadas com os discentes em sala de aula.

Desse modo, as análises resultantes por meio de levantamento bibliográfico, foram selecionados trabalhos a partir da reflexão, fruto da leitura e consultas em artigos, livros, sites, dissertações publicadas na base de dados *Scielo* e no Portal Periódicos da CAPES, entre outros, que abordam os temas propostos e que fazem uma análise crítica inerente ao assunto entre o período de 2011 a 2021. As temáticas abordadas serão apresentadas nas seções a seguir.

2.1 O Arduino como possibilidade para inovar o Ensino de Física

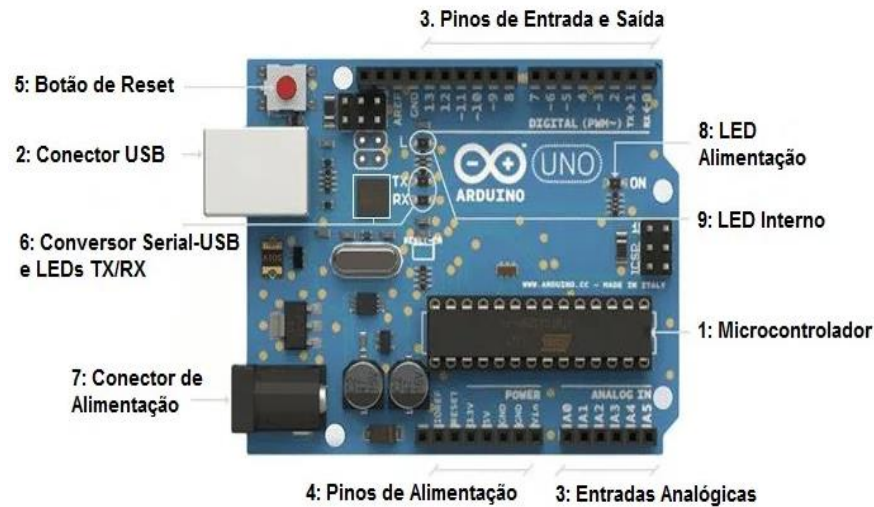
Esta pesquisa consiste em fazer uma breve explanação sobre a plataforma Arduino, que atua em dispositivos de automação em diversos tipos de ações, tendo por base a ideia de microcontroladores dotados de *hardware* e *software*, que podem ser utilizados em atividades cotidianas, sendo uma ferramenta que tem uma enorme variedade de possibilidades para construções de práticas que podem auxiliar no aprendizado de Física nas escolas. De acordo com Martinazzo (2014):

Os alunos já não se satisfazem apenas com aulas expositivas de Física, e anseiam por mais e os professores estão angustiados diante da evolução tecnológica e da mudança comportamental de seus alunos que estão inquietos com as aulas tradicionais (MARTINAZZO, 2014, p.22).

Muitas pesquisas em ensino de Física, têm sido realizadas com o objetivo de inserir cada vez mais a tecnologia e a informação em metodologias que engajem o aprendiz no processo de aprendizagem. A plataforma Arduino é adaptável, opera no desenvolvimento de experimentos didáticos e viabiliza uma ensinagem de Física mais significativa.

O Arduino UNO (FIGURA1) é uma plataforma de prototipagem eletrônica desenvolvida com o “[...] objetivo de criar uma ferramenta fácil para prototipagem rápida, destinado a estudantes sem experiência em eletrônica e programação” (SOBREIRA *et. al.*, 2016, p. 459). Assim, em 2005, Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino e David Melli criaram a plataforma Arduino, uma plataforma de código aberto, de baixo custo, capaz de viabilizar de modo mais fácil projetos práticos na área da eletrônica (SOUZA, 2013).

Figura 1- A placa Arduino UNO



Fonte: <https://portal.vidadesilicio.com.br/o-que-e-arduino-e-como-funciona/>

A plataforma surgiu como projeto de pesquisa no Instituto de Ivrea, localizado na Itália, sendo idealizado por pessoas de diversas partes do mundo. Foi adotado o conceito de *hardware* livre, o que significa que qualquer um pode montar, modificar, melhorar e personalizar o Arduino, partindo do mesmo *hardware* básico.

A placa é constituída por um conjunto de circuitos impressos (*open-source*), montada numa única placa, dotada de um microcontrolador Atmel AVR, com entrada e saída analógicas e digitais, e uma IDE (*Integrated Development Environment*), *software* que permite ao usuário desenvolver o código usado pela placa obedecendo à linguagem de programação baseada em C/C++.

Moreira *et al* (2018, p. 723) citam que “no meio escolar, esta ferramenta pode ser utilizada na experimentação para construir instrumentos científicos de baixo custo, e para provar princípios físicos por professores e alunos. Dessa forma, pode se inicializar os alunos no ambiente de programação e robótica”. A plataforma Arduino é muito utilizada no estudo de programação e eletrônica devido a sua facilidade de uso. A perspectiva da conexão de diferentes tipos de sensores à plataforma permite o desenvolvimento de práticas didáticas como, medir o período de oscilação de um pêndulo (MATINAZZO *et al.*, 2014).

Cavalcante *et al* (2014, p. 1695) considera que:

Inserir e associar tecnologia com educação é uma ideia viável e de rápida acessibilidade e aceitação principalmente quando o custo envolvido é baixo. Mas, apesar do Arduino ser uma tecnologia de baixo custo e ótimo rendimento e, inclusive, ter várias utilidades, ainda existem obstáculos para

sua entrada em sala de aula, seja por causa de recursos financeiros, por falta de profissionais interessados e qualificados ou por outros motivos.

Ainda que, se encontre dificuldades ao introduzir o Arduino como ferramenta pedagógica no ambiente escolar, é notável o interesse do aluno na inserção do uso da tecnologia como recurso didático no desenvolvimento das atividades. Tanto pela sua curiosidade, como por meio prático para o melhoramento do aprendizado.

É inquestionável a simplicidade de operação e as possibilidades de uso do Arduino, o que o torna acessível aos alunos, visto que não exige grandes conhecimentos em montagens eletrônicas para usá-la, além da gratuidade de acesso aos *softwares* para programá-lo. Possui sistemas de aquisição de dados simplificado através de sensores e atuadores eletromecânicos, além de ser uma alternativa economicamente viável frente aos laboratórios didáticos automatizados comercializados atualmente. McRoberts (2015, p. 24) aponta que:

A maior vantagem do Arduino em relação a outras plataformas de desenvolvimento de microcontroladores é a sua facilidade de utilização, o que permite que pessoas que não sejam de áreas técnicas possam aprender o básico e criar seus próprios projetos em um período relativamente curto. Artistas, em especial, parecem considerá-lo a maneira ideal para criar obras de arte interativas rapidamente, sem a necessidade de um conhecimento especializado em eletrônica.

Deste modo, a plataforma Arduino apresenta razões para ser utilizada em projetos de prototipagem eletrônica, como: *softwares* de simulação gratuitos; disponíveis; fácil programação; baixo custo de prototipagem; não exige experiência ou grandes conhecimentos prévios de eletrônica/programação. E assim, pode ser utilizada sem a necessidade de um computador, sendo fundamental apenas uma fonte de alimentação para que a plataforma funcione. Há diversas alternativas de placas da família Arduino como: Uno, Mega, *Duemilanove*, *Diecimila Bluetooth*, Nano e *Lilypad* (MONK, 2013). O Arduino Uno é uma versão recente e acessível do Arduino, consiste em uma das placas mais famosas por ser subsequente dos primeiros modelos de placas Arduino desenvolvidas, tal como o Arduino *Duemilanove* e o Arduino *Diecimila*, mantendo o mesmo layout. O *hardware* do Arduino UNO é simples, e muito eficiente. Os projetos para a montagem das diferentes placas estão disponíveis sob uma licença de código aberto, para que os usuários montem livremente suas próprias adaptações, além daquelas já comercializadas (CAVALCANTE, 2013).

Na plataforma o *hardware* pode ser estendido com a utilização de *shields*, que é uma placa de Circuito Impresso (CI) com conectores que se encaixam na parte superior de uma placa Arduino. Contém outros dispositivos, como os detectores de umidade, sensores ultrassônicos, sensores de luz e de cor, módulo *Bluetooth*, entre outros. Santos, Amorim e Dereczynsk (2017) anunciam alguns benefícios no uso da plataforma e *software* de programação do Arduino:

é a disponibilidade de uma grande quantidade de bibliotecas de programas, de acesso livre, que usadas como sub-rotinas facilitam a comunicação com os mais diferentes tipos de sensores. Devido a essa notável versatilidade como plataforma de controle e aquisição de dados, já existe uma extensa relação de trabalhos de aplicação da placa Arduino no ensino de Física e que podem ser encontrados na literatura da área (SANTOS; AMORIM; DERECZYNSK, 2017, p. e1505-3).

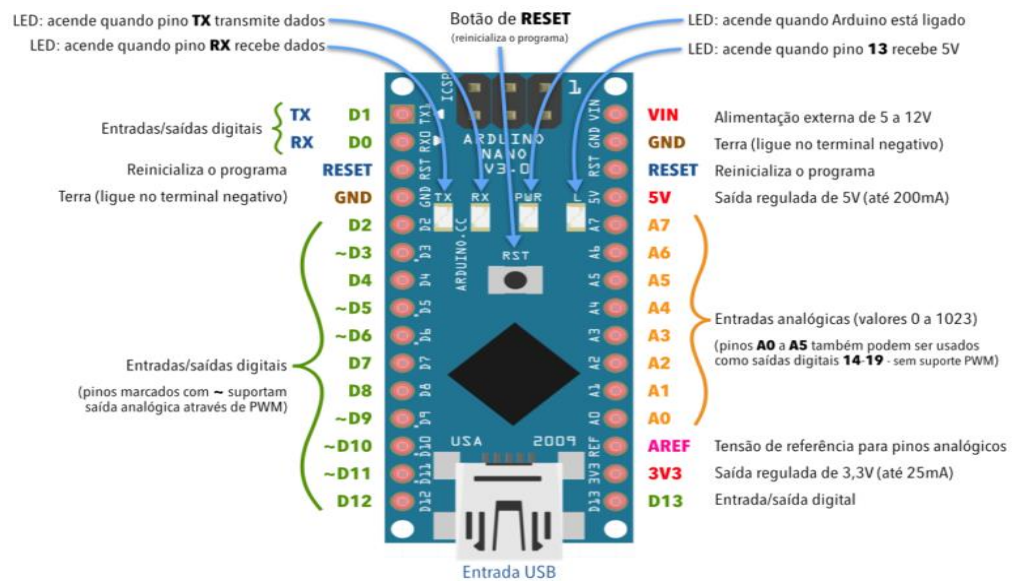
Portanto, o Arduino é um facilitador para o desenvolvimento de experimentos e metodologias destinados o ensino de Ciências da Natureza, como é mostrado em (LAUDARES *et al.*, 2014). Assim, a utilização do Arduino no ambiente escolar pode ser tornar uma ferramenta valiosa no processo de ensino e aprendizagem.

Considerando que os alunos, estão cada vez mais em contato com um mundo tecnológico, é necessário buscar novas ferramentas à altura para atrair a atenção e motivação desses estudantes. A seguir, serão apresentadas dez sugestões de práticas experimentais por autores nas aulas de Física, apoiadas na utilização do Arduino.

2.1.1 Sugestões de práticas experimentais por autores nas aulas de Física, apoiadas no uso do Arduino

Araújo e Braga (2017) construíram uma conexão do tipo "*plugand-play*", entre o Arduino e alguns de seus periféricos com o intuito de acelerar o tempo de montagem e operacionalidade de diferentes experimentos didáticos dentro e fora do ambiente escolar, facilitando o desenvolvimento e o acesso a práticas experimentais nas disciplinas relacionadas ao ensino de Ciências da Natureza, incluindo a novas tecnologias no processo de ensino e aprendizagem. Escolheu-se como plataforma padrão para esse trabalho o Arduino Nano (FIGURA 2).

Figura 2- Placa Arduino Nano



Fonte: <http://eletronicaparaartistas.com.br/arduino-2-configuracao-do-arduino-nano/>

Após a construção da interface, soldado o sensor e o atuador ao conector e compilado o código para troca de dispositivos no Arduino Nano, foram realizados dois testes de validação para analisar o que foi implementado. Após construído o modelo de interface, foi observado que o professor poderá replicar inúmeras vezes os mesmos experimentos, sem a necessidade de se preocupar com cabos, conexões ou gastar seu tempo para preparar o material. (ARAÚJO; BRAGA, 2017).

De acordo com Araújo e Braga (2017), as questões abordadas inicialmente no trabalho foram respondidas, pois foi estabelecida uma interface que se conecta a plataforma Arduino que pode ser usada para fins de experimentos didáticos.

Rosa *et al.* (2016) construíram um equipamento envolvendo o conteúdo de condução de calor, utilizando materiais alternativos e de baixo custo, como forma de viabilizar e facilitar a sua reprodução nas escolas, podendo ou não estar associado a dispositivos eletrônicos e à possibilidade da coleta de dados com o uso do computador. A realização da atividade experimental foi dividida em duas partes: na primeira, foram utilizados termômetros convencionais para a realização das medidas de temperatura, utilizando à construção de gráficos através de uma planilha de cálculo (Excel®, da Microsoft®).

A segunda parte, foram inseridos os sensores analógicos de temperatura, os sensores foram conectados a placa Arduino Uno, e esta conectada a um computador para a geração de gráfico, em tempo real, das temperaturas no experimento. A

atividade se mostra significativa em termos de importância, pois temas como calor e temperatura, são conceitos diretamente relacionados ao nosso cotidiano.

Amorim, Dias e Soares (2015) apresentam uma experiência simples de condução térmica utilizando sensores de temperatura digitais com tecnologia *one-wire* (um-fio) associados a uma placa Arduino Uno para controle e aquisição de dados. Os sensores utilizados podem ser facilmente encontrados no mercado nacional. O fenômeno estudado consiste na condução de calor através de uma barra metálica cilíndrica conectada em suas extremidades com duas fontes térmica mantidas a temperaturas constantes. A metodologia experimental aplicada é simples e pode facilitar a realização de diferentes experimentos sobre mecanismos de propagação de calor no ensino médio. Esse sistema é utilizado pelos livros didáticos para discutir o fenômeno da condução térmica e suas principais propriedades, como a lei de Fourier estudada na Física.

Cavalcante, Rodrigues e Bueno (2013), no experimento desenvolvido, o Arduino atua como um microprocessador, este receberá sinais digitais advindos do controle remoto IR. A recepção dos pulsos será realizada por receptores da série PNA4601M ao microcontrolador Arduino. O objetivo é a difusão da utilização do microcontrolador Arduino, no ensino e aprendizagem de Física Moderna. Para isso, os autores elaboraram uma sequência didática com o de explorar o funcionamento de controles remoto. O tema é justificado por estar muito presente no cotidiano dos alunos, permitindo abordar não apenas os conceitos referentes à Física Moderna, como o efeito fotoelétrico, mas também a transmissão ótica de sinais.

Moura *et al.* (2019) analisaram as possibilidades de uma prática experimental em termometria utilizando inovação tecnológica de baixo custo, aplicada em turmas de Ensino Médio de escolas públicas. As atividades foram divididas em duas etapas: na primeira, foram ministradas aulas expositivas dialogadas com conceitos básicos sobre termodinâmica e termometria (escalas termométricas e suas conversões, foco principal do experimento). Em seguida, foi mostrado a placa de Arduino. Na segunda etapa, cada grupo, com auxílio de um professor, começou o processo de montagem do experimento, que é constituído por um sensor que mede a temperatura ambiente e a umidade do ar chamado *Digital Temperature and Humidity* (DHT11). Os alunos fizeram medições sobre a temperatura e umidade local. Dessa forma, os conceitos físicos foram associados de teoria à prática, afirmando, o uso de recursos tecnológicos como ferramenta para dinamização das aulas de Física.

Visconti *et al.* (2015) apresentam uma proposta experimental, na forma de uma maquete, que simula uma rede elétrica trifásica, com frequência variável, entre 2Hz e 20Hz, permitindo visualizar as inversões na tensão elétrica através de LEDs. A maquete apresentada serve como modelo de uma rede elétrica trifásica, usada em todo o Brasil. Assim como, auxilia nas aulas de eletricidade/eletrodinâmica, principalmente sobre corrente alternada, buscando fazer a correlação da teoria e prática, tornando dessa forma as aulas mais dinâmicas e interativas. Este trabalho foi resultado das discussões e pesquisas desenvolvidas na disciplina Atividades Experimentais para o Ensino Fundamental e Médio, do curso Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física.

Souza (2017) apresentou a implementação em sala de aula de um produto educacional, baseado no microcontrolador Arduino e na linguagem de programação Visual Basic, na prática experimental da disciplina de Física, mais especificadamente nos conteúdos de eletrostática e a primeira lei de Ohm. O trabalho propõe fazer alterações no experimento do microscópico eletrônico com acréscimo do Arduino e alguns sensores, permitindo transformar o experimento um pouco mais quantitativo, de modo que os alunos possam fazer medidas e coletar dados com o auxílio do computador. Dessa forma, tornou-se possível por exemplo, determinar o tempo que uma régua eletrizada leva para tornar-se neutra novamente através da perda ou ganho de cargas do ambiente.

Em vista disso, foi desenvolvido um produto educacional utilizando o computador e o Arduino, onde foram construídos dois experimentos voltados ao estudo da eletricidade. O primeiro experimento corresponde em um eletroscópio eletrônico que possibilita o estudo de diversos fenômenos associados a corpos eletrizados. O segundo proporciona o conhecimento de resistores de vários tipos, capaz de estabelecer se são resistores ôhmicos ou não-ôhmicos. Por conseguinte, foi realizada uma análise do comportamento dos estudantes durante a atividade proposta, assim como, percepção de relatórios produzidos após as atividades práticas. Com base nos dados obtidos, foi possível compreender que é necessário o acompanhamento do docente durante toda a experimentação (SOUZA, 2017).

Corrallo, Junqueira e Schuler (2018) discutem a implementação do ciclo de Modelagem de Hestenes associado à automatização de atividades experimentais com a plataforma de prototipagem Arduino Uno. Como aplicação, apresentaram um relato de experiência de um curso de extensão universitária, destinado aos professores de

Física da Educação Básica e estudantes de licenciatura. A aplicação da proposta objetiva uma constante reflexão sobre o papel das atividades práticas e a participação do aluno durante o processo de ensino e de aprendizagem, a partir da contextualização e extrapolação dos modelos propostos.

Como aplicação, apresentou-se um relato de experiência de um curso de extensão universitária, designado aos professores de Física da educação básica e alunos de licenciatura. Foi evidenciado pelos autores, que os participantes do curso de extensão apresentaram, ao longo dos encontros, maior reconhecimento sobre a importância da atuação discente em todas as etapas do ciclo de Modelagem, inclusive no decorrer do planejamento da prática experimental (CORRALLO, JUNQUEIRA E SCHULER, 2018).

Silveira e Girardi (2017) descreveram a construção e funcionamento de um kit experimental, de baixo custo, para demonstrar o efeito fotoelétrico. Os autores utilizaram a plataforma Arduino para o controle e interface com o computador, bem como um pico amperímetro com amplificador operacional de alto ganho e impedância. O kit experimental foi denominado FOTODUINO, e consiste em um conjunto de lâmpadas, grade e placa (de ferro zincado ou zinco) e um dispositivo eletrônico de comunicação e controle com base na plataforma de desenvolvimento Arduino, utilizado para demonstrar qualitativamente o efeito fotoelétrico. A aplicação do kit indica a possibilidade de uso para demonstração do efeito termiônico e da condutividade elétrica do plasma. O equipamento construído possibilita a utilização para demonstrações referentes à eletrostática.

O equipamento pode ser produzido com facilidade mesmo para alunos sem experiência em eletrônica, pois apresenta baixíssimo custo, o que viabiliza sua utilização em escolas públicas. A interface gráfica, disponível tanto para *desktops* quanto para dispositivos móveis, é de fácil utilização e se mostra atrativa para os alunos do ensino médio (SILVEIRA E GIRARDI, 2017).

Dworakowski *et al.* (2016) descreveram a construção de um aparato experimental indicado para o ensino de gráficos da Cinemática. O aparato utiliza o *software* PLX-DAQ e um sensor sonar de ultrassom acoplado a uma plataforma microcontrolada Arduino para realizar leituras de posição e distância de objetos. O aparato experimental recebe as leituras do sensor sonar de ultrassom e as converte em medidas de distância. Cada medida é transferida a um computador que gradativamente constrói um gráfico da posição versus tempo. A plataforma Arduino é

carregado com um código que realiza continuamente medidas de distâncias e as envia através de uma saída USB a um computador conectado à placa, que pode capturar essas medidas e mostrar os dados numéricos na interface de *software* Arduino (“Serial Monitor”). Os autores usaram o *software* PLX-DAQ, que permite enviar os dados para uma planilha eletrônica. Com os dados, foi possível construir um gráfico com o par de coordenadas tempo e posição recebidos do sensor sonar, através do Arduino e do *software* da Parallax. A partir do aparato experimental utilizado os estudantes foram capazes de interpretar e reproduzir gráficos de movimento, em tempo real.

Diante do que foi apresentado, entende-se ser relevante que o professor de Física se aproprie da plataforma Arduino, buscando incorporá-la em suas aulas. Visto que muitas são as vantagens e diferentes abordagens que este recurso oferece, em relação à aplicação de experimentos. A pesquisa mostra o Arduino como recurso pedagógico, do qual possui uma ampla lista de possibilidades para inovar a prática de ensino na aprendizagem de Física.

2.2 O estudo da Termodinâmica: conceitos e dificuldades apresentadas no processo de ensino e aprendizagem

Nesta seção será discutida os referenciais teóricos da área de Física que são úteis na aplicação desta pesquisa, como uma sucinta explanação dos conhecimentos de Termodinâmica aplicados a compreensão de alguns fenômenos relacionados a temática. Os tópicos apresentados são: o estudo da Termodinâmica: conceitos e dificuldades apresentadas no processo de ensino e aprendizagem; A importância da experimentação no processo de aprendizagem, e por fim, experiências didáticas que auxiliam no processo de ensino e aprendizagem no estudo da Termodinâmica do Ensino Médio.

Segundo Souza (2019), a primeira revolução industrial se deu mais com conhecimento técnico do que científico. E é nesse contexto social e econômico que a Termodinâmica constituiu sua identidade. A procura para compreender a ciência do calor, de como atuar para aproveitar essa forma de energia integralmente e a busca de alcançar uma eficiência maior das máquinas térmicas, fez com que técnicos e cientistas se unissem.

A Termodinâmica é uma das áreas da Física consideradas pela maioria dos professores como complexa e, por isso, tem sido um dos assuntos que os estudantes

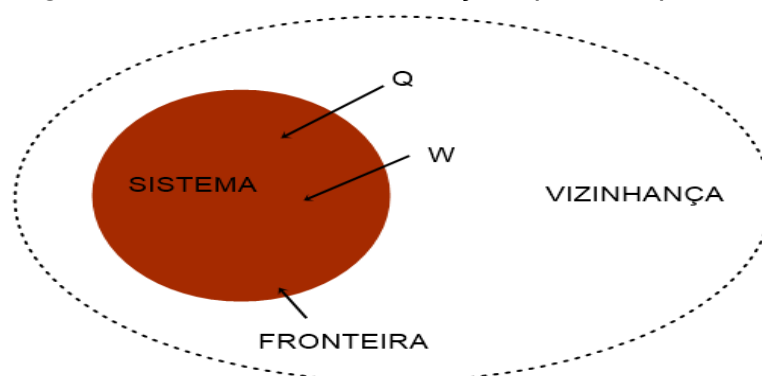
apresentam maior dificuldade em compreender e interpretar os conceitos envolvidos. Para Lima (2016), a Termodinâmica é a área que apresenta conceitos que não são facilmente entendidos pelos estudantes e que é necessária uma abordagem menos tradicional e com utilização de novas estratégias de ensino para a contextualização dos fenômenos. Contextualizar sua realidade é uma das formas de melhorar o entendimento do aluno, já que a temática trabalha com conceitos tão comuns ao dia a dia.

Segundo Rocha (2010), Termodinâmica é a parte da Física que trata do calor e da temperatura, fazendo a ponte com a mecânica através da equivalência entre calor e trabalho, cujo fator de conversão foi determinado por Joule, em meados do século XIX. Xavier e Barreto (2016) afirmam que a Termodinâmica trata das relações entre calor e trabalho produzidos em processos físicos nos quais um sistema não isolado interage com o meio externo.

A Termodinâmica tem como objetivo estabelecer relações entre calor e trabalho. “[...] Um dos principais ramos da física e da engenharia é a Termodinâmica, o estudo das leis que regem a relação entre calor e outras formas de energia. ” (HALLIDAY, 2013, p. 184).

Para Gregio (2016), um sistema termodinâmico consiste na parte do universo que está sendo estudado. Ele é delimitado por uma fronteira, que é uma superfície, concreta ou abstrata, que pode ser fixa ou móvel. Assim, um sistema termodinâmico é toda a região do espaço que se deseja estudar e que é separado por uma superfície chamada de fronteira, as partes que estão fora da fronteira representam a vizinhança do sistema como mostra a (FIGURA 3). O calor Q e o trabalho W representam a energia que atravessa a fronteira.

Figura 3 - O sistema e vizinhança separados pela fronteira



Fonte: Adaptado de SANTANA (2020).

Os sistemas podem ser classificados em isolado, fechado e aberto, dependendo de como é a fronteira que separa o sistema e sua vizinhança (FIGURA 4). Sistema isolado, não troca energia nem matéria com o meio externo, sendo impedidos de qualquer tipo de interação com suas vizinhanças (exemplo: garrafa térmica).

Sistema fechado é o que troca energia, mas não troca matéria com o meio externo. Nesse sistema são permitidas a troca de energia na forma de calor com a vizinhança (exemplo: refrigerador). Já o sistema aberto é aquele que troca energia e/ou matéria com o meio externo (exemplo: panela de pressão). A termodinâmica estuda como um sistema, um corpo ou uma máquina, transformam calor em energia mecânica e vice-versa.

Figura 4 - Esquema explicativo dos tipos de sistemas: isolado, fechado e aberto



Fonte: Elaboração própria.

As concepções que compõem a Termodinâmica, como: calor, temperatura, energia interna, trabalho, leis da Termodinâmica e entropia são difíceis de serem abordados, visto que os alunos de diferentes níveis de ensino possuem pontos de vistas espontâneos relacionadas a esses conceitos (SILVA; ERROBIDART, 2019).

A Termodinâmica apresenta quatro leis:

Lei zero: Regula o conceito de temperatura ao colocar que quando dois corpos distintos estão separadamente em equilíbrio térmico com um terceiro, eles também estão em equilíbrio térmico entre si.

1ª lei: É a lei de conservação da energia. Que relaciona a variação de energia interna do sistema do sistema com o calor e o trabalho.

2ª lei: É impossível construir um dispositivo que, operando em ciclos termodinâmicos, transforme totalmente todo o calor recebido em trabalho. A 2ª lei pode ser expressa conceitualmente que o calor flui espontaneamente sempre de um corpo de temperatura maior para um outro de temperatura menor quando em contato térmico.

3ª lei: Regula que não podemos congelar um sistema termodinâmico no zero absoluto (o zero da escala Kelvin). Podemos também expressar que a entropia de um sistema tende a zero quando sua temperatura absoluta tender a zero (VIEIRA, 2020, p.32).

Como apontado, a Termodinâmica é estruturada em quatro leis. Essas leis determinam como a energia pode ser trocada entre sistemas físicos na forma de calor e outras formas de energia, mostrando suas aplicações e implicações no cotidiano.

Segundo Souza (2019), a conservação da energia em sistemas termodinâmicos é expressa por meio da 1ª lei da Termodinâmica. Em outras palavras, podemos definir como o princípio da conservação de energia aplicada à termodinâmica, o que torna possível prever o comportamento de um sistema gasoso ao sofrer uma transformação termodinâmica.

A Primeira Lei da Termodinâmica, apresenta a ideia de calor como uma forma de energia, ou seja, é a energia em trânsito. Os conceitos de calor e trabalho, são percebidos como processos de transferência de energia, assim sendo, a energia e trabalho estão absolutamente ligados. Para Lima (2016), a primeira lei da Termodinâmica é fundamental na Física, pois é aplicada em diversos conteúdos escolares, uma vez que trata da conservação da energia.

Num sistema termodinâmico, o trabalho mecânico envolve variação de volume e a variação de temperatura implica numa variação da energia interna. “[...] A energia interna de um sistema tende a aumentar se acrescentarmos energia na forma de calor Q e a diminuir se removermos W realizado pelo sistema” (HALIDAY, 2013, p. 200).

Segundo Vieira (2020), a 1ª lei da termodinâmica é aplicada em casos especiais como: Transformação adiabática: aquela não há trocas de calor entre o sistema e o meio externo. Transformação isocórica: na qual o volume do sistema permanece constante, conseqüentemente não há realização de trabalho, ou seja, $W = 0$. Transformação cíclica: onde ocorre uma sequência de transformações gasosas na qual o sistema retorna ao seu estado inicial após algumas trocas de calor e trabalho. Sistema isolado: quando não troca calor nem trabalho com as vizinhanças e transformação isotérmica onde a temperatura de um gás se mantém constante.

Para Gregio (2016), a segunda Lei da Termodinâmica refere-se, portanto, à “qualidade” da energia, levando em consideração também a energia que se torna mais difusa e acaba se degenerando em dissipação. A partir desta lei é que se chega ao conceito de entropia, que está associada a uma medida de desordem de um sistema. A matéria é formada por partículas em constante movimento e um aumento na agitação das partículas ocasiona imediatamente um aumento na temperatura do corpo. No entanto, “Se dois corpos A e B estão separadamente em equilíbrio térmico com um terceiro corpo T, A e B estão em equilíbrio térmico entre si” (HALLIDAY, 2013, p. 185).

A variação de entropia do sistema (ΔS), é a propriedade que determina o sentido dos processos irreversíveis. Se um processo irreversível ocorre em um sistema fechado, há sempre um aumento da entropia. Se um processo ocorrer em um sistema fechado, a entropia do sistema aumenta para processos irreversíveis e mantém-se constante para processos reversíveis, ou seja, a entropia nunca diminui. Matematicamente, $\Delta S \geq 0$ - 2ª lei da termodinâmica (VIEIRA, 2020).

Com relação a lei zero da termodinâmica e a terceira lei da termodinâmica, Vieira (2020) enuncia que, se dois corpos A e B estão separadamente em equilíbrio térmico com um terceiro corpo T, conseqüentemente, A e B estão em equilíbrio térmico entre si. Este conceito refere-se o enunciado da lei zero da termodinâmica. Na terceira lei da termodinâmica o autor aponta que, se a entropia tende a zero a temperatura também será zero, esse resultado só é possível no caso de um processo reversível, o que não se verifica em nenhum processo natural. As quatro leis da Termodinâmica regulam a natureza dessa ciência e exerce uma conexão com outras áreas do conhecimento físico, assim como, com outras ciências como a Biologia e a Química.

Normalmente, os estudantes consideram a Física uma área de difícil compreensão. Faccin (2015) ressalta que é comum os estudantes não gostarem de Física por, geralmente, não entenderem os conceitos, então, preferem decorá-los, em vez de entendê-los.

Sobre isso, Carli (2014) acrescenta que outro problema enfrentado no processo de ensino e aprendizagem dos conceitos termodinâmicos diz respeito ao processo metodológico desenvolvido nas escolas. Gregio (2016) argumenta que as dificuldades enfrentadas no processo de ensino de Física e, especialmente, na compreensão dos

conceitos de Termodinâmica podem estar relacionadas à forma de abordagem dos conceitos.

Para os autores, um dos desafios do professor é encontrar metodologias que estimulem o interesse, reflexão e curiosidade dos alunos. O contexto atual exige propostas de ensino que sejam capazes de estabelecer relações entre a teoria e prática, visto que o professor não pode ignorar os novos recursos tecnológicos e metodológicos disponíveis. Somente a explanação oral em sala de aula é muito superficial, e essa forma de ensino causa desinteresse por parte dos estudantes, pois eles não conseguirão estabelecer relações entre os conceitos estudados e o seu cotidiano.

Jardim e Cecílio (2013) salientam que no processo de ensino é extremamente oportuna a utilização de ferramentas tecnológicas visando uma melhoria na qualidade de ensino. Os autores relacionam o contexto, e as mudanças metodológicas que o professor precisa fazer, para estimular o interesse do aluno em seu processo de aprendizagem.

A BNCC propõe formas de organização dos componentes curriculares que estimulem diferentes metodologias, sejam elas dinâmicas, interativas e colaborativas em relação à gestão de suas práticas pedagógicas, desta forma o estudante interage a um contexto social mais amplo, com os seus conhecimentos próprios (BRASIL, 2017, p.12).

Por ser considerado de difícil compreensão, é fundamental que o ensino de Física busque diferentes metodologias a serem desenvolvidas nas aulas pelo professor, com perspectivas em atividades interdisciplinares que levem o estudante a entender o conteúdo explorado em sala de aula com sua realidade. Contribuindo, dessa forma, para o aprimoramento dessa disciplina.

Nesse contexto, Mazaro e Darroz (2017) destaca-se a relevância do uso das ferramentas tecnológicas no processo de ensino, contudo, não é possível considerar tais ferramentas com um meio para sanar todas as dificuldades encontradas pelos estudantes sobre Termodinâmica. Elas são apenas uma estratégia a mais para o professor utilizar em sala de aula para tentar amenizar tais dificuldades.

Mediante os autores, pode-se argumentar a importância de o professor estar continuamente buscando um ensino de qualidade que facilite e priorize a aprendizagem crítica do aluno. A abordagem busca unir os conceitos de Termodinâmica, estabelecendo ligações entre a teoria e prática, assim como, refletir

através da literatura as dificuldades apresentadas no processo de ensino e aprendizagem do estudo da Termodinâmica.

2.2.1 A importância da experimentação no processo de aprendizagem

Atualmente, muitos professores de Física têm o ensino tradicional presente em suas salas de aula. “[...] É necessário romper essa inércia e dar lugar a culminância da aprendizagem significativa” (VIDAL, 2018, p. 18). Sabe-se que existem alguns obstáculos que os discentes se deparam, na utilização do laboratório didático de Ciências como: estrutura limitada, falta de equipamentos, materiais básicos, reagentes, entre outros.

Em busca de solucionar a situação real enfrentada na maioria das escolas públicas, o professor de Física, muitas vezes, converte esta realidade do ensino com aulas experimentais confeccionadas pelos próprios alunos, através de materiais de baixo custo. Segundo Vidal (2018, p. 17),

A utilização da experimentação é de fundamental importância para que ocorra o processo de ensino-aprendizagem, independente da ciência estudada. No ensino de Física, as práticas de laboratório surgem diante a necessidade de constatar os fenômenos físicos, uma vez que o livro didático não é mais suficiente para suprir a abstração dos conceitos trabalhados. Em geral, o laboratório didático é utilizado de forma tradicional e, assim, tornando o ensino rígido durante o processo de aprendizagem. Nessa prática desenvolvida no laboratório, o estudante recebe um roteiro a ser seguido, obtendo os resultados previstos.

É importante que o professor de Física possa modificar a realidade do ensino por meio das aulas experimentais. A construção do conhecimento da relação teoria e prática na aprendizagem da Física com experimentos é essencial para que os alunos assimilem com mais clareza os conteúdos abordados nas aulas. Silva e Leal (2016, p. 2) defendem que,

(...), a montagem de atividades de laboratório de caráter meramente qualitativa pode ser utilizada de forma complementar em sala de aula e também em apresentações em Feiras de Ciências, como forma de validar a ocorrência dos fenômenos físicos no dia a dia e também, para fortalecer a intuição física no ambiente escolar a partir do exercício do pensamento científico.

A Física constituiu-se como uma das Ciências mais importantes para a compreensão das situações do cotidiano. Nessa perspectiva, o laboratório didático de

Física pode ser um instrumento de ensino que motiva e auxilia no processo de aprendizagem do estudante. Além, de contribuir, na divulgação da ciência e no desenvolvimento investigativo do aluno.

2.2.2 *Experiências didáticas que auxiliam no processo de ensino e aprendizagem no estudo da Termodinâmica no Ensino Médio.*

Mazaro e Darroz (2017) apresentam em seu trabalho os resultados de uma investigação que identifica as possibilidades de trabalho por meio de um *Blog* e pesquisa livre na Internet, utilizando o *Google Drive* de forma compartilhada, verificando a aprendizagem de conceitos básicos de Termodinâmica, através de uma proposta diferenciada. A metodologia de pesquisa separou os estudantes em dois grupos, sendo que um desses grupos respondeu a questões pré-determinadas com pesquisas realizadas livremente na internet, enquanto o outro grupo respondeu às mesmas questões com consulta somente a um blog específico.

A coleta de dados foi realizada por meio dos comentários efetuados pelos participantes num arquivo do *Google Drive* e entrevistas semiestruturadas realizadas junto aos alunos que participaram. Pelos resultados encontrados pôde-se perceber que os objetivos foram atingidos, pois os dois grupos de estudantes demonstraram indícios de aprendizagem satisfatória dos conceitos básicos de Termodinâmica.

Mazaro, Darroz e Rosa (2020) buscaram identificar se uma sequência didática fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), de David Ausubel, e estruturada a partir da obra: *A volta ao mundo em 80 dias*, de Júlio Verne, pode ser considerada um material potencialmente significativo para o estudo de Termodinâmica. O desenvolvimento da sequência didática ocorreu em três etapas, com dez encontros de 60 minutos cada. A primeira etapa foi dividida em quatro encontros, objetivando a compreensão da Primeira Lei da Termodinâmica.

Na segunda etapa exibiu-se um breve trecho do filme: *A volta ao mundo em 80 dias*, com a intenção de promover um espaço que favorecesse a diferenciação progressiva desses conceitos. Como última etapa, foi solicitado aos alunos que construíssem um barco a vapor com materiais de baixo custo, para identificar indícios ou evidências de aprendizagem significativa. Percebeu-se que a sequência proposta pode ser considerada um material potencialmente significativo para o estudo de

Termodinâmica no ensino médio, visto que as atividades e os textos nela contidos favorecem a relação dos conhecimentos prévios dos alunos.

Oliveira Júnior *et al.* (2016) apresentaram um trabalho em que foi voltado para a construção de um termostato programável na plataforma Arduino. O objetivo era que o termostato controlasse a temperatura de uma porção de água dentro de um bquer. Se o controle fosse bem-sucedido, o mecanismo seria aplicado em um reator utilizado para a produção de biodiesel, que já vem sendo realizada na própria escola. Durante o aquecimento da água, foi utilizado um termômetro para medir a sua temperatura (e não a do ebulidor).

O termômetro está em equilíbrio térmico com a água, mas não com o aquecedor d'água. Desta forma, quando o instrumento aquecedor é desligado, estes dois corpos, água e aparato de aquecimento, continuam trocando calor entre si. Assim, a temperatura de equilíbrio do sistema água + aquecedor d'água será maior do que a temperatura que havia sido registrada pelo termômetro quando o ebulidor foi desligado. É importante salientar que, durante todo o intervalo de análise, há perda de energia para a vizinhança do sistema, ou seja, para o meio externo. Para tomada dos dados de aquecimento/resfriamento da água, foi montado um experimento baseado no Arduino.

Consequentemente, foi concluído que a capacidade térmica da fonte térmica, para pequenas quantidades de água, não é desprezível, os estudantes fizeram uma analogia interessante. Instigados pelos estudos das leis de Newton, os alunos observaram que quanto maior massa de água, mais o sistema resiste à mudança. Nesse caso, a mudança seria a variação da temperatura depois do desligamento do ebulidor. Nesta etapa, os alunos intitularam esta conclusão de "inércia térmica", uma alusão à 1ª lei de Newton.

Alves *et al.* (2020), desenvolveram um protótipo de baixo custo para medir radiação solar global bem como promover a contextualização do ensino de Física. O objetivo deste trabalho foi desenvolver um protótipo de baixo custo para medir radiação solar global bem como promover a contextualização do ensino de Física. Uma estrutura de alumínio fundido, para minimizar os efeitos térmicos e as intempéries sobre suas medidas foi desenvolvida. Esta estrutura era coberta com um difusor plano de acrílico e uma cúpula semi-esférica de vidro que envolvia o sensor foto resistivo.

O protótipo foi conectado ao Arduino, que utilizou um *datalogger*, para o armazenamento dos dados coletados, através de um cabo de rede. Para a calibração do protótipo foi utilizado um piranômetro comercial modelo CM5 da KIPP & ZONEN. O protótipo apresentou um comportamento irregular para dados horários devido as limitações espectrais do sensor escolhido. Porém, excelentes resultados foram obtidos, quando observado um conjunto de dados referentes aos dias de teste.

A contextualização para o ensino da Física e a montagem deixa claro diversos campos que podem ser explorados como circuitos elétrico, óptica física e geométrica além de conceitos de Física Moderna. A construção do protótipo é útil para facilitar e difundir medidas diárias de radiação solar global.

O contexto apresenta subsídios de relevância pedagógica, para melhorar o processo de ensinagem no estudo da Termodinâmica no EM. Conforme as experiências didáticas abordadas, estas, incentivam a participação dos estudantes nas atividades, auxiliam no aprendizado, estabelecendo relações entre a teoria e prática dos conceitos explanados, que muitas vezes é visto como conteúdo difícil e abordado de maneira fragmentada.

2.3 Metodologias ativas como possibilidade de ativar o processo de ensino e aprendizagem

Os métodos convencionais de ensino não são mais suficientes, assim, é significativo que o professor faça uso de metodologias ativas, que consiste em uma forma de ensino na qual o aluno é envolvido no seu próprio processo de aprendizado. Conforme Araújo (2015, p. 6) ressalta, “[...] estabelecamos então que a metodologia ativa está centrada no aluno, posto que sua aprendizagem se torna protagonista, secundarizando-se o ensino, que fazia protagonizar o professor”.

Metodologia ativa é uma ação educacional que alunos são direcionados a assumirem o protagonismo em meio sua aprendizagem. A proposta da metodologia ativa é aperfeiçoar a autonomia individual do aluno, para que ele seja capaz de compreender aspectos afetivos, cognitivos, políticos, culturais e socioeconômicos. Visto que, “[...] se queremos que os alunos sejam proativos, precisamos adotar metodologias em que os alunos se envolvam em atividades cada vez mais complexas” (MORÁN, 2015, p. 17).

As metodologias ativas de aprendizagem no processo educativo, consiste num

conjunto de propostas de ação e criação, em constante aperfeiçoamento. Isto é, não podem ser resumidas em apenas uma única, técnica, meio ou atividade. A proposição de educação que ativa e envolve os estudantes é antiga, o conceito é que surgiu recentemente, se tornando foco de diversos estudos. Dewey, Rogers, Comênius, Knowles, Vygotsky não citam a definição, porém, defendiam a aplicabilidade de tais princípios (ARAÚJO, 2020).

A história das metodologias ativas no Brasil reporta-se ao movimento da escola nova, ao “Manifesto de 32” interpretados pelos pioneiros da Educação, como Anísio Teixeira e Lourenço Filho. Como afirma Lopes (2015, p.2),

O conceito de metodologia ativa está fundamentado nas ideias de John Dewey, desde a década de 1930, sobre aluno ativo e construção do conhecimento em situações que superem a tradicional aula expositiva, em que a finalidade é reprodução e memorização do conteúdo de ensino.

Assim dizendo, o docente deixa de ser o centro do processo educativo, o dono do conhecimento, e passa a ser o facilitador do conhecimento. Na aprendizagem ativa, o centro do processo é o aprendiz, suas dificuldades e interesses. O aluno é o responsável pelo seu próprio aprendizado, o que o torna mais envolvido e participativo na construção do saber e ascensão da aprendizagem.

A aprendizagem ativa envolve métodos em que o educador deixa de ser o centro da aprendizagem e passa a ser o facilitador da aprendizagem (mediador). Para Vickery (2016), o docente tem o papel de estimular os alunos a serem ativos em sua própria aprendizagem, assim como no desenvolvimento da cognição e da metacognição. Para que isso aconteça, é fundamental uma pedagogia “[...] que saliente as habilidades de pensamentos gerais” (VICKERY, 2016, p. 1).

A aprendizagem ativa envolve métodos e técnicas que estimulam a interação aluno/professor, aluno/recursos didáticos em um ambiente de colaboração físicos e virtuais ou em qualquer outro local em que o colaborador possa desenvolver suas atividades e envolver o estudante ativamente em sala de aula. Berbel (2011, p. 28) afirma que “[...] “O professor deve adotar a perspectiva do aluno, deve acolher seus pensamentos, sentimentos e ações, sempre que manifestados, e apoiar o seu desenvolvimento motivacional e capacidade para autorregular-se”.

Moran (2015) considera que o professor que se utiliza do método ativo tem papel de curador e de orientador:

Curador, que escolhe o que é relevante entre tanta informação disponível e ajuda a que os alunos encontrem sentido no mosaico de materiais e atividades disponíveis. Curador, no sentido também de cuidador: ele cuida de cada um, dá apoio, acolhe, estimula, valoriza, orienta e inspira. Orienta a classe, os grupos e a cada aluno. Ele tem que ser competente intelectualmente, afetivamente e gerencialmente (gestor de aprendizagens múltiplas e complexas). Isso exige profissionais melhor preparados, remunerados, valorizados. Infelizmente não é o que acontece na maioria das instituições educacionais (p. 24).

Destarte, a atribuição do docente nas metodologias ativas é de facilitar o processo de aprendizagem do aluno, estimular os aprendizes a serem mais proativos na execução das atividades. Nesse sentido, o educador necessita de capacitação para que possa oferecer aos estudantes oportunidades de se apropriarem do conhecimento de forma ativa, despertando a motivação para aprender.

É importante esclarecer, que a mudança na prática pedagógica não deve acontecer de forma autoritária para o professor e nem para o aluno. Nessa perspectiva de ensino e de aprendizagem, as relações entre os conteúdos da disciplina devem ser descobertas e construídas, adaptadas à estrutura cognitiva prévia do aluno para que ocorra o processo de aprendizagem.

O ensino de Física, assim como o de outras ciências, possui um campo farto para a adoção de metodologias que busquem minimizar as dificuldades no processo de ensino e aprendizagem. Mota e Rosa (2018) apresentam dez estratégias que promovem as metodologias ativas e que são importantes quando se busca implementar tais metodologias. A seguir serão apresentadas cinco delas:

- a) Construa as suas aulas com base no conhecimento prévio do aluno. Ou seja, com base naquilo que o aluno já sabe. Tenha em atenção as concepções alternativas já identificadas na literatura. É importante recordar a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. A aprendizagem se torna significativa, quando é contextualizada e conectada a conhecimentos que o aluno traz consigo.
- b) Estimule a aprendizagem colaborativa. Pois o mesmo, auxilia o respeito, a troca de ideias, a capacidade de expressão, a tolerância, a negociação, o respeito, assim como favorecendo as atitudes de escuta, permitindo um conhecimento modelado por fatores cognitivos e não-cognitivos. Esta abordagem, é fundamentada na teoria social construtivista, marco importante das metodologias ativas.

- c) Avaliação constante e um rápido feedback. A avaliação formativa é importante porque oferece aos estudantes oportunidades para compreender melhor seus pensamentos antes de uma avaliação somativa. É necessário que os alunos sejam avaliados de diferentes formas. As questões conceituais são tão importantes quanto as quantitativas. Pois é fundamental que o aluno saiba interpretar os conceitos explorados para colocar em prática os conhecimentos aprendidos
- d) A motivação é essencial para que os alunos aprendam. A motivação intrínseca e extrínseca apresenta-se muito importante, é estudada por psicólogos e educadores em todas as esferas do desenvolvimento humano, especialmente pelo seu papel essencial na aprendizagem escolar. Sendo assim, é relevante o papel do professor como mediador desse caminho, devendo ele propiciar situações para trabalhar e desenvolver as habilidades e competências a fim de melhorar a aprendizagem em suas aulas.
- e) Avaliação por pares. A estratégia didático-pedagógica adotada nesse processo avaliativo entre os alunos objetiva colocá-los como principal agente do seu aprendizado, ou seja, protagonista da sua formação frente ao seu processo avaliativo. Então, no final os alunos trocam suas atividades de forma a corrigirem uns dos outros. Por meio de uma metodologia ativa o estudante se torna protagonista do seu processo formativo, tornando-o agente ativo em sua aprendizagem.

As metodologias ativas possuem diversas estratégias, com o propósito de otimizar o ensino para que o conhecimento deixe de ser apenas disseminado e passe a ser produzido ativamente pelos estudantes. Segundo Berbel (2011), há necessidade de os professores buscarem novos caminhos e novas metodologias de ensino que permitam o protagonismo dos alunos, propicie a motivação, possibilite a autonomia em seu aprendizado de modo a valorizar suas concepções, e desenvolver no aprendiz o pensamento crítico, a inteligência emocional e a criatividade, para que este se torne protagonista de seu próprio aprendizado. “A opção por uma metodologia ativa deve ser feita de forma consciente, pensada e, sobretudo, preparada para não tirar do professor a alegria de ensinar [...]” (BORGES; ALENCAR, 2014, p. 120). Com o propósito de esclarecer o que se entende por uma abordagem pautada em metodologias ativas de ensino, a FIGURA 5 condensa seus principais princípios.

Figura 5 - Princípios que constituem as metodologias ativas de ensino



Fonte: Adaptado de Diesel et al (2016).

Nessa perspectiva, as metodologias ativas se colocam como uma possibilidade de ativar o aprendizado dos estudantes, situando aluno no centro do processo de aprendizagem, em contraponto à posição de expectador, conforme descrito anteriormente. Nesse percurso, há uma “[...] migração do ‘ensinar’ para o ‘aprender’ o desvio do foco do docente para o aluno, que assume a corresponsabilidade pelo seu aprendizado” (SOUZA; IGLESIAS; PAZIN-FILHO, 2014, p. 285).

Os autores Berbel (2011), Souza; Iglesias e Pazin-filho (2014) salientam que ao desenvolver práticas pedagógicas orientadas pelo método ativo, o aluno desenvolve uma postura participativa, apresentando posicionamento crítico e construtivo que fará dele um indivíduo proativo, capaz de encontrar soluções para os problemas, dentro e fora da escola.

Para o professor essa forma de atuação requer mais planejamento e dedicação por parte do docente, que passa a ter postura interativa com os aprendizes, agindo somente quando é necessário (SOUZA; IGLESIAS; PAZIN-FILHO, 2014).

Para Moran (2015), o professor que se utiliza da aprendizagem ativa tem o papel de curador e de orientador. “[...] Curador, que escolhe o que é relevante entre tanta informação disponível. Curador, no sentido também de cuidador. Orienta a classe, os grupos e a cada aluno. Ele tem que ser competente intelectualmente, afetivamente e gerencialmente” (p. 24).

Na reflexão e problematização da realidade, ao aplicar metodologias ativas de aprendizagem, se está aproximando a vida e a Educação. Refletir, debater,

argumentar e decidir são ações fundamentais nesse enfoque e que fazem parte da rotina de todos (DIESEL, MARCHESAN; MARTINS, 2016).

Para os autores, Souza, Iglesias e Pazin-Filho (2014), a problematização, trabalha a edificação de conhecimentos a partir da vivência de experiências significativas. As temáticas exploradas devem ser descobertas e construídas, reorganizadas e adaptadas à estrutura cognitiva prévia do estudante para o processo de aquisição do conhecimento.

Sobre metodologias ativas Pereira (2012, p.6) define como:

(...) processo de organização da aprendizagem (estratégias didáticas) cuja centralidade do processo esteja, efetivamente, no estudante. Contrariando assim a exclusividade da ação intelectual do professor e a representação do livro didático como fontes exclusivas do saber na sala de aula.

A citação nos leva a refletir sobre várias estratégias que podem ser inseridas para além do livro didático. É necessário valorizar, renovar, inventar ou até mesmo criar metodologias, que exijam do professor e do aluno, a ousadia de tornar o âmbito educacional privilegiado e prazeroso na busca do aprender. Na metodologia ativa de aprendizagem, o estudante é o maior responsável pelo processo de aprendizado. O objetivo é despertar no aprendiz a capacidade de absorção de conteúdos de modo autônomo e participativo.

2.3.1 Diferentes contextos em que o aluno possa estar inserido

Com o uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) no contexto escolar, Moreira (2012) sugere que no processo de ensino, quando for se referir ao termo “sala de aula”, é mais aconselhável fazer uso do termo “situação formal de ensino” que pode acontecer tanto em sala de aula (presencial) quanto nos ambientes virtuais. Carvalho (2015) enfatiza que o fato de os alunos estarem sempre em mãos com um *smartphone*, ou um *tablet*, potencializa e possibilita que o processo de aprendizagem possa ser feito também fora da escola.

Dessa forma, o aluno pode estar inserido em diferentes contextos. Ressalta-se a importância da necessidade de orientações sobre a utilização desses dispositivos no contexto educativo, pois esses recursos têm o intuito de proporcionar resultados significativos no processo de ensino e aprendizagem.

O modelo do ensino híbrido, auxiliado pelo uso das tecnologias é uma metodologia progressista. Qual será a opinião dos estudantes sobre esse ensino? Será uma das alternativas viáveis para contribuir no atendimento das demandas do aluno contemporâneo?

As TDIC vem gradativamente ganhando espaço, apenas os métodos tradicionais de ensino não são suficientes, é preciso modificar as metodologias de ensino buscando práticas docentes que façam o aprendiz, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e desenvolver protagonismo. De acordo com Sales (2017):

O jovem na atualidade não pode mais estar numa sala de aula com um professor de Física que faça uso de pincel e quadro apenas, mas do profissional que faça uso de metodologias ativas e das tecnologias digitais, como outros recursos didáticos, para a devida motivação de sua aula, não somente de forma extrínseca, mas principalmente aquela que vem de dentro, as motivações intrínsecas, afinal, existem muitos atrativos sedutores para o nativo digital extra-ambiente de aprendizagem (SALES *et al.*, 2017, p. 48).

Conforme com o autor, os alunos de hoje são capazes de realizarem muitas tarefas ao mesmo tempo. Nesse sentido, a busca permanente por uma atualização, a retomada reflexiva na ação docente e a flexibilidade nas discussões em torno do fazer pedagógico, permitirá atingir mais rapidamente o seu objetivo que é superar as principais dificuldades que angustiam tanto o ensino da Física (SALES *et al.*, 2017).

Como declara Paim (2016, p.70), “[...] o educador na era digital precisa conciliar metodologias ativas e tecnologias digitais na perspectiva de produzir uma aprendizagem verdadeiramente efetiva”. As utilizações das tecnologias associadas às práticas educacionais têm proporcionado o desenvolvimento de plataformas digitais usadas como ferramentas pedagógica, para facilitar a interação entre professor, aluno e conteúdo, proporcionando a construção do conhecimento.

Em vista disso, essas tecnologias não mudaram somente as formas de produção, organização e disseminação da informação, atingiu diretamente nossa cultura, e transformou rapidamente nossa forma de aprender, confrontando todo o sistema de ensino (KENSKI, 2012).

Todavia, diante desse contexto o ensino híbrido aparece, como uma possibilidade de modernizar o processo de ensinagem mediante uma abordagem pedagógica que combina atividades presenciais com atividades proporcionadas por meio das TDICs, tornando o processo de aprender mais instigante (MORAN, 2015).

Para que o ensino híbrido seja ativo é necessário que ele seja bem planejado. Apenas fazer uso das tecnologias digitais não é suficiente, sendo, fundamental apropriar-se de metodologias ativas.

Em muitas escolas, o ensino híbrido está emergindo como uma inovação sustentada em relação à sala de aula tradicional. Esta forma híbrida é uma tentativa de oferecer “o melhor de dois mundos” - isto é, as vantagens da educação online combinadas com todos os benefícios da sala de aula tradicional. Por outro lado, outros modelos de ensino híbrido parecem ser ‘*disruptivos*’ em relação às salas de aula tradicionais. Eles não incluem a sala de aula tradicional em sua forma plena [...] Os modelos de ensino híbrido que seguem o padrão dos híbridos estão numa trajetória sustentada em relação à sala de aula tradicional (CHRISTENSEN; HORN; STAKER, 2013, p.3-4).

Segundo os autores, o ensino híbrido permite ao aluno adaptar-se tanto no espaço físico de sala de aula convencional, como também aos espaços digitais, possibilitando uma integração entre os dois espaços de aprendizagem. O ensino híbrido, facilitado pelo uso das tecnologias, pode estimular os processos de aprendizagem, aumentando as possibilidades de o estudante aprender também fora do espaço de ensino.

Sabe-se que a prática do ensino meramente tradicional ainda é amplamente encontrada nas escolas, mas isso se deve também ao fato dos professores reproduzirem os métodos de ensino de Física que vivenciaram em sua formação. Dessa forma, a metodologia apresentada em sala de aula é de suma importância, pois pode focar no aluno como um ser ativo, onde o mesmo participa da construção do seu conhecimento.

Nesse sentido, a escola precisa se modificar para receber e integrar esses novos alunos que são “multitarefa”, sendo capazes de ao mesmo tempo: atender a um celular, ver televisão, estar em um chat na Internet e compartilhar notícias em grupos através das redes sociais (ABREU; MARAVALHAS, 2015).

O computador como tecnologia mediadora faz-se cada vez mais presente no processo de ensino e de aprendizagem, seja diretamente na sala de aula, ou mesmo podendo ser usado para aquisição de dados experimentais (sendo possível nas práticas de laboratório), multimídia e internet, e como realidade virtual.

A aplicação do *software* educativo no ensino, é um programa projetado com o objetivo de fornecer algum tipo de ensino aos usuários visando atender necessidades e objetivos pedagógicos, porém os professores devem estarem preparados para essa metodologia, e vencer a resistência ao uso do computador fazendo uso das

possibilidades de aprendizagem oferecidas pelos programas educativos. O professor ao escolher um sistema operacional, deve-se ter o cuidado de atender aos objetivos educacionais propostos. “Com o advento da informática, muitos *softwares* estão sendo desenvolvidos para atender às diversas áreas, e a educação é uma delas [...]” (SILVA; CORTEZ; OLIVEIRA, 2013, p. 261).

Cada vez mais o aluno incorpora a linguagem oriunda das TDIC. Portanto, é notável a urgência de apropriação, pela escola, das tecnologias digitais e de metodologias ativas de ensino, que permitam sua aproximação com os nativos digitais.

É de suma importância que o professor possa intervir de modo crítico e atuante no trabalho em sala de aula, sem anular o conhecimento prévio dos alunos. E que através da interação com outros, consiga refletir e transformar o cotidiano na busca da aprendizagem como processo de construção de conhecimento, a partir da reflexão crítica das experiências e do processo de trabalho.

O avanço dos recursos tecnológicos traz o desafio da estruturação de materiais didáticos adequados para apoiar nas atividades pedagógicas. Diante desse cenário, encontra-se a proposta de materiais didáticos estruturados como “Objetos de Aprendizagem” (OAs). Pois, além de um material digital, um OA necessita funcionar como um elemento facilitador do processo de ensino e aprendizagem (CARNEIRO; SILVEIRA, 2014)

Os Objetos de Aprendizagem (OA) segundo Nikolopoulos *et al.* (2012) são: unidade de conteúdo digital, autocontida e independente, a qual está associada com um ou mais objetivos de aprendizagem e tem como objetivo primário a habilidade de reuso em diferentes contextos educacionais (p. 113).

Portanto, mediar e qualificar o processo de ensino e aprendizagem, oportunizando aos alunos o contato com informações em diferentes mídias, faz parte da proposta de materiais didáticos estruturados como OA, uma vez que, podem serem usados em diferentes contextos e ambiente de aprendizagem.

Podemos citar como exemplo o LabVirt, um laboratório virtual desenvolvido pela Escola do Futuro da Universidade de São Paulo - USP. A partir de situações-problema do cotidiano, são gerados Objetos de Aprendizagem do tipo simulações e animações realizados por universitários, esses alunos publicam na Internet, para que estudantes de escolas públicas possam interagir em suas comunidades de aprendizagem.

Estratégias pedagógicas propostas pelo professor através de jogos, pode ser muito importante para o desenvolvimento cognitivo, afetivo e social do aluno. Crisostimo e Kiel (2017, p. 11) orientam que “[...] a expressão ‘lúdica’ remete ao ato de brincar, termo que está inserido em uma série de atividades que divertem e desenvolvem as crianças, jovens e, porque não mencionar, os adultos, oportunizando o aprendizado nas diversas áreas do conhecimento”.

Desse modo, os jogos têm que despertar o prazer em aprender para que sejam alcançados os objetivos pedagógicos por ele proposto, não se deve limitar o jogo a competição. É função do professor trabalhar de forma crítica, articulada e bem planejada os jogos como ferramenta de aprendizagem no ensino de Física, visto ser, uma ferramenta valiosa na aprendizagem, que busca desenvolver o raciocínio lógico, a interação, autoestima, cooperação, autonomia e resolução dos problemas.

Conforme alertam Yamazaki e Yamazaki (2014, p. 160):

[...] não se trata simplesmente de elaborar jogos com temas científicos ou que contemplem conceitos específicos de determinadas disciplinas escolares, sem foco ou não fundamentados em teorias didático pedagógicas. [...] Estamos nos referindo à necessidade de que os planejamentos de ensino sejam fundamentados em estudos que sistematizaram os processos inerentes às ações escolares como, por exemplo, aqueles que são baseados em uma perspectiva construtivista e que sustentam as concepções piagetianas, vygotskianas, ou teorias delas derivadas; ou mesmo as estratégias, embora hoje ultrapassadas, que tentam legitimar-se tendo as pesquisas de Skinner sobre os mecanismos reprodutores de comportamentos como bases para sustentar a dinâmica de sala de aula.

O jogo, por sua vez, se apresenta como um rico mecanismo para auxiliar o aprendizado. No jogo, os participantes são desafiados e se motivam a trabalhar em função de seus objetivos. Conhecimento, habilidades, competências, e trabalho em grupo são mecanismos que são mobilizados pelos jogadores.

Cada vez mais o aluno incorpora a linguagem oriunda das TDIC. Portanto, é notável a urgência de apropriação, pela escola, das tecnologias digitais e de metodologias ativas de ensino, que permitam sua aproximação com os nativos digitais. Assim como, a aplicação de laboratórios experimentais (com atividades bem planejadas) que tem como finalidade reforçar o aprendizado teórico visto em sala de aula e complementar de forma relevante a sistemática de ensino e aprendizagem dos conteúdos de Física.

2.4 Gamificação como uma estratégia inovadora para o ambiente educacional

A Gamificação se justifica como uma estratégia inovadora para o ambiente educacional, que permite a utilização de elementos e técnicas identificados e utilizados nos jogos que tem a grande capacidade de atrair a atenção dos alunos.

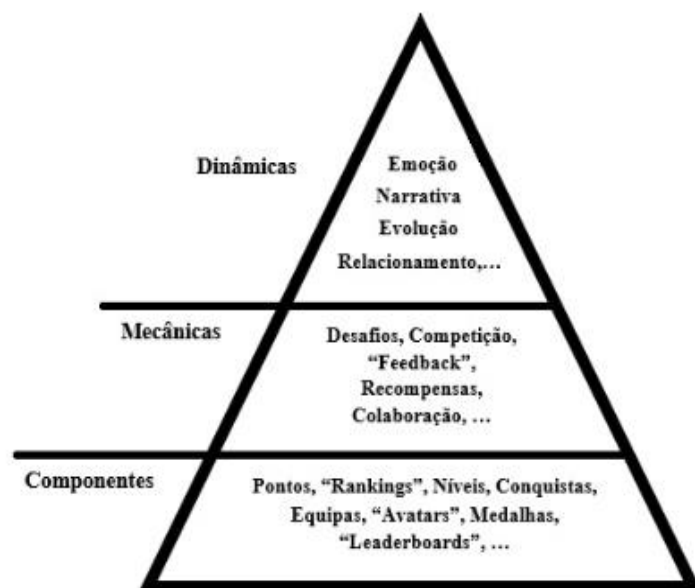
O termo “gamificação” (do original inglês: *gamification*) representa elementos utilizados no desenvolvimento de jogos eletrônicos, tais como estética, mecânica e dinâmica, em outros contextos não relacionados a jogos (KAPP, 2012).

Fundamentado em estudos de como os games são projetados, surge o termo “gamificação”. Alves (2015, p. 28) afirma que, “[...] muitos dos elementos dos games são baseados em psicologia educacional e muitas coisas os professores já têm feito ao longo dos anos, como por exemplo oferecer feedback”.

Para Busarello *et al* (2014), a gamificação tem como princípio a adequação dos elementos dos jogos, empregando-os em diferentes contextos, produtos e serviços que não são necessariamente em jogos, mas que possuam o propósito de incentivar a motivação e o comportamento do indivíduo.

Gamificar não significa criar um game em sala de aula, consiste em utilizar as mesmas estratégias, métodos e alguns elementos de games em meio a aprendizagem. Na FIGURA 6 têm-se alguns elementos de atividades gamificadas.

Figura 6 - Pirâmide com elementos das atividades gamificadas



Fonte: Fortunato (2017).

Fardo (2013) lista alguns exemplos desses elementos, como: voluntariedade, regras claras, objetivos, feedback imediato, motivação, competição, recompensas, níveis, inclusão do erro no processo, diversão, narrativa, abstração da realidade, conflito, cooperação, entre outros.

Há uma necessidade especial de incorporar tais elementos no ensino da Física, já que essa disciplina tem sido considerada de difícil compreensão por alunos de ensino médio e ao longo dos anos têm surgido novas propostas para viabilizar o ensino dessa disciplina (RIBEIRO; VERDEAUX, 2012).

Zichermann e Cunningham (2011) apresentam quatro motivos que incentivam as pessoas a utilizarem em um contexto elementos de jogos:

- alcançar o domínio de um determinado assunto;
- amenizar stress;
- entretenimento;
- socialização.

Os autores, do mesmo modo, caracterizam quatro perspectivas alusivas ao entretenimento no decorrer do jogo: competição e busca da vitória; imersão e exploração de um universo; envolvimento com os outros jogadores. Diante deste contexto, percebe-se que a gamificação pode ser introduzida em qualquer atividade que seja necessário motivar o comportamento do indivíduo (RAGUZE; SILVA, 2016).

A gamificação como uma estratégia inovadora para o ambiente educacional, permite a utilização de elementos e técnicas identificados e utilizados nos jogos que tem a grande capacidade de atrair a atenção dos alunos, obedecendo aos seguintes objetivos citados por Borges *et al.* (2013):

(1) aprimorar determinadas habilidades; (2) propor desafios que dão propósito/contexto a aprendizagem; (3) engajar os alunos em atividades mais participativas, interativas e interessantes; (4) maximizar o aprendizado de um determinado conteúdo; (5) promover a mudança de comportamento premiando ações adequadas e penalizando as inadequadas; (6) oferecer mecanismos de socialização e aprendizagem em grupo; e, finalmente, (7) discutir os benefícios da gamificação na motivação dos alunos para propor soluções aos diversos problemas de aprendizagem.

Nesse sentido, a gamificação é capaz de alcançar resultados positivos quando utilizada nesse cenário, pois é uma estratégia ativa que vem sendo aplicada para estimular o engajamento dos estudantes nas diversas atividades. A motivação por ela

proporcionada, faz com que os alunos ajam para atingir seus objetivos contribuindo significativamente para o aprendizado.

Estuda-se as várias possibilidades dos games serem usados como meio para desenvolver o processo de ensino e de aprendizagem nas escolas. Define-se como elementos dos games as mecânicas, estratégias e pensamentos envolvidos nesses processos com natureza de motivar os envolvidos à ação, auxiliar na solução de problemas e promover aprendizagens (KAPP, 2012).

Por meio da gamificação, os estudantes são mais facilmente engajados, sociabilizados e instigados, tornando-se mais abertos à aprendizagem de um modo mais ativo. Para Sales (2017, p. 48),

trazer o aluno como foco do processo implica em permitir todas as interações possíveis visando: aprendizagem colaborativa e respeito ao ritmos individuais. Afinal a aprendizagem é quântica, no sentido de sua imprevisibilidade e de sua ruptura com linearidades, ou seja, ocorre aos saltos como em níveis ou fases de um game como que derrepente, você se sente apto e avança rumo a novos desafios.

Dessa maneira, um desafio para o docente contemporâneo, é desenvolver estratégias que possibilitem novos métodos de aprendizagem, e que estes, venham a potencializar o aprendizado do aluno. “[...] Sendo assim, o uso de diferentes recursos pedagógicos e de novas estratégias de ensino emerge com o objetivo de reduzir cada vez mais o distanciamento entre discente e docente” (SALES *et al.*, p. 46),

Não podemos pensar no conhecimento de forma fragmentada toda informação externa precisa antes ser processada internamente pelo aprendiz, antes que venha a se tornar um conceito. Portanto, atualizar o saber vinculando-o com o conhecimento anterior aplicado a um contexto gamificado, torna o estudo mais compreensível e dinâmico.

Fardo (2013) destaca que os games são uma forma de entretenimento bastante popular entre os públicos de todas as idades, com alto potencial de influência na maneira de pensar e agir de seus usuários. Essa influência é devido a capacidades de motivar e envolver, sendo prazerosos e eficazes. Porém, “[...] Não basta pegar elementos isolados dos games e aplica-los no processo de ensino, é preciso colocar todo o processo de ensino e inseri-lo dentro do cenário dos games, para atingir a motivação necessária para o processo de ensino aprendizagem” (GALVÃO, p. 28, 2017).

Para aplicação da gamificação não se faz necessário a utilização de um jogo completo ou apenas a utilização do mesmo, visto que essa estratégia consiste em aplicar elementos de jogos no processo de aprendizagem. Na verdade, no contexto educacional utilizar elementos de jogos para motivar e estimular os estudantes a se interessar por algo que para eles parecia desinteressante já é aplicada em vários lugares, inclusive nas escolas. Portanto, essa é uma prática que deve ser bem planejada para que os resultados sejam significativos. Nesse sentido Fardo (2013) salienta que:

[...] a maioria das escolas já utiliza, praticamente desde que foram criadas, muitos dos elementos que são encontrados nos games. Assim, um aluno entra na escola no primeiro nível, o mais básico (jardim de infância ou maternal), e a partir desse ponto começa a avançar para outros níveis mais difíceis, um por ano. Se falhar em algum deles, tem a chance de repetir, mas repete uma grande parte do processo (geralmente um ano inteiro). Para poder avançar nos níveis, precisa obter certa quantia de pontos (notas) em um número determinado de desafios (provas e testes escolares). Após cada teste, o aluno recebe o *feedback* do seu desempenho (quando o professor corrige a prova e retorna o resultado ao aluno). Essa dinâmica soa familiar ao leitor que possa ser familiarizado com o mundo dos games. Entretanto, se fosse feito o contrário e os elementos da escola fossem transpostos para um game, o resultado certamente seria um grande fracasso, tanto de público como comercial (FARDO, 2013, p.18).

Como aborda o autor no excerto acima, os métodos utilizados pelo fenômeno da gamificação já vem sendo utilizados, porém não estão agregados a um conhecimento científico como se propõe hoje. A gamificação no ensino da Física ainda é um grande desafio, principalmente para muitos professores que continuam limitados à mudança nas práxis pedagógicas.

2.5 Teoria da Aprendizagem significativa (TAS) e Neurociência na Educação

Esta seção objetiva analisar a aproximação entre a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) e a Neurociência. O estudo destaca o paralelismo entre as proposições da Aprendizagem Significativa, apresentada por David Ausubel, com os fundamentos da Neurociência, em que a disposição para aprender é fundamental na aprendizagem.

A aprendizagem significativa tem como uma das características levar em consideração o que o estudante já sabe, ou seja, os conhecimentos prévios que o

indivíduo possui em sua estrutura cognitiva. Para Rozal, Souza, e SANTOS (2017, p.155), “o fator mais importante é o que os estudantes já sabem”, que seria transformar em conhecimentos especificamente relevantes o que já existe na estrutura cognitiva do aprendiz. Este pensamento nos faz refletir nas contribuições que a Aprendizagem Significativa pode proporcionar para o ensino de Física.

Os aprendizes necessitam conhecer os conceitos das teorias da Física, bem como, suas aplicações e importância para a tecnologia. Para isso, o professor precisa estimular o estudante com situações que envolvam o seu dia-a-dia, fatores afetivo-sociais e fatores internos para uma aprendizagem significativa. Para Moreira (2012, p. 2), “[...] Aprendizagem significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe”, ou seja, novas informações que se adquirem estabelecem relações com o conhecimento prévio que o estudante já dispõe. David Ausubel¹ (1918-2008) chamava este conhecimento prévio de *subsunçor* ou *idéia-âncora*, conforme explica Moreira (2012, p. 2).

Subsunçor é o nome que se dá a um conhecimento específico, existente na estrutura de conhecimentos do indivíduo, que permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele descoberto. Tanto por recepção como por descobrimento, a atribuição de significados a novos conhecimentos depende da existência de conhecimentos prévios especificamente relevantes e da interação com eles.

Para o autor, subsunçores são conhecimentos especificamente importantes. Significa que o material potencialmente significativo se relaciona de maneira não-arbitrária e substantiva (não-literal) com o conhecimento já existente na estrutura cognitiva do aluno. Moreira (2012) salienta que, na aprendizagem significativa, o aprendiz não deve ser um receptor passivo, ele deve utilizar os significados absorvidos, de forma substantiva e não arbitrária, quer dizer, o estudante necessita produzir seu próprio conhecimento.

A partir de um conceito prévio assimilado pelo aluno, o conhecimento pode ser construído de modo a correlacionar com novos conceitos auxiliando na percepção de novas informações, dando significado real ao conhecimento aprendido. Como cita Silva, Romeu e Barroso (2021, p. 52),

¹ David Ausubel (1918-2008), Psicólogo e pedagogo americano que desenvolveu a teoria da aprendizagem significativa, uma das principais contribuições da pedagogia construtivista.

Na Aprendizagem Significativa, o aprendizado acontece com a inserção de conhecimento novo na estrutura cognitiva do aprendiz, e pode ser relacionado a um conhecimento prévio, já existente em sua cognição. Exemplo, o estudante já inseriu os conceitos de temperatura e calor para depois compreender sobre as trocas de energia térmica entre os corpos.

Os autores sinalizam então, que a aprendizagem significativa é desenvolvida com base na relevância e no sentido que se dar ao novo conteúdo, levando em consideração os conhecimentos já existentes no cognitivo dos educandos, despertando dessa forma o interesse em aprender.

De acordo com suas peculiaridades específicas, Ausubel preconiza três tipos de aprendizagem significativa designadas de aprendizagem Representacional, Conceitual e Proposicional. A aprendizagem representacional concerne ao significado de palavras e símbolos unitários. O sujeito associa o objeto ao símbolo que o representa. Desse modo, dar nomes, relacionar e estabelecer funções são exemplos dessa aprendizagem. Ausubel julga que esse tipo de aprendizagem é a mais se aproxima com aprendizagem mecânica “[...] acontece de maneira formal, o estudante aprende exatamente como foi abordado (decoreba), sem interpretação própria, ou seja, não é relacionado ao conhecimento prévio o novo conhecimento a ser assimilado” (SILVA; ROMEU; BARROSO, 2021, p. 52).

Na aprendizagem conceitual os conceitos representam também unidades individuais. Simbolizam regularidades em acontecimentos e características. Apresentam atributos essenciais comuns que são designados por algum signo ou símbolo. Neste caso são representações genéricas ou categoriais. É necessário diferenciar entre aprender o que significa a palavra conceito, ou seja, entender qual conceito está representado por uma dada palavra e aprender o significado (MOREIRA, 2011).

Sobre a aprendizagem proposicional, Moreira (2011) relaciona aos significados de ideias expressas por grupos de palavras, combinadas em proposições ou sentenças. Ausubel realça que, ao se aprender o significado de uma proposição verbal, é necessário primeiro aprender o significado de cada uma das partes integrantes. O autor considera que a aprendizagem significativa proposicional é mais complexa do que as aprendizagens representacional e conceitual, no sentido de que as representações e os conceitos podem constituir os subsunçores para o desenvolvimento de proposições.

A práxis metodológica do docente durante o processo de ensinagem, é de suma importância, para que seja despertado no aluno o estímulo necessário em aprender. Para que isso aconteça, o professor precisa proporcionar aos estudantes, atividades que agucem a sua curiosidade e façam sentido ao desenvolvê-las. Como declara Kochhann e Moraes (2014 p. 104-105), “o aluno precisa compreender o significado daquele momento de aprendizagem, ou seja, a aprendizagem daquele conteúdo ou disciplina precisa ter sentido para os alunos, ser significativo para a sua vida pessoal ou profissional”.

O professor deve considerar os conhecimentos não científicos (empíricos) trazidos pelos alunos, e ajudá-los a partir desse ponto a transformar esses conhecimentos em conceitos científicos, utilizando recursos tecnológicos como forma de atrativo e dinamização do ensino aprendido, isto é, criar uma ponte entre a sala de aula, teorias Físicas, tecnologia e realidade vivenciada pelos alunos. Uma vez que, a aprendizagem significativa dá-se quando há interação de uma informação a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do aluno.

Com base nas pesquisas sobre a Aprendizagem Significativa é possível perceber suas relações com conceitos básicos da Neurociência na Educação, sendo possível perceber suas afinidades conceituais, promovendo deste modo, discussões teóricas a respeito da motivação para a aprendizagem do aluno, de acordo com os estímulos do seu sistema cognitivo, tendo como referência metodológica de ensino o desenvolvimento de atividades.

Apesar de observar-se às contribuições da Neurociência para a Educação, Vizzotto (2019) clarifica que elas não propõem uma nova pedagogia nem prometem soluções definitivas para as dificuldades da aprendizagem. Porém, as neurociências podem contribuir com um novo significado de práticas pedagógicas e propor mediações, tendo em conta as estratégias pedagógicas que respeitam o funcionamento do cérebro (VIZZOTTO, 2019).

Os princípios da neurociência na educação, podem e devem ser aplicados em sala de aula. “Para os princípios da neurociência, a aprendizagem nada mais é do que o constante processo pelo qual o cérebro reage aos estímulos do ambiente e ativam *sinapses*” (ROZAL, SOUZA, SANTOS, 2017, p. 147). A cada novo estímulo ou repetição de um comportamento que queremos que seja estabelecido, existem circuitos que processam as informações, dessa forma, na medida em que aprendemos, mais modificações ocorrem no cérebro (FLOR; CARVALHO, 2011). É

na *sinapse* que ocorre a aprendizagem e o seu fortalecimento pode ser mais importante para o aperfeiçoamento de um comportamento.

A aprendizagem integra a Educação com a Neurociência, conforme Rozal, Souza, Santos (2017, p. 147):

A neurociências também é responsável pela investigação do processo de como o cérebro aprende e lembra, desde o nível molecular e celular até as áreas corticais. Atividades que envolvem raciocínio lógico são importantes na sala de aula porque além de sair do tradicional elas acabam instigando os alunos para o pensar, raciocinar e observar o que está sendo proposto na atividade.

Dependendo de como as atividades são abordadas, elas também podem servir de estímulo para o aluno aprender, sendo atraídos pelo desejo da curiosidade, que faz com que estes sintam vontade de realizar o exercício da prática, possibilitando desse modo, a formação de novas *sinapses*.

É com base neste contexto, que se acredita que “os estímulos do ambiente captados pelos sentidos levam os neurônios a formar novas sinapses”. (FLOR; CARVALHO, 2011, p. 222).

Na busca de paradigmas que expliquem as ideias de estilos individuais de aprendizagem, Jensen (1996, p.129), aborda que “[...] a noção mais completa de estilos de aprendizagem se torna irrelevante quando consideramos o alto grau de variabilidade com que o cérebro opera”. Isto leva a ponderar que um estilo de aprendizagem não é, por si só, consolidado, pode variar em conformidade com o contexto.

Jensen (1996) classificou os aprendizes segundo um critério do qual intitulou de “um novo ponto de vista sobre estilos de aprendizagem”. E as categorias denotadas foram:

- 1) Baseadas no contexto: ou seja, as condições que envolve o aprendizado fornecem dicas e informações essenciais sobre o que acontece durante o processo de ensinagem.
- 2) Baseadas no “disparo”: o aluno necessita de algum meio para mobilizar sua aprendizagem. Nesta categoria, Jensen classifica os estudantes em visuais, auditivos, cinestésicos, olfativos e gustativos.
- 3) Baseadas no Processo: nesta divisão, considera o aspecto de como as pessoas dominam os conhecimentos durante o aprendizado.

- 4) Baseadas nos Resultados: após, processada a informação, é importante saber o que tenciona fazer com ela.

Para Relvas (2012), a Neurociência quando dialoga com a Educação viabiliza meios para o professor tornar-se um facilitador de aprendizagem através de metodologias que estimulem o aluno a pensar sobre o pensar. Contudo, torna-se fundamental para o docente instigar o aluno no decorrer do processo de ensino, para que o estudante possa interagir, associar e interpretar o que está sendo viabilizado para ele. Esses estímulos quando contextualizados e aplicados ao cotidiano, podem ser transformados em uma aprendizagem significativa e prazerosa no aprendizado.

Sobre à Neurociência e a formação de professores, Oliveira (2011) afirma que:

A neurociência se torna um conhecimento necessário à formação de professores nos seus diversos estágios. Compreender que os conhecimentos da neurociência são importantes para a educação ainda é um paradigma novo. Muitos destes conhecimentos carecem de pesquisas educacionais que validem sua importância, consistência e aplicabilidade em educação (p.124).

Segundo o autor, é necessário que o número de pesquisas avolume sobre esse campo de conhecimento na educação, para que não somente a sua importância seja evidenciada, mas que também seja de fato aplicada pelos professores a partir do interesse por esta área.

2.5.1 Neurociência e suas contribuições no processo de ensino e aprendizagem

A Neurociência pode ser uma importante ferramenta que analisa abordagens e propostas, que potencializa a aprendizagem. Ao pesquisar sobre diferentes aspectos do sistema nervoso, esse ramo do conhecimento nos ajuda a entender como aprendemos, abrindo um “leque” de possibilidades para aperfeiçoar as relações educacionais. O ponto de partida para a discussão é a seguinte interrogação: como se aprende?

A Neurociência Cognitiva “[...] é uma área interdisciplinar de pesquisa que combina a mensuração da atividade cerebral (principalmente por meio de neuroimagem) com a realização simultânea de tarefas cognitivas por seres humanos” (PEREIRA, 2007, p. 158). Não necessariamente destaca o debate no nível neuroquímico do processo de formação de memórias, mas elabora relações entre as áreas da neurociência, psicologia e educação. A expressão “Educação” está vinculada

às experiências de sala de aula e ao processo de ensinagem, em que é possível relacioná-las a fenômenos que ocorrem no sistema nervoso do aluno (KLEYFTON, 2018).

A Neurociência contribui para a Educação oportunizando educadores a refletir sobre estratégias pedagógicas, e sua prática educacional pode ser transformada em decorrência dos subsídios das Neurociências, visto que a educação viabiliza o conhecimento e a neurociência cognitiva procura entender os processos mentais envolvidos na aprendizagem (ROYAL SOCIETY, 2011)

Grossi, Leroy e Almeida (2015) apontam que a Neurociência é um campo multidisciplinar que se dedica ao estudo do Sistema Nervoso e que, recentemente, tem sido foco de interesse dos educadores para compreenderem como ocorre o processo de aprendizagem.

De acordo com Mora, autor do livro *Neuroeducación. Solo, se puede aprender aquello que se ama*, o cérebro precisa se emocionar para aprender.

Hoje estamos começando a saber que ninguém pode aprender qualquer coisa se não estiver motivado. É necessário despertar a curiosidade, que é o mecanismo cerebral capaz de detectar a diferença na monotonia diária. É necessário despertar a curiosidade, que é o mecanismo cerebral capaz de detectar a diferença na monotonia diária. Presta-se atenção àquilo que se destaca (MORA, 2018, n. p.).

Para o autor, presta-se atenção àquilo que é importante. Ele expõe que a Educação pode ser transformada para tornar a aprendizagem mais ativo. Em razão disso, [...] é preciso acender uma emoção no aluno, que é a base mais importante sobre a qual se apoiam os processos de aprendizagem e memória. As emoções servem para armazenar e recordar de uma forma mais eficaz (MORA, 2018, n. p.).

Para Mourão e Faria (2015), a memória é um dos mais importantes processos psicológicos, além de ser responsável pela identidade pessoal e por nortear em maior ou menor grau o cotidiano, também está relacionada a outras funções corticais essenciais, como a função executiva e a aprendizagem. Mesmo sem perceber, estamos fazendo uso desse importante recurso cognitivo a todo instante.

Com relação ao processo de memorização, os pesquisadores da área classificam a memória como, de curto prazo e memória de longo prazo. A modalidade da memória de curto prazo, está relacionada aos processos cognitivos, sendo responsável acondicionar e operar informações temporárias enquanto realiza ações

mentais. É responsável pelo armazenamento e pela manipulação de novas informações advindas do meio externo e interno, estabelecendo elos entre novas e antigas informações. Esta memória tem a função de processar, mentalmente, uma informação codificada pelo cérebro por um curto período de tempo. O conhecimento armazenado na memória de trabalho ou operacional é de ser empregada em um rápido intervalo e, por isso, não pode ser reproduzida após alguns minutos (SILVA; NASCIMENTO, 2021).

A memória de trabalho é capaz de operacionalizar mentalmente apenas uma quantidade pequena de informações que serão usadas para sanar problemas específicos, como um número de telefone por exemplo. Como aponta Amarins (2017), o indivíduo pode se permitir a realizar metacognição, o pensar sobre seu pensamento para a edificação do saber, isto é, a habilidade de controlar e modular a emoção, a cognição e o comportamento, para alcançar um propósito.

De acordo, de como a informação é assimilada pelo centro da atenção o conhecimento se torna sólido, e a memória em curto prazo pode ser esquecida quando não encontra uma ligação, contudo o cérebro tem a capacidade de adquirir conexão por meio dos neurônios.

Como explica Consenza e Guerra (2011, p.11), “[...] As sinapses, portanto, são os locais que regulam a passagem de informações no sistema nervoso e, como veremos, têm uma importância fundamental na aprendizagem”. Dessa forma, o ambiente e as interações sociais conduzem o funcionamento do cérebro no que se refere a neuroplasticidade, possibilitando conexões sinápticas que permanecem por toda vida do ser humano tendo a competência de modificar os comportamentos.

A memória de curto prazo tem capacidade restrita, distintivamente da memória de longo prazo que parece ter um potencial ilimitado (Kandel *et. al*, 2014). Conforme Nascimento e Tristão (2021), na memória de longo prazo, as informações, são capazes por meio de um trabalho consciente de repetição da informação, serem alicerçadas na memória de longo prazo. “[...] Na memória de longo prazo, repetição, elaboração e consolidação, podem ser descritos e relacionados à capacidade de aprendizagem, justamente por permitirem plasticidade sináptica” (MAPURUNGA; CARVALHO, 2018).

Sendo assim, o aprendizado, pelo processo de construção de memórias de curto prazo, por meio de sua associação, utilização e repetição são consolidadas em memórias de longo prazo. Esse processo de mudança de memórias se torna essencial

no processo de aprendizagem. Nesse sentido, a intensidade com que vivemos determinadas situações ou o interesse do qual dedicamos algumas atividades, contribuirá para que este permaneça na memória de longo prazo. A memória nos possibilita a introdução de conteúdos assimilados. Dessa forma, pode-se concluir que as emoções na formação e fixação da memória, é de fundamental importância no processo de aprendizagem.

Para Castanha (2013), diferente da Psicologia, a Neurociência empenha-se em compreender a aprendizagem por meio de experimentos comportamentais e do uso de aparelhos como os de ressonância magnética e tomografia, que permitem observar as alterações cerebrais durante seu funcionamento.

A Neuroeducação é um ramo da Neurociência que estuda a forma como o cérebro aprende. Como Consenza e Guerra explica, no seu livro “Neurociência e Educação: Como o cérebro aprende”. Para estes autores, “o cérebro tem uma motivação intrínseca para aprender, mas só está disposto a fazê-lo para aquilo que reconheça como significativo” (CONSENZA; GUERRA, 2011, p. 47). Dessa forma, terá significado o que apresente ligações do conteúdo explorado no cotidiano do aluno, e este crie expectativas que o estimule-o a conhecer para aprender.

A Neurociência possibilita um grande potencial para conduzir a pesquisa na educação e conseqüentemente, a aplicação em sala de aula. Porém, faz-se necessário construir conexões com processo de ensino e aprendizagem. É importante introduzir no sistema educacional oportunidades para que os estudantes possam construir significado a partir de aplicações do mundo real.

A pesquisa aponta as contribuições que a Neurociência pode oferecer para os professores na compreensão do processo de ensino e aprendizagem, pois trata-se de uma área com relevante subsídio, porém pouco a pouco conhecida em nossa comunidade científica. A Neurociência pode auxiliar a escola e o professor a tornar o aprendizado mais eficiente e motivador para o estudante de Ensino Médio.

2.5.2 A relação entre Neurociência e Educação

A Neurociência busca conhecer assuntos sobre o sistema nervoso que contribuem para entender como podemos intensificar o ensino. Esta área descreve a organização e funcionamento desse sistema, no qual um dos focos centrais é o

cérebro, que se trata de uma estrutura muito complexa e que apesar dos avanços nas pesquisas ainda surpreende com as descobertas que ainda o envolvem.

O cérebro, como sabemos, é a parte mais importante do nosso sistema nervoso, pois é através dele que tomamos consciência das informações que chegam pelos órgãos dos sentidos e processam essas informações, comparando-as com nossas vivências e expectativas (CONSENZA; GUERRA, 2011, p. 12).

É o sistema nervoso que se encarrega de organizar a comunicação com o mundo ao redor e com o interior do organismo, com o intuito de entender seu envolvimento na comunicação do organismo com o ambiente e, por conseguinte, no processo de ensino e aprendizagem.

De acordo com Consenza e Guerra (2011), os processos mentais, como o pensamento, a atenção ou a capacidade do julgamento, são frutos do funcionamento cerebral, que é realizado por meio de circuitos nervosos, constituídos por dezenas de bilhões de células que são denominadas de neurônios. Essas células se especializaram e passaram por um processo de organização que só agora a Neurociência nos possibilita entender.

A informação para ser transmitida para uma outra célula, depende de uma outra estrutura denominada de axônio. E os locais, onde ocorre a passagem da informação entre as células são designadas sinapses, sua comunicação é feita pela substância química, um neurotransmissor. O nosso cérebro vai mudando constantemente ao longo das nossas vidas. Uma característica marcante do sistema nervoso é a sua permanente plasticidade.

O conceito de plasticidade cerebral se refere à capacidade que o cérebro possui de se remodelar e remapear suas conexões, reagindo às experiências, aos aprendizados e aos danos, excluindo teorias antigas de que o cérebro seria imutável (CHOPRA; TANZI, 2013). O cérebro humano é preparado para se modificar e se adaptar.

Partindo da pressuposição que o cérebro humano é plástico e mutável, que o processo de aprendizagem se dá, em grande medida, pela neuroplasticidade, é possível deduzir que todo ser humano provido de um cérebro é capaz de desenvolver o processo de aprendizagem. Porém, é importante levar em conta as limitações, capacidades cognitivas prévias, composição biológica, espaços sociais, impulsos e estratégias metodológicas de ensino.

Conforme Consenza e Guerra (p.36, 2011) “ A grande plasticidade de fazer e desfazer as associações existentes entre as células nervosas é a base da aprendizagem e permanece, felizmente ao longo de toda vida”. A aprendizagem apenas diminui com o passar do tempo, necessitando um esforço maior para que se aprenda. O autor Consenza (2011), em seu livro clarifica:

A aprendizagem é consequência de uma facilitação da passagem da informação ao longo das sinapses. Mecanismos bioquímicos entram em ação, fazendo com que os neurotransmissores sejam liberados em maior quantidade ou tenham uma ação mais eficiente na membrana pós-sináptica. Mesmo sem a formação de uma nova ligação, as já existentes passam a ser mais eficientes, ocorrendo o que já podemos chamar de aprendizagem. Para que ela seja mais eficiente e duradoura, novas ligações sinápticas serão construídas, sendo necessário, a formação de proteínas e de outras substâncias. Trata-se de um processo que só será completo depois de algum tempo (p.38).

Nessa perspectiva, a aprendizagem se transpõe pela formação e fortalecimento das ligações entre as células nervosas. Educadores podem facilitar esse processo, mas, a aprendizagem é um fenômeno individual e também depende do contexto que cada um vivencia.

É pertinente para o professor se apropriar de conhecimentos científicos sobre como efetua-se e decorre a aprendizagem, para que possa estabelecer uma forte compreensão dos processos que repercutem em sala de aula com relação ao aluno. O conhecimento da plasticidade cerebral é um desses conhecimentos, pois a Neurociência proporciona aos docentes a oportunidade de compreender de forma mais efetiva os processos de ensino e aprendizagem, conhecendo melhor o desenvolvimento neurobiológico de como o estudante aprende (GROSSI et al., 2014).

Muniz, Silva e Coutinho (2013) declaram que o conhecimento da Neurociência quando aplicado à área da educação e utilizado como base para o ensino e aprendizagem leva a uma nova interpelação, denominada de Neuroeducação. Professores e gestores educacionais devem oferecer estímulos aos estudantes e criar condições que promovam o desenvolvimento de competências e habilidades aos mesmos.

O professor precisa revitalizar as práticas pedagógicas das suas aulas em seu cotidiano e despertar potencialidades, melhorando as já existentes (FLOR; CARVALHO, 2011; RELVAS, 2012). Os docentes devem atuar como agentes nas mudanças cerebrais para auxiliar na aprendizagem. As estratégias pedagógicas

realizadas pelos professores são estímulos que produzem a reorganização do sistema nervoso em desenvolvimento, resultando em mudanças comportamentais.

A Neurociência abre um campo com questões desafiadoras. O conhecimento, por parte do professor, permite a utilização de teorias e práticas pedagógicas que levem em conta a base biológica e os mecanismos neurofuncionais, aprimorando o conhecimento do seu aprendiz. Conforme Oliveira (2011),

o crescente interesse educacional no conhecimento do cérebro reflete a convicção de cientistas e educadores da possibilidade de que a neurociência possa contribuir com a educação, principalmente nos aspectos do desenvolvimento e da aprendizagem. São várias as tentativas de aproximação e uma nova perspectiva de diálogo multidisciplinar parece surgir (p.24).

Nesse ponto de vista, os estudos científicos sobre o cérebro avançam com a ciência e a tecnologia e podem contribuir na formação docente, estendendo seus conhecimentos com informações científicas fundamentais para entender a complexidade do processo de aprendizagem. Segundo Oliveira (2011), a aprendizagem é entendida como processo de mudança de comportamento decorrentes da experiência alcançada pela intervenção de fatores neurológicos, relacionais e ambientais.

O aprender e o lembrar do estudante ocorre no seu cérebro. Conhecer como o cérebro funciona não é a mesma coisa do que saber qual é a melhor maneira de ajudar os alunos a aprender, os estímulos do ambiente impulsionam os neurônios a formar novas sinapses. Assim, a aprendizagem é o processo pelo qual o cérebro reage aos estímulos do ambiente, ativando sinapses (BARTOSZECK, 2013).

Sheltrown e Vanderveen (2015), lembram que personalizar² o ensino de acordo com as necessidades de cada aluno é o cenário ideal para a aprendizagem. Dessa forma, cada indivíduo aprende de modo diferente e que a aprendizagem é influenciada pela motivação e pela personalização do ensino.

O cérebro é um importante constituinte do sistema nervoso central, com grande relevância para o processo de aprendizagem, e a Neurociência se constitui como uma importante aliada no ambiente educacional, sendo possível aplicar o conhecimento

² Para os autores, “personalizar” o ensino significa ter um posicionamento individualizado sobre as necessidades de cada aluno, algo que já é discutido e recomendado na educação. O ensino que funda a aprendizagem não pode ser aplicado de forma homogênea. Recordando que para o professor em sala de aula, não é uma tarefa fácil, mas um desafio cada vez mais pertinente nessa direção.

científico para auxiliar no aprendizado (OLIVEIRA, 2014). Contudo, sabe-se que as ciências que estudam o cérebro e seus processos biológicos de aprendizagem, quase não estão presentes nas instituições de ensino em nosso país, necessitando uma maior inserção na formação do professor e do estudante.

O cérebro mostra plasticidade neuronal (sinaptogênese), entretanto, maior densidade sináptica não determina maior capacidade generalizada de aprender. Estudantes precisam sentir-se “detentores” das atividades e temas que são relevantes para suas vidas. O ambiente escolar precisa de atividades pré-selecionadas como possibilidade de escolha de tarefas, que aumenta a responsabilidade do aluno no seu aprendizado (SOUSA, p.326, 2017).

Assim, é necessário observar a prática pedagógica, pois o docente deve planejar e proporcionar atividades que possibilitem a problematização e interação com o meio e na resolução de problemas, envolvendo situações vivenciadas do próprio cotidiano.

Deste modo, o desenvolvimento de habilidades de pensamento e cognição podem incentivar a memória e a atenção. Com isso, na condução de aulas que valorizem o protagonismo dos aprendizes, a estratégia das metodologias ativas pode ser utilizada como importante recurso motivacional; o estímulo para a aprendizagem pode ser feito por meio de aplicação de práticas pedagógicas que envolvam e engajem os alunos em atividades práticas, nas quais eles serão os principais agentes do próprio conhecimento.

As metodologias ativas procuram elaborar situações de aprendizagem em que os alunos desempenham um papel ativo, não apenas absorvem conteúdos, mais constroem conhecimentos sobre os assuntos envolvidos nas atividades, assim como desenvolvem estratégias cognitivas, capacidade crítica e reflexão sobre suas práticas, proporciona e recebem feedback; aprendem a interagir com colegas/professor; exploram atitudes; valores pessoais e sociais (BERBEL, 2011; MORAN, 2015; PINTO et al., 2013).

Slagter (2012) apresenta autores que compreendem que atividades desafiadoras e significantes colaboram no aprendizado por meio do desenvolvimento cognitivo. Entretanto, outros, acreditam que a motivação seja elemento positivo para um melhor aprendizado. Na Neurociências estuda-se que a motivação é necessária para a aprendizagem.

Estudos comprovam que no cérebro existe um sistema dedicado à motivação e à recompensa. Quando o sujeito é afetado positivamente por algo, a região responsável pelos centros de prazer produz uma substância chamada dopamina. A ativação desses centros gera bem-estar, que mobiliza a atenção da pessoa e reforça o comportamento dela em relação ao objeto que a afetou (ROSA, p. 31, 2018).

A Atenção é essencial para a aprendizagem. Rosa (2018) aponta que, pesquisas comportamentais e neurofisiológicas mostram que o sistema nervoso central só processa aquilo a que está atento, ou seja, concentrado. Assim, comprovaram que, se o desvio de atenção é significativo, a aquisição de habilidade e a memorização sofrem prejuízo.

Então a falta de atenção não é desinteresse por parte dos aprendizes. Ela pode ser decorrente de um meio desestimulante através de aplicações de estratégias de ensino que não motivem à aprendizagem. O professor deve refletir sobre a metodologia e atividades propostas em sala de aula e modificá-las, se assim for necessário

As novas perspectivas de ensino sugerem considerar que a tecnologia faz parte da vida dos alunos e que, por isso, o conteúdo não está somente nos quadros, cadernos e livros. Um novo modelo de ensino, a demanda por metodologias ativas se faz presentes (SOUZA, *et al.*, 2020, p. 1).

Nesse sentido, ao considerar o aluno como elemento ativo, é necessário valorizar o protagonismo. A escola deve ser um espaço que motive e não somente que se ocupe em transmitir conteúdos. Sendo assim, o docente precisa propor atividades que despertem a curiosidade, desenvolva habilidades e, supere desafios.

Os jogos e a Neurociência podem colaborar para o cotidiano do professor. Os jogos, estimulam a atenção e a participação dos alunos e a Neurociência, porque, ao conhecer a organização e as funções do encéfalo, como a linguagem, a atenção e memória, as relações entre as emoções, desempenho e aprendizagem, o docente pode observar o seu aluno com conhecimento técnico e científico, e através de atividades específicas, acessar maior quantidade de redes neurais, apresentando assim resultados expressivos (CRUZ, 2016).

Ramos (2013) assinala que jogos cognitivos contribuem para o aprendizado e que ao incluir estas atividades nas aulas o desenvolvimento dos alunos será sofisticado e aperfeiçoado. As atividades práticas proporcionaram aos alunos a

oportunidade de aprender de uma forma lúdica e divertida, estimulando a socialização e o trabalho em grupo em sala de aula.

Para Júnior *et al.*, 2018,

A Metodologia ativa possibilita novas formas de aprendizado por potencializar as interações entre estudante e professor. Essa proposta de ensino promove a construção do conhecimento em diferentes modalidades de ensino, sejam no ensino fundamental, médio ou até mesmo no superior (JÚNIOR *et al.*, p.16, 2018).

Nesse ponto de vista a metodologia ativa, é um método educativo voltado para o ensino e aprendizagem centrado no aluno como sujeito do processo, e a Neurociência busca conhecer temas sobre o sistema nervoso que contribuem para entender como podemos intensificar o ensino. No que diz respeito ao uso de tecnologias na educação, essa área proporciona a oportunidade de conhecer melhor o funcionamento da relação entre inovações tecnológicas e aprendizagem.

Muito se discute acerca do das tecnologias, estas, possibilitam que as pessoas se comuniquem com mais rapidez e facilidade através de redes sociais, plataformas digitais, e-mail, ligação telefônica, entre outros. Percebe-se que há um estímulo que permite ao cérebro organização a nível de racionalização e ação.

O uso das tecnologias na escola é atualmente uma realidade na educação do século XXI. Conforme Garbellini (2016, p.3), “aparelhos como tablets, celulares e smartphones passaram a fazer parte do nosso cotidiano no ambiente escolar e na maioria das vezes, os alunos possuem maior domínio e intimidade com estas ferramentas do que os professores”. A importância da tecnologia no cotidiano do professor vem se tornando essencial em sua prática pedagógica, pois aproxima o docente do seu aluno, tornando o ensino mais satisfatório ao estudante.

O uso das tecnologias está cada vez mais presente na vida das crianças, jovens e adultos. No aprendiz desperta a criatividade, o interesse, novas formas de se comunicar, pensar e aprender. Porém, é necessário que no ambiente escolar, a tecnologia possa ser usada de forma crítica, com significado, reflexiva e ética.

Como declara Leite (2000), as pessoas aprendem de formas diferentes, por conseguinte um único método não seria suficiente para que todos os alunos aprendessem. Em vista disso, é necessário que as estratégias sejam diversificadas para que ocorra melhores resultados.

A Neurociência junto aos procedimentos metodológicos de aprendizagem procura apresentar aos docentes, as diferenças que existem na forma de aprender em cada ser humano. A Neurociência e a Educação têm uma ligação próxima, ambas procuram compreender se o ensino produzido está proporcionando resultados significativos no processo de aprendizagem dos alunos. Para Kelvas (2009 apud FILIPIN *et al.*, 2016, p. 91) “dispomos então da chamada Neuroeducação ou Neurodidática que envolve tanto a área de estudos da neurociência como a da educação”.

Segundo Souza e Alves (2017, p. 328),

a melhor maneira de desenvolver aprendizagem é fazer com que o conhecimento novo esteja de acordo com as expectativas, e que tenha ligações com o que já é conhecido e considerado como importante para o educando.

Compreendendo que o cérebro se reorganiza constantemente, em acordo com os estímulos externos, conciliar os métodos de ensino que os professores desenvolvem com os estudantes na construção do seu saber e descobrir na Neurociência um suporte científico para compreender a maneira da qual se aprende, tem-se uma maior probabilidade de alcançar uma aprendizagem contínua e satisfatória.

Aprender é uma das atividades que está na práxis dos seres humanos. De acordo com os correlatos dos autores apontados na pesquisa, os alunos precisam ser estimulados e valorizados em sala de aula, por meio de métodos ativos, que aumentem as possibilidades de resultados eficazes no processo de aprendizagem.

A Neurociência pode conceder uma mudança significativa no conhecimento do aluno, como proposto no estudo. Portanto, ainda há um caminho longo a percorrer, destarte o aprofundamento cada vez mais amplo e a divulgação da Neurociência na Educação apontam para isso.

3 METODOLOGIA

Este capítulo apresenta a metodologia da pesquisa do trabalho. O estudo propõe a aplicação de uma estratégia ativa gamificada através de uma sequência didática de atividades, baseada nos Três Momentos Pedagógicos (3MP) para o ensino

da Termodinâmica, utilizando a simulação computacional e modelagem teórica, dispondo do Arduino com ambiente de programação como ferramenta pedagógica para potencializar os conhecimentos científicos e tecnológicos da Termodinâmica, flexibilizando e otimizando do processo de aprendizagem significativa.

3.1 Metodologia da pesquisa

Apesar de existir muitos fatores que contribuem para as dificuldades em compreender e interpretar conceitos e formulações referentes ao estudo de Física, atualmente existem metodologias que possibilitam a aproximação dos alunos à essa disciplina, tornando um caminho susceptível a mudanças.

Uma metodologia de sala de aula que discorre sobre essas concepções foi proposta por Delizoicov e Angotti (1990), inspirada nas ideias de Paulo Freire, designada de, “Três Momentos Pedagógicos (3MP)”. É importante ressaltar que os 3MP tem sido tratado como uma metodologia de ensino, sendo caracterizada e estruturada em três etapas denominadas de: Problematização inicial (PI), Organização do Conhecimento (OC) e Aplicação do Conhecimento (AC).

1ª) Problematização Inicial: apresentam-se questões ou situações reais que tem por objetivo relacionar os conteúdos com o cotidiano que vivenciam. É caracterizado pela compreensão e apreensão da posição dos alunos frente ao tema proposto. “Esse primeiro momento é caracterizado pela compreensão e apreensão da posição dos alunos frente ao tema [...]” (BONFIM; COSTA, NASCIMENTO, 2018, p. 3).

2ª) Organização do Conhecimento: sob a orientação do professor, os conhecimentos de Física necessários para a compreensão dos temas e da problematização inicial são estudados. Nesse sentido, Delizoicov e Angotti (1990) salienta da importância de utilizar atividades diversificadas com o intuito de melhorar a aprendizagem do aluno. Os autores sugerem além de formulações de questões, textos e experiências. Sendo assim as mídias tecnológicas, aplicativos de celulares, simulações, entre outros, auxiliam no processo da sistematização do conhecimento.

3ª) Aplicação do Conhecimento: aborda sistematicamente o conhecimento incorporado pelo estudante, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram seu estudo quanto outras que, apesar de não estarem diretamente ligadas ao momento inicial, saibam ser explicadas pelo mesmo conhecimento.

Busca-se com a abordagem metodológica dos Três Momentos Pedagógicos um meio de contribuir com o diálogo entre professor e aluno, problematizando e contextualizando situações que proporcionem aos estudantes uma reflexão crítica sobre os conteúdos relacionados a Termodinâmica.

Bonfim e Nascimento (2018), esclarecem que o trabalho didático-pedagógico desenvolvido pelo docente deve permitir a compreensão de conceitos, leis, relações da Física e sua utilização, assim como da sua aproximação com fenômenos relacionados ao cotidiano do estudante, estabelecendo uma conexão entre o senso comum dos discentes e a apropriação do conhecimento científico

A dinâmica dos 3MP proporciona o rompimento com o ensino tradicional unicamente sustentado por uma abordagem conceitual e teórica. A abordagem conceitual destaca exclusivamente à conceituação científica, enquanto a abordagem temática viabiliza para que os conceitos científicos se tornem um meio para a compreensão de um tema (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2014).

3.2 Contexto e perfil dos participantes

No contexto inicial houve uma sessão de aprofundamento teórico, com uso de levantamento bibliográfico sobre a temática *“Uso do Arduino e a gamificação no Ensino da Termodinâmica”*. O trabalho é uma pesquisa quali-quantitativa envolvendo um estudo de caso, que será analisado e interpretado com alunos de três (03) turmas da 2ª série A/B/C da Escola de rede pública estadual de educação, EEM Francisco Nonato Freire do município de Alto Santo - CE, sobre a coordenação da CREDE 10 - Russas - CE.

São noventa e sete (97) alunos matriculados nas três (03) turmas do turno matutino da escola. Vale salientar que participaram da investigação, vinte e sete (27) alunos, dos quais foram divididos entre dois (02) grupos. Sendo, treze alunos (13) da 2ª série “A” e quatorze alunos (14) da 2ª série “B e C” (07 alunos de cada turma). As aulas foram realizadas de forma remota, privilegiando encontros síncrono (*on-line*), tendo em vista a situação atípica pandêmica do coronavírus, em que as aulas da rede pública de ensino encontravam-se em regime remoto.

A escola selecionada foi em função de sua localização geográfica, e recebe alunos oriundos de todas as regiões do município o que lhe confere uma diversidade cultural,

social e econômica, tanto com relação aos alunos quanto aos professores, tornando-se um ambiente privilegiado para o desenvolvimento da pesquisa.

Sendo uma professora de Física, causa incômodo e sensação de impotência constatar, que uma grande parte dos alunos desta instituição escolar possuem *déficit* de conhecimento necessário para aprender os assuntos abordados nesta disciplina.

Por se tratar de uma pesquisa quali-quantitativa descritiva, utiliza-se tanto os métodos quantitativos quanto qualitativos, para a realização da análise sobre o tema em estudo, ou seja, “[...] interpreta as informações quantitativas por meio de símbolos numéricos e os dados qualitativos mediante a observação, a interação participativa e a interpretação do discurso dos sujeitos (semântica)” (KNECHTEL, 2014, p. 106).

No que concerne à abordagem qualitativa que descreve uma relação entre o objetivo e os resultados, esta foi analisada e interpretada através de dois questionários semiabertos (mescla questões abertas e fechadas) que foram aplicados pelo formulário do *Google forms*, antes das atividades desenvolvidas (questionário prévio de opinião - 1ª aula) - (APÊNDICE A) e após as atividades aplicadas (questionário final - última aula) - (APÊNDICE B e C) com o intuito de analisar se as metodologias utilizadas pelos professores em sala de aula, influenciam na aprendizagem do aluno de ensino médio.

Em relação ao enfoque quantitativo, foi assinalado a necessidade de um levantamento quantificado com a aplicação de questionários como Pré-teste e Pós-teste (APÊNDICE D), com a finalidade de promover e mostrar ao leitor informações com configurações de dados. Como instrumento de investigação, aplicou-se a formulação denominada Ganho de Hake, que teve como finalidade, verificar as diferenças estatísticas através do tratamento aplicado entre o GE e GC.

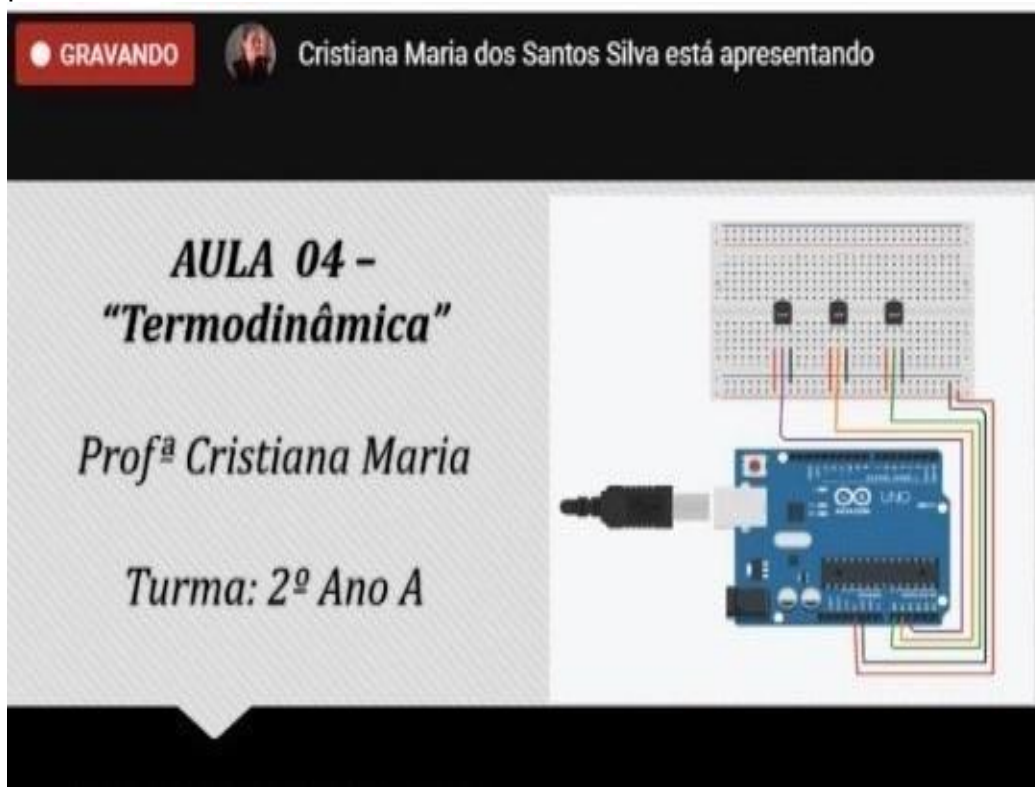
As turmas foram estruturadas em Grupo Experimental - GE (2º A) com treze participantes, com aula gamificada e Grupo de Controle - GC (2ºB/C) com quatorze partícipes, e realização de aula convencional. Ambos os grupos foram aplicados o mesmo conteúdo. Cada teste contém 09 questões, sendo que 08 destas são objetivas, com 5 opções de resposta para cada pergunta. Contudo, 01 questão é de correlacionar colunas, e 01 outra é subjetiva conceitual. Dessa maneira, o desempenho de ganho normatizado proposto por Hake, será analisado com apenas 07 questões do Pré-teste e do Pós-teste. As questões conceitual e de correlação, serão examinadas separadamente das demais com informações numéricas.

A turma da 2ª série “A” foi selecionada para ser o grupo experimental (GE), uma vez que os alunos eram residentes na zona urbana, e em virtude da acessibilidade a utilização da *internet* (e computador) teria um maior alcance no acesso as plataformas virtuais de aprendizagem. As turmas do 2ºB e 2ºC, por ser um público em que a maioria dos estudantes eram oriundos da zona rural, provavelmente teriam uma maior dificuldade de acessibilidade a *internet*, e possivelmente menos acessibilidade a aplicação das atividades propostas a serem manuseadas nas plataformas virtuais.

Posto isto, o pré-teste aplicado na primeira aula, foi realizado nas turmas para verificar os conhecimentos prévios acerca da temática abordada e o Pós-teste foi utilizado na última aula, após o desenvolvimento das atividades realizadas. O intuito é comparar os resultados entre o GE e GC. O pré-teste e o pós-teste nos dois (02) grupos (GE- GC) foram aplicados por Formulário do *Google Forms*.

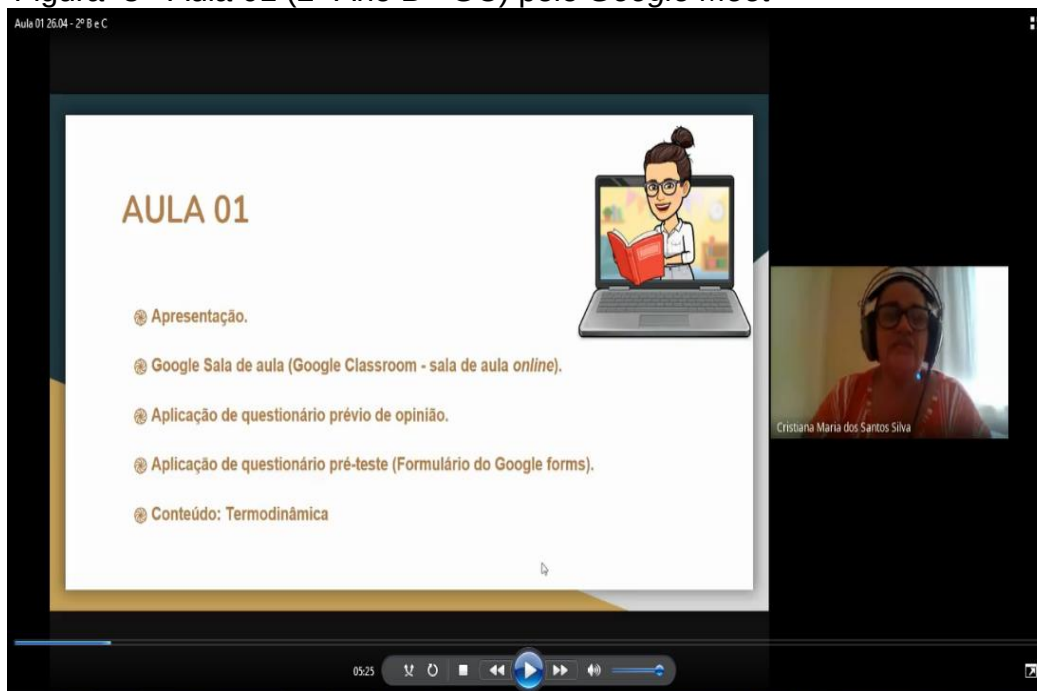
As aulas foram realizadas no transcorrer do 1º semestre do ano letivo 2021, totalmente por meio de ensino remoto em um ambiente virtual durante seis (6) semanas através da ferramenta *Google Meet* (FIGURA 7, e 8).

Figura 7 - Aula 04 (2º Ano A - GE) pelo *Google Meet* Modelagem na plataforma *Tinkecard*



Fonte: Elaboração própria

Figura 8 - Aula 01 (2º Ano B - GC) pelo Google Meet



Fonte: Elaboração própria

O tempo de duração das aulas foi de uma hora (1:00h) para cada grupo, o equivalente à duas (02) aulas. Vale enfatizar que as aulas nos dois (2) grupos foram ministrada pela pesquisadora, sendo que os professores regentes de sala estavam presentes, acompanhando todo o processo de investigação.

3.3 Construção dos dados

Com base nos pressupostos teóricos metodológicos da pesquisa de natureza quali-quantitativa, foi realizado um estudo de caso quanto aos procedimentos técnicos. Segundo Yin (2001) um estudo de caso quanto aos procedimentos técnicos é caracterizado como sendo um tipo de investigação empírica utilizada para observar um dado fenômeno em seu contexto real. Os dados consistem nas observações registradas, que serão elaborados e analisados a fim de se chegar a conclusões específicas.

O propósito é de averiguar os indicativos dos conhecimentos prévios, buscando evidências de aprendizagem significativa. Em razão disso, foram utilizados questionários, antes e após a aplicabilidade das atividades didáticas propostas pela investigação. Ademais, o estudo apresenta um conjunto de conhecimentos

provenientes da Neurociência, nos quais estabelecem relações significativas entre o conhecimento neurocientífico característico ao processo de ensino aprendizagem

3.4 Instrumento de análise

O estudo se apropria de dados em tabelas e gráficos para a análise estatística dos dados coletados. A investigação da consulta do questionário de opinião, consiste em assinalar alguns elementos que podem ser agrupados em quatro campos, a saber: metodologia, métodos de avaliação, a interação entre professor/aluno e domínio do conteúdo abordado pelo professor.

A elaboração do questionário de opinião visa obter o maior número possível de informações dos alunos envolvidos na pesquisa, de modo que o trabalho possa estabelecer as principais linhas de ação a serem executadas no trabalho dos professores na disciplina de Física, buscando superar as dificuldades encontradas na sua prática pedagógica em sala de aula.

A escolha desse instrumento fundamenta-se pelo fato de possibilitar maiores esclarecimentos sobre a percepção dos estudantes, permitindo também, dessa forma, um espaço aberto para que os alunos possam apresentar textualmente e livremente suas respostas.

Com o propósito de observar o conhecimento, bem como examinar o êxito das estratégias utilizadas no estudo, foram utilizados questionários de pré-teste e pós-teste - uma técnica de investigação que consiste na aplicação de questionário (Formulário *Google Forms*) que tem por objetivo propiciar determinado conhecimento ao pesquisador, permitindo que o aluno tenha uma ideia dos temas que serão abordados durante aplicação da pesquisa nas aulas.

Tendo em vista a coleta de dados para análise e desempenho de cada grupo, dos quais receberam tratamentos diferenciados em sua aplicação, foi efetuada uma análise para os testes, onde se obteve uma média percentual dos resultados alcançados das posições assumidas pelos entrevistados, que foram examinados e comparados por meio do ganho normatizado de Hake.

Os resultados do estudo discursivo da investigação feita por meio dos questionários prévio e final de opinião, foram apresentados e discutidos de forma presencial na escola, visto que a instituição de ensino tinha retornado ao ensino

presencial. O *feedback* foi realizado com os gestores, professores (da disciplina) e alunos da escola envolvidos no desenvolvimento da pesquisa (FIGURA 9).

Figura 9 - *Feedebck* dos resultados da aplicação da pesquisa



Fonte: EEM Francisco Nonato Freire em Alto Santo - CE (2021).

O estudo permite uma aproximação com o contexto escolar e a elaboração de um cenário a respeito das opiniões dos alunos com relação à metodologia aplicada na disciplina de Física (Questionários de opinião). A expectativa é de superar o discurso especulativo e partir para uma análise dos problemas encontrados.

3.5 Desenvolvimento da sequência didática: aplicação dos “Três momentos Pedagógicos”.

Para Giacomini e Muenchen (2015), a abordagem dos 3MP tem como principais concepções: a relação entre os conteúdos e a temática explorada; superar as principais dificuldades no processo de ensinagem; as problematizações dos assuntos a serem tratado; instigar o aprendiz a refletir de acordo com sua vivência, permitindo que o aluno tenha um papel central e ativo no processo de aprendizagem.

As aulas foram organizadas e operacionalizadas pelo *Google Meet*, e auxiliada na realização de aulas virtuais, pela plataforma do *Google Classroom* ou *Google Sala de Aula*. Por meio dessa ferramenta, o professor e os partícipes se comunicavam e acondicionavam as atividades organizadas. Também, foi utilizado o aplicativo do *WhatsApp*, onde foi formado grupos para cada equipe em estudo. O intuito foi atender

às necessidades dos alunos, no desenvolvimento das atividades propostas, assim como interagir com os sujeitos envolvidos.

Mediante a metodologia dos 3MP em seis (06) encontros para cada grupo (2º Ano A - GE) e (2º B/C - GC) em investigação. Ocorreram no 1º período do ano letivo, entre os meses de abril/junho de 2021, como mostra o cronograma, (FIGURA 10 e 11). É importante enfatizar que como as aulas aconteceram em tempo real (síncrona), foram necessários encontros extras por meio da plataforma do *Google Meet*, com alguns dos participantes dos dois grupos da amostra, para sanar algumas dúvidas apontadas pelos alunos, referentes aos conteúdos e atividades em questão.

Figura 10 - Cronograma de aulas do Grupo Experimental - 2º A



AULAS	HORÁRIO	DATA
01	8:30h	30/04/2021
02	8:30h	07/05/2021
03	8:30h	14/05/2021
04	8:30h	21/05/2021
05	8:30h	28/05/2021
06	8:30h	04/06/2021

Fonte: Elaboração própria

Figura 11 - Cronograma de aulas do Grupo Controle - 2º B/C



AULAS	Horário	DATAS
01	8:30h às 9:30h	26/04/2021
02	8:30h às 9:30h	03/05/2021
03	8:30h às 9:30h	10/05/2021
04	8:30h às 9:30h	17/05/2021
05	8:30h às 9:30h	24/05/2021
06	8:30h às 9:30h	31/05/2021

Fonte: Elaboração própria

Nessa perspectiva metodológica de ensino, que recorre na percepção dialógico-problematizadora de Freire (1987), como já comentada na subseção 3.1, a sequência didática desenvolvida para esse processo organizacional consentirá nos “Três momentos Pedagógicos”, por incorporar e contribuir para uma postura crítica do estudante e inserir-se em uma concepção inovadora de ensino. A seguir, é caracterizado a organização dos 3MP entre os dois grupos investigados.

3.5.1 *Problematização inicial (PI)*

Foi caracterizada a partir da dificuldade que o aluno do 2º ano do Ensino Médio possui em compreender e interpretar conteúdos aplicados ao estudo da Termodinâmica, pois os mesmos dispõem de conceitos que não são facilmente entendidos, sendo necessário a contextualização dos fenômenos à sua realidade com atividades que estimulem a aprendizagem e que sejam relacionadas ao seu cotidiano, já que a temática trabalha com conceitos tão comuns do dia - a - dia.

Na ocasião os educandos dos dois grupos em pesquisa, responderam ao questionário prévio de opinião e o pré-teste, visto que estes têm o intento de serem respondidos nesse primeiro momento pedagógico, antes das atividades desenvolvidas.

Nessa etapa, destaca-se o papel ativo do aluno, onde os mesmos compartilham o que pensam e/ou sabem sobre o conteúdo. O professor pesquisador conduziu os debates, dos quais foram realizados questionamentos, para que o aprendiz salientasse seus conhecimentos prévios acerca da temática em discussão.

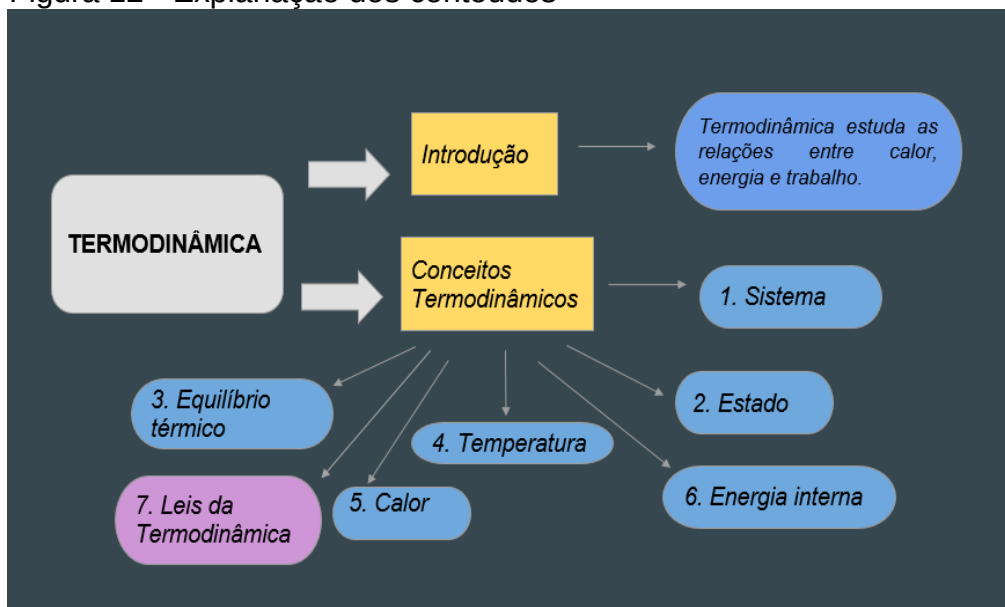
Desse modo, o papel do educador é de mediar a discussão, percorrendo da problemática, dúvidas sobre o tema, avolumando ainda mais o debate. Na oportunidade, o professor assume a postura de facilitador do aprendizado e não de portador de respostas. O objetivo desse momento é propiciar ao aluno maior liberdade e autonomia, para que este possa desenvolver uma visão geral e crítica sobre o assunto.

3.5.2 *Organização do conhecimento (OC)*

Nesse segundo momento os conhecimentos de Física fundamentais para o entendimento do tema e da problematização inicial devem ser metodicamente

ponderados sob orientação do docente, (FIGURA 12). Definições, conceitos, relações, leis, apontadas no texto introdutório, serão aprofundados (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990).

Figura 12 - Explicação dos conteúdos



Fonte: Elaboração própria.

Consoante com Albuquerque, Santos e Ferreira (2015, p. 467), nessa etapa os conhecimentos científicos passam a ser inclusos nas discussões. Os estudantes iniciam uma percepção acerca da problematização ou situação inicial. Entretanto, materiais devem ser analisados e atividades devem ser apontadas para acrescentar as discussões, com o objetivo de estimular no educando a organização dos conhecimentos.

Neste sentido, esse momento pedagógico foi apresentado pelo pesquisador, onde a participação dos alunos através das colocações, formulações de problemas, conceitos, leis, teorias e contextualização do conteúdo em sala de aula virtual, foi fundamental para analisar o conhecimento do estudante diante das discussões e princípios explorados acerca dos conteúdos abordados.

Diante disso, a abordagem dos conhecimentos científicos necessários à compreensão da realidade começou a ser desenvolvida. Conforme relatado inicial, apresenta-se a seguir os passos para essa organização com estratégias metodológicas de ensino, de acordo com as divisões do grupo (QUADRO 1):

Quadro 1 - Estratégias metodológicas empregada entre o GE e GC

2º Ano A - Grupo Experimental (GE) com atividades gamificadas	1. Desafio (<i>Quiz on-line</i>) na plataforma de aprendizado <i>Kahoot</i> .	4. Jogando na plataforma em jogos <i>Kahoot</i> acerca dos conteúdos abordados.
	2. Abordagem de conteúdos através de mapa conceitual com os conteúdos propostos, e simulação <i>on-line</i> em tempo real no repositório, <i>PhET Interactive simulations</i> . - Conceitos fundamentais da Termodinâmica: Sistema, estado, e equilíbrio termodinâmico; Temperatura; Calor; Energia interna; Trabalho termodinâmico e Leis da Termodinâmica.	5. Modelagem eletrônica em tempo real na plataforma <i>Tinkercad</i> , dispondo do Arduino com ambiente de programação. Relacionando o conhecimento comum a duas ou a mais disciplinas (Física, Química, Biologia e Matemática) orientado pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) ³ , empregando a interdisciplinaridade.
	3. Atividade prática experimental virtual realizada pelos alunos, através do simulador <i>PhET</i> .	6. Realização de atividade <i>on-line</i> em tempo real (participação dos alunos no <i>chat</i>), com resolução do roteiro da aula - Modelagem eletrônica com a utilização da placa Arduino.
2º Ano B/C - Grupo de Controle (GC)	1. Desafio individual (<i>Quiz-online</i>) pelo aplicativo do <i>Google Forms</i> .	4. Atividade experimental <i>on-line</i> em tempo real, realizada pela professora pesquisadora, através de demonstrações práticas. Orientações sobre a produção de vídeos e estrutura do roteiro experimental (APÊNDICE - E). Cada participante pesquisa e desenvolve um experimento, grava o vídeo

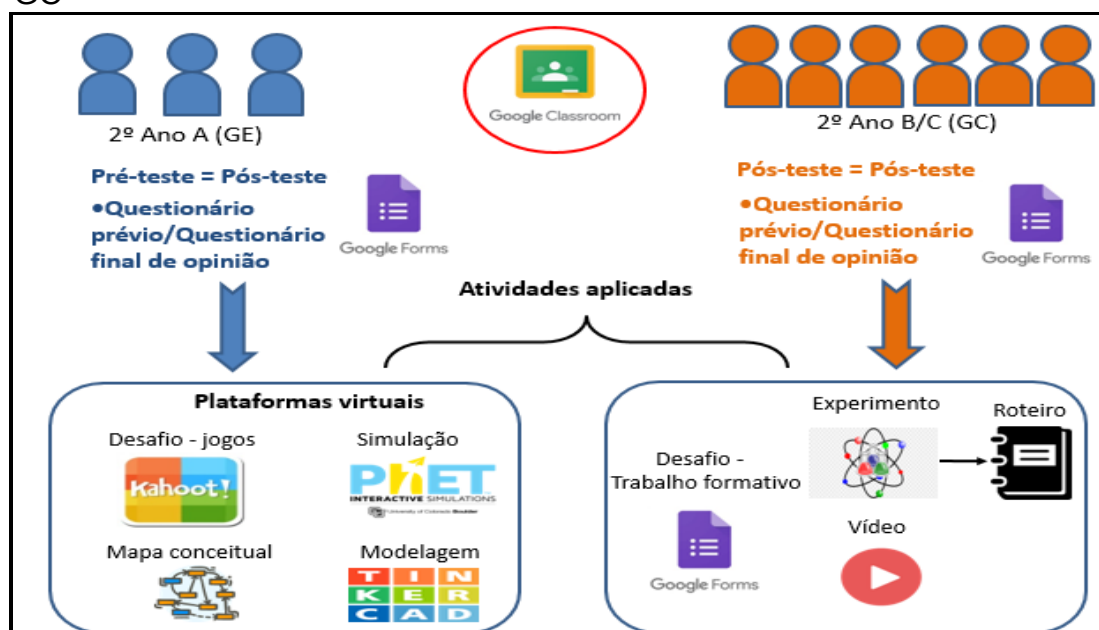
³ A BNCC integra a política nacional da Educação Básica e vai contribuir para o alinhamento de outras políticas e ações, em âmbito federal, estadual e municipal, referentes à formação de professores, à avaliação, à elaboração de conteúdos educacionais e aos critérios para a oferta de infraestrutura adequada para o pleno desenvolvimento da educação (BRASIL, 2018, p. 8).

		realizando a experiência (atividade assíncrona).
	2. Explicação oral/expositiva (<i>slides</i>). - Conceitos fundamentais da Termodinâmica: Sistema, estado, e equilíbrio termodinâmico; Temperatura; Calor; Energia interna; Trabalho termodinâmico e Leis da Termodinâmica.	5. Vídeo apresentado pela professora pesquisadora, com assuntos relacionados aos conteúdos explorados nas aulas. Contextualizando o conhecimento comum a duas ou a mais disciplinas (Física, Química, Biologia e Matemática), praticando a interdisciplinaridade.
	3. Trabalho <i>on-line</i> formativo pelo <i>Google Forms</i>	6. Desafio em grupo <i>on-line</i> (<i>slides</i>) em tempo real, com a participação dos alunos no <i>chat</i> .

Fonte: Elaboração própria (2021).

Diante do exposto, os conhecimentos dos estudantes foram organizados como mostrado no quadro 1. Em síntese a FIGURA 13 apresenta também uma condensação das atividades inseridas pelos dois (02) grupos nas aulas.

Figura 13 - Condensação das atividades e estratégias metodológicas no GE e GC



Fonte: Elaboração própria.

De acordo como ressaltado do decorrer do texto, foram abordados para os dois grupos o mesmo conteúdo, tendo como princípio metodológico a interdisciplinaridade, assim como, a utilização de desafios para ambos os grupos.

Para gerenciar os dois grupos, foram utilizadas salas de aulas virtuais tendo como exemplo *Google Sala de Aula* (FIGURA 14, 15 e 16), A diferença da qual se aplica ao estudo, são os procedimentos metodológicos utilizados. Para o GE (2º Ano A), foi aplicada a estratégia ativa gamificada, acrescentando as mídias tecnológicas como: repositórios de simulações *PhET*, plataforma *Kahoot*, modelagem na plataforma *Tinkercad* e mapa conceitual para explanar os temas propostos, de modo a dinamizar e fomentar no processo de ensino e aprendizagem e organização do conhecimento do aluno. Para o GC, as estratégias utilizadas foram de metodologia expositiva tradicional do cotidiano de sala de aula, como demonstrado no (QUADRO 1).

Figura 14 - *Google Classroom* - 2º Ano A



Fonte: Plataforma *on-line* - EEM Francisco Nonato Freire (2021)

Figura 15 - Google Classroom - 2º Ano B



Fonte: Plataforma *on-line* - EEM Francisco Nonato Freire (2021).

Figura 16 - Google Classroom - 2º Ano C



Fonte: Plataforma *on-line* - EEM Francisco Nonato Freire (2021).

Destacar que, os grupos no *Google Classroom* ficaram divididos em turmas, em razão de ter sido adicionado um tópico denominado de “Termodinâmica”, na plataforma *Google Sala de Aula* da própria instituição de ensino, a mesma ferramenta que estavam inseridas as demais disciplinas correspondentes do currículo da escola. Fato que trouxe maior respaldo a pesquisa

3.5.3 Aplicação do conhecimento (AC)

Neste 3º momento pedagógico, se remete a discorrer aplicadamente o conhecimento assimilado pelo estudante, para averiguar o entendimento das temáticas introduzidas durante o desenvolvimento do estudo. Os autores declaram que:

Destina-se, sobretudo, a abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram o seu estudo, como outras situações que não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, mas que são explicadas pelo mesmo conhecimento. (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990, p. 31)

Sendo assim, para esse momento, é interessante que o professor retome as inquições problematizadas inicialmente, com o intuito, de averiguar se os estudantes assimilaram os conhecimentos construídos no Segundo Momento Pedagógico.

Deste modo, na aplicação foi proposta aos alunos participantes de cada grupo, que retomassem os conhecimentos científicos teóricos discutidos nas aulas e realizassem através dos saberes adquiridos por meio das estratégias metodológicas utilizadas em cada grupo, o desenvolvimento das atividades que estão citadas no (QUADRO 2).

Quadro 2 - Aplicação do conhecimento através das atividades propostas - GE e GC

2º Ano A - Grupo Experimental (GE)	2º Ano B/C - Grupo de Controle (GC)
1. Aplicação de desafio (<i>Quiz</i>) individual na plataforma <i>Kahoot</i> , acerca dos conteúdos abordados (APÊNDICE - F).	1. Desafio (<i>Quiz on-line</i>) pelo aplicativo do <i>Google Forms</i> (APÊNDICE- H).
2. Prática de simulação virtual, realizada pelos alunos na plataforma <i>PhET</i> -	2. Aplicação de trabalho <i>on-line</i> formativo pelo <i>Google Forms</i> (APÊNDICE - I).

síncrona/ assíncrona. Atividade encaminhada (<i>print</i>), para sala do <i>Google classroom</i> .	
3. Aplicação de jogos de aprendizado “ <i>Kahoots</i> ” na plataforma virtual. (APÊNDICE - G). Atividade em grupo.	3. Prática experimental através de gravação de vídeo realizando o experimento. Desenvolvimento do roteiro da experiência. Arquivo de vídeo e roteiro enviados para sala do <i>Google classroom</i> .
4. Aplicação de modelagem eletrônica com o Arduino, na plataforma Tinkercad - Síncrona/ assíncrona. Atividade de modelagem e roteiro da aula prática, enviados (<i>print</i>) para sala do <i>Google classroom</i> .	4. Realização de desafio em grupo <i>on-line</i> em tempo real (APÊNDICE - J).

Fonte: Elaboração própria (2021).

Vale ressaltar que, esse momento tem como objetivo “[...] muito mais a de capacitar os alunos ao emprego dos conhecimentos, no intuito de formá-los para que articulem, constante e rotineiramente, a conceituação científica com situações reais (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2009, p. 2002).

Sendo assim, as atividades a serem desenvolvidas pelos estudantes não é de apenas encontrar solução nas questões empregadas em listas de exercícios do conteúdo programático da Física, ou decodificar fórmulas para resolver determinadas questões propostas nas aulas. É necessário pensar em diversas estratégias de ensino, que objetive romper com os exercícios de fixação e resolução de problemas fechados, considerando que estes delimitam, na maior parte das vezes, na memorização, impedindo que o aprendiz desenvolva suas habilidades a contribuam ativamente para o processo de aprendizagem.

Ao planejar e efetuar esse momento, foram retomadas as questões problematizadas iniciais, para confirmar se os estudantes conseguiram absorver os conhecimentos edificado na Organização do conhecimento, no segundo Momento Pedagógico.

Como é apontado no transcórre da pesquisa, a proposta didática dos Três Momentos Pedagógicos (3 MPs), foi desenvolvida com dois grupos em questão (2º A

- GE) e (2 B/C - GC), e apresenta uma sequência didática com procedimentos metodológicos diferenciados.

3.5.3.1 Grupo experimental - GE (2º Ano A)

Diante desse contexto, serão descritas, especificadamente, as atividades realizadas para cada grupo investigado, iniciando pelo (2º A - GE) com a estratégia da gamificação, uma prática ativa que possibilita à motivação e o engajamento dos alunos durante o processo de ensinagem. A gamificação pode analisar características cognitivas, sociais, culturais e motivacionais do aprendiz. Ademais, pode engajar o educando, aproximar os alunos as temáticas exploradas e estimulá-lo ao aprendizado (FADEL, 2014).

Foi explicitado ao grupo que durante as atividades realizadas seriam propostas missões, individuais e em equipes, com peso equivalente ao nível de complexidade para sua prática. A pontuação de cada participante auxiliou como critério para que os mesmos acompanhassem seu desempenho, e relacionassem com os demais colegas. Com essa estratégia, o aluno é capaz de adquirir informações sobre o seu desenvolvimento e conseqüentemente o quanto falta para se aproximar da sua meta (SILVA, 2017). As missões para o cumprimento dos desafios propostos, foram estabelecidas através de uma negociação implícita entre professor e aprendizes (GÁLVEZ, 1996).

Dessa forma, inicialmente foi aplicado um desafio (*Quiz*) individual com três questões, pela plataforma *Kahoot* (FIGURA 17) onde todos os sujeitos da amostra participaram do jogo. O intuito dessa atividade foi averiguar se os estudantes tinham interesse em participar da atividade proposta, assim como, aferir se já continham algum conhecimento sobre os conteúdos explorados nas aulas *on-line*. O *Kahoot*, é classificado como uma plataforma de aprendizagem gamificada fundamentada em jogos, sua utilização no processo de ensinagem possibilita ao professor criar um ambiente favorável ao aprendizado.

O pódio para essa tarefa com pontuação individual é apresentado na (FIGURA 18). A ferramenta envolve alguns elementos de games como: pontuação, *feedback* imediato, níveis, dentre outros (SILVA *et al.*, 2018).

Figura 17 - 1º Desafio “Termodinâmica” no Kahoot



Fonte: <https://kahoot.com/schools-u/>

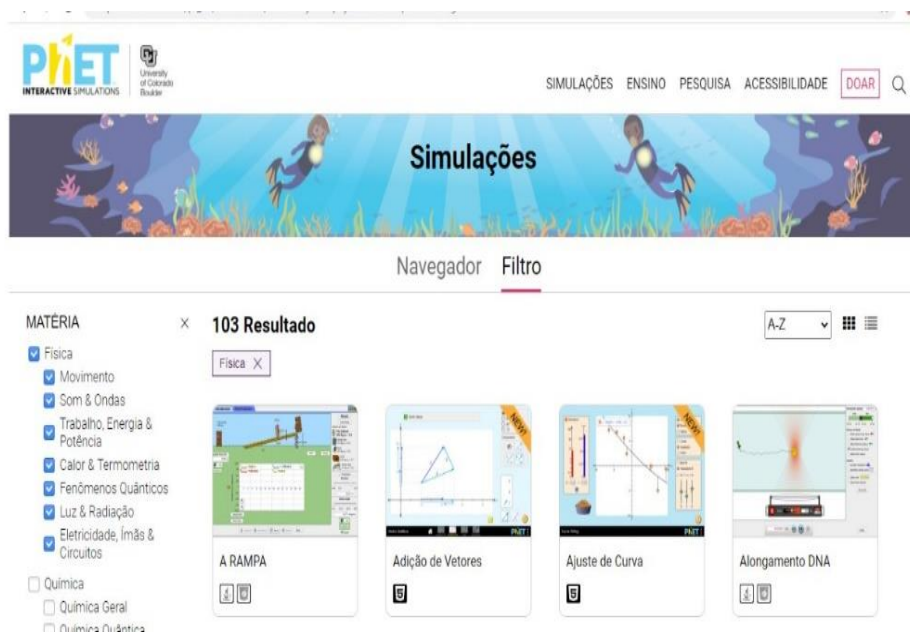
Figura 18 - Resultado do pódio do 1º Desafio individual - Kahoot



Fonte: <https://kahoot.com/schools-u/>

Posteriormente, os alunos realizaram simulações virtuais através do repositório de simulação, *PhET⁴ Interactive simulations* da Universidade de Colorado Boulder, do qual cria simulações interativas gratuitas de Matemática e Ciências. Os respectivos conteúdos da Termodinâmica, explorados nessa atividade foram: O estudo dos gases - conceitos e características, variáveis de estado dos gases, comportamento dos gases, lei geral dos gases perfeitos. Ressaltando que, antes de iniciar o desenvolvimento da atividade, foi orientado aos estudantes sobre o processo de interação na plataforma *PhET* pelo navegador *Web*. A (FIGURA 19), mostra o ambiente de simulações interativas da disciplina de Física no *PhEt*.

Figura 19 - Ambiente de simulações interativas de Física

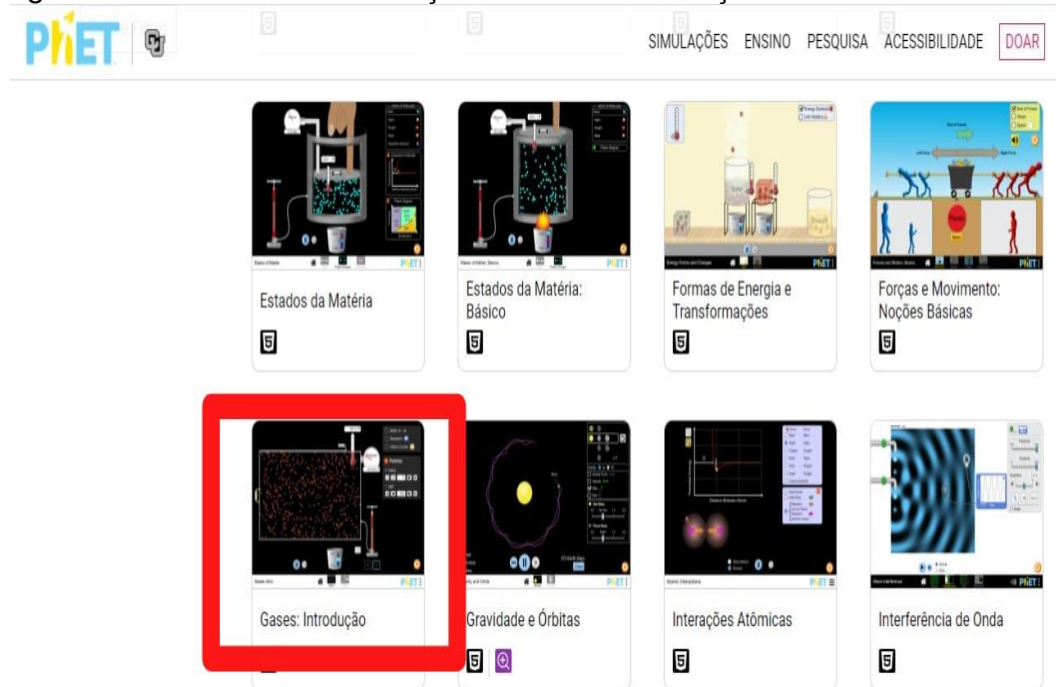


Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/filter?subjects=physics&sort=alpha&view=grid

O *PhET* disponibiliza em seu portal simulações para serem usadas *on-line* ou serem baixadas gratuitamente pelos usuários que podem ser professores, estudantes ou mesmo outra pessoa que tenha interesse por esse recurso digital de aprendizagem. Na plataforma, foi escolhida trabalhar as simulações Gases - Introdução (FIGURA 20) e Propriedades dos gases (FIGURA 21).

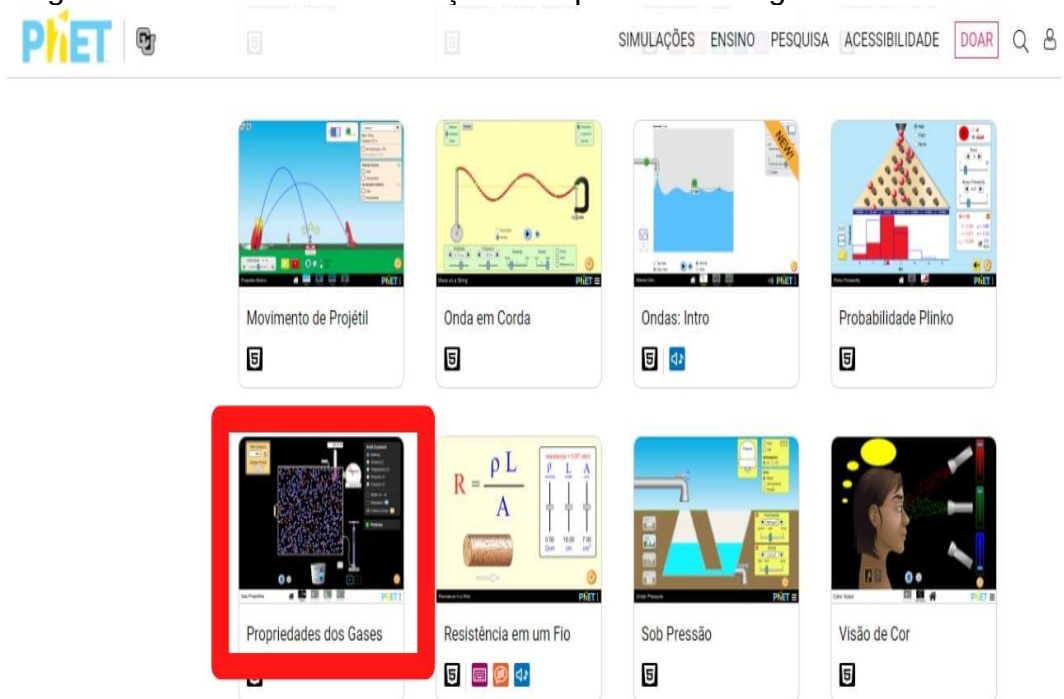
⁴ http://phet.colorado.edu/pt_BR/

Figura 20 - Escolha da simulação - Gases: Introdução



Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/filter?subjects=physics&sort=alpha&view=grid

Figura 21 - Escolha da simulação - Propriedade dos gases

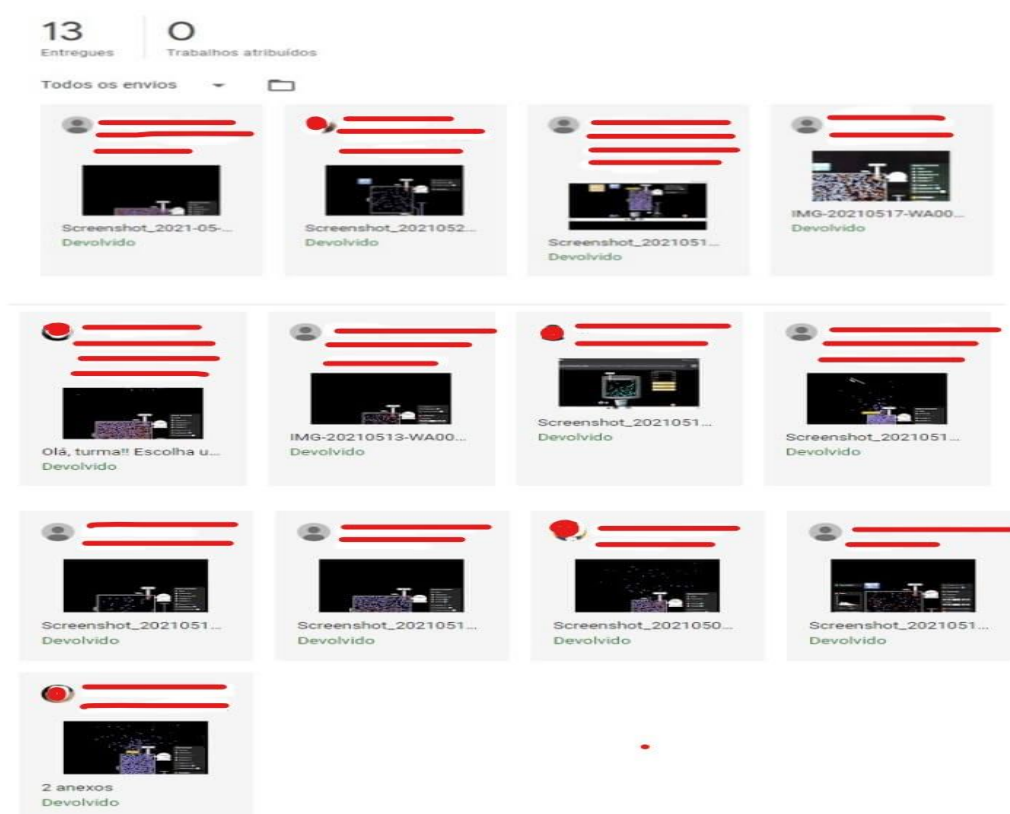


Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/filter?subjects=physics&sort=alpha&view=grid

Todos os participantes do grupo realizaram as simulações, fizeram observações, anotações e apresentaram conclusão por meio do experimento virtual. Para finalizar, enviaram os *prints* das tarefas concluídas, para o *Google Classroom*. No decorrer das atividades, foram problematizadas situações que envolviam os assuntos em estudo, utilizando de Tecnologias Digitais de Informação e de Comunicação (TDIC) como, aplicativos e *softwares* disponíveis através da aplicação de simulação virtual na plataforma *PhET*.

As simulações foram problematizadas, possibilitando aos aprendizes levantar hipóteses e elaborar suas próprias conclusões. Para avaliar a assimilação dos estudantes frente à proposta pedagógica, ao término da intervenção foi realizada uma coleta de dados de forma individual, através das atividades inseridas pelos alunos no *Google Classroom* (FIGURA 22).

Figura 22 - Simulação sobre o "Estudo dos gases" na Plataforma *PhET*



Fonte: Plataforma *on-line* - EEM Francisco Nonato Freire (2021).

Como observado na FIGURA 22, todos os treze (13) sujeitos deste grupo realizaram a tarefa proposta. Sinalizando o mérito dos alunos mesmo diante das

dificuldades existentes para o estudo remoto e *on-line*. Vale salientar que, uma das dificuldades encontradas pelos alunos na prática virtual, foi o manuseio da própria simulação, visto que os mesmos não tiveram contato com simuladores virtuais anteriormente. Além do mais, as pessoas possuem habilidade computacional distinta.

Uma outra dificuldade apresentada, foi o acesso limitado à Internet. Três (03) partícipes tiveram que concluir a atividade em outro momento (assíncrono), porém com o acompanhamento do professor pesquisador. Portanto, mesmo com as dificuldades citadas, a atividade ocorreu dentro do planejado e os aprendizes mostraram-se motivados ao desenvolver a proposta.

O objetivo é estudar os conceitos metafísicos de forma experimental, dinâmica e ativa, manuseando recursos virtuais como parte de uma metodologia que tenha a avançar no processo de aprendizagem.

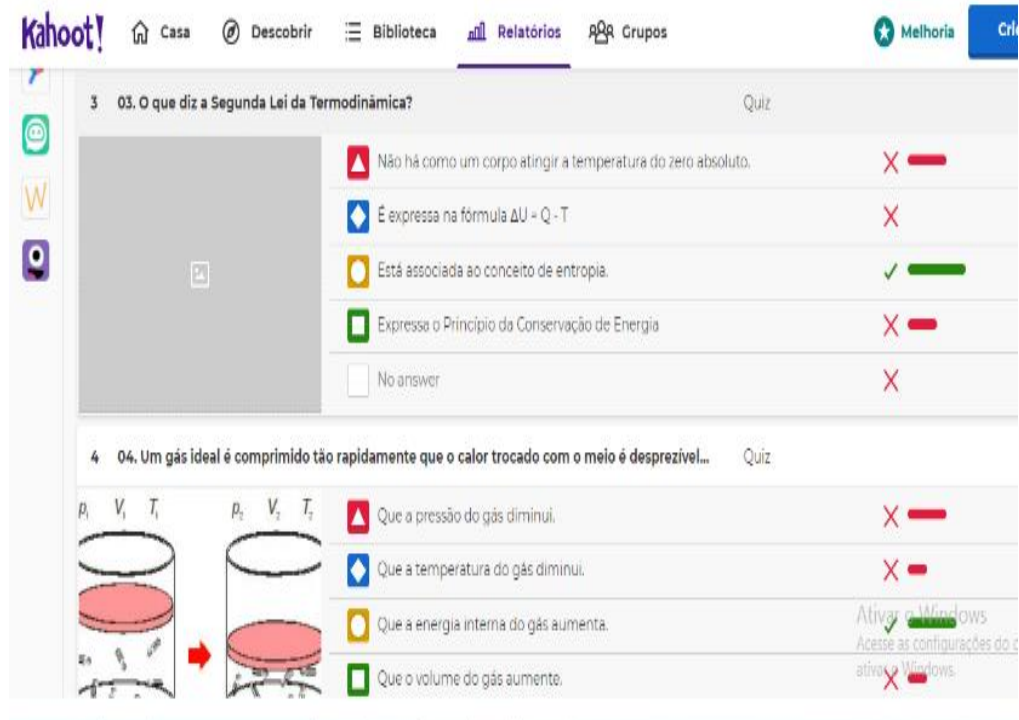
Reforçando que o *PhET* tem grande implicação ao ser utilizada no ensino de Ciências. Ademais “[...] os simuladores virtuais são os recursos tecnológicos mais utilizados no Ensino de Física, pela óbvia vantagem que tem como ponte entre o estudo do fenômeno da maneira tradicional e os experimentos de laboratório [...]” (COELHO, 2002, p. 39).

O uso de simulações educacionais que mostram experimentos virtuais de Física como o *Phet*, pode vir a ser um material considerável no processo de aprendizagem, pois possui atividades computacionais, que facilitam na explicação e compreensão de fenômenos e conceitos, estabelecendo uma aproximação com o cotidiano dos alunos. Para Moran (2015):

As novas tecnologias de comunicação não substituem o professor, mas modificam algumas das funções. O professor se transforma agora no estimulador da curiosidade do aluno por querer conhecer, por pesquisar, por buscar a informação mais relevante. (MORAN, 1995, p.25).

A contribuição dos meios tecnológicos viabiliza o ensino e a aprendizagem, auxiliando o docente na aproximação dos conteúdos e facilitando os saberes com a interação. Atribuindo sequência ao *game*, o 2º desafio foi dividido entre dois (02) times: “Calor” e “Temperatura”. O jogo com dez (10) perguntas, foi desenvolvido no *Kahoot*, intitulado como, “Aquecendo o conhecimento como estudo da Termodinâmica” (FIGURA 23). Mais uma vez, todos os alunos deste grupo (2º Ano A - GE), envolvidos na pesquisa compartilharam do desafio.

Figura 23 - 2º Desafio em time “Aquecendo o conhecimento como estudo da Termodinâmica” no Kahoot



Fonte: <https://kahoot.com/schools-u/>.

Assim, como nas demais aplicações propostas a finalidade do jogo não é somente de aferir os saberes dos educandos, mais sim, de oferecer evidências baseada na experiência e na observação sobre os efeitos motivacionais da gamificação. O pódio com as três primeiras colocações no jogo, é mostrado na (FIGURA 24).

Figura 24 - Resultado do pódio do 2º Desafio em equipe – Kahoot



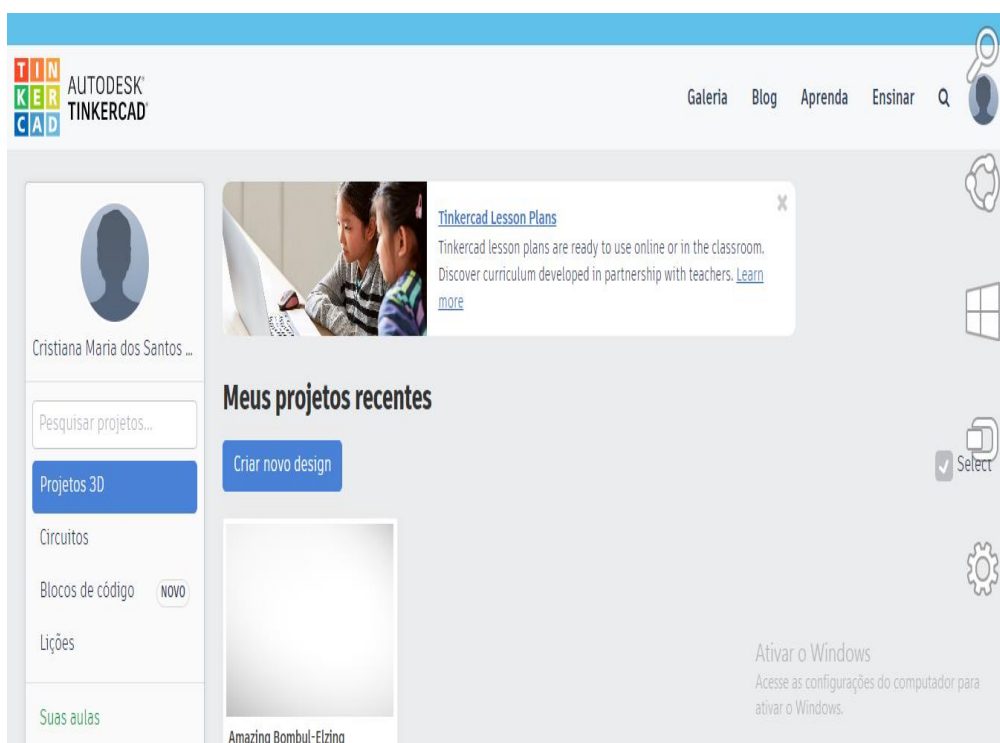
Fonte: <https://kahoot.com/schools-u/>.

Logo após a conclusão do desafio, o professor pesquisador interagiu com os alunos em tempo real, realizando o feedback das questões e apresentando os resultados. O momento foi bastante significativo, pois, houve uma participação ativa dos alunos presentes nos questionamentos referente ao retorno dos conhecimentos.

Dando sequência as atividades realizadas a próxima é a modelagem na plataforma *tinkercad*, utilizando a Placa Integrada Arduino, uma ferramenta importante e adequada para inserção de diferentes tecnologias no Ensino Médio. A simulação com o Arduino na plataforma virtual será mediante um roteiro da aula experimental (APÊNDICE L).

O simulador da plataforma *Tinkercad*⁵ da Autodesk, empresa de *softwares* de *design* e conteúdo digital será utilizado para prototipagem de projetos, pois oferece laboratório virtual de eletrônica, dispondo do Arduino com ambiente de programação como mostra a (Figura 25), com a tela de edição do *Circuits*, onde os projetos podem ser executados.

Figura 25 - Simulador da plataforma *Tinkercad*



Fonte: <https://www.tinkercad.com>

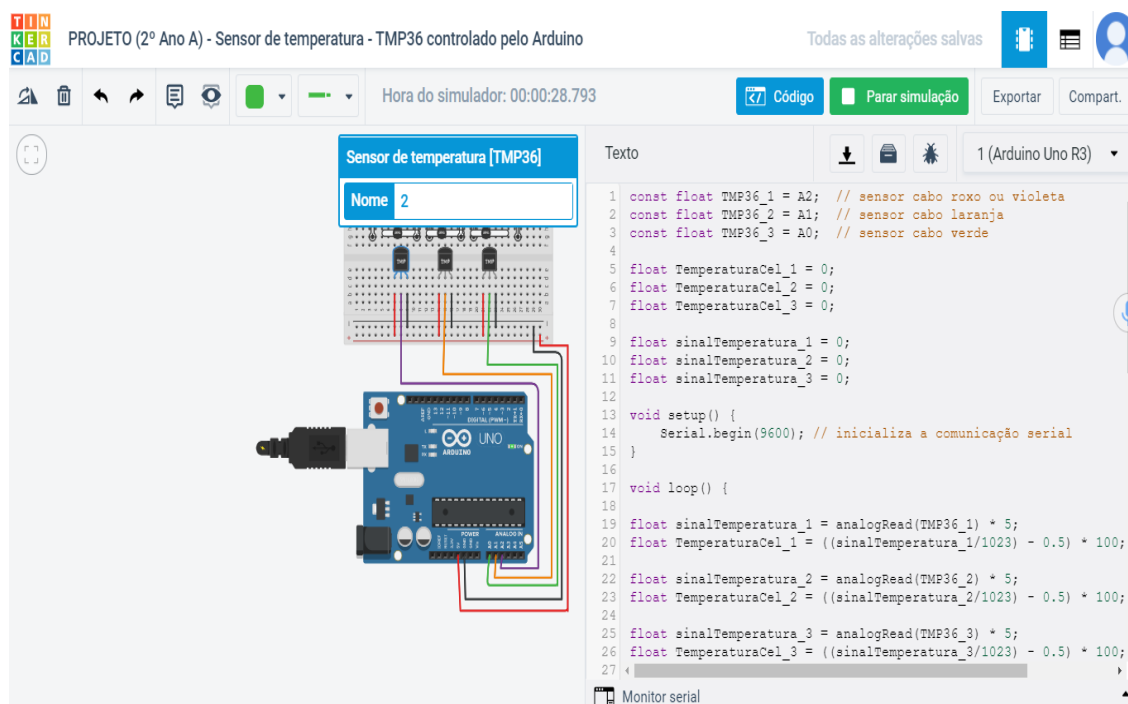
⁵ O *Tinkercad* é uma ferramenta online gratuita de criação e design de modelos 3D, permitindo que usuários desenvolvam o seu próprio projeto de forma fácil. (<https://www.wishbox.net.br/blog/tinkercad/#btn-continuar-lendo> acesso em 20/08/2020).

Arantes, Miranda e Studart (2010, p. 28) caracterizam que as simulações da plataforma permitem de modo simples, uma conexão aos fenômenos do nosso cotidiano para educando e educadores. O Arduino por ser um recurso didático elaborado com uso de *softwares* livres e *hardware*, em conjunto com uma técnica adequada de ensino, tornar-se-á útil para o desenvolvimento de práticas educacionais no Ensino da Física.

Os resultados obtidos através desse estudo apontam se a utilização do Arduino em conjunto com a estratégia da gamificação para o ensino da Termodinâmica contribui para o aprendizado e motivação dos alunos nas aulas de Física.

A Modelagem eletrônica utilizada em sala de aula com os participantes do grupo, foi com o sensor de temperatura TMP36 controlado pelo Arduino no *Tinkercad* (FIGURA 26). A princípio a tarefa da modelagem era para ter sido realizada por cada aluno envolvido no GE. Portanto, como mostra os resultados da investigação através do questionário inicial de opinião, apenas dois alunos tinham *notebook* e mesmo contendo a ferramenta, acessavam as aulas e atividades escolares por dispositivos em celulares. Sendo assim, tornou-se inviável para os aprendizes a realização da simulação individual por estudante.

Figura 26 - Modelagem eletrônica - sensor de temperatura TMP36 controlado pelo Arduino



Fonte: Elaboração própria.

Por essa razão, a modelagem eletrônica com a utilização da plataforma Arduino foi demonstrada pelo professor pesquisador na aula *on-line* pelo *Google Meet* em tempo real, onde os alunos tiveram a oportunidade de acompanhar todo o desenvolvimento da simulação e também desenvolver um exercício, prático relacionado a experimentação virtual.

O resultado foi positivo, pois houve questionamentos feitos pelos estudantes, tanto em relação ao desenvolvimento da simulação, quanto aos conteúdos que foram relacionados a prática aplicada. Na oportunidade, foram estabelecidas relações dos conteúdos abordados no estudo da Termodinâmica, com temáticas que também se relacionassem as disciplinas de Matemática, Química e Biologia. Inclusive o exercício, realizado na modelagem era de aspectos envolvidos no desenvolvimento da fluência matemática. Visto, ser perceptível a relação de interdisciplinaridade que existe entre essas duas ciências.

Nesse sentido, no decorrer da aula os alunos foram desenvolvendo o exercício em comunicação síncrona. Os participantes interagiram com interrogações e respostas através do *chat*, houve momento de interação em que o aprendiz fez uso do microfone da plataforma *Meet* para fazer suas colocações e sanar suas dúvidas. O professor pesquisador solicitou aos alunos que resolvessem os exercícios, e depois encaminhasse o arquivo com a resolução para o *Google Classroom* (FIGURA 27 e 28). Alguns alunos deram continuidade com atividade em comunicação assíncrona, contudo o pesquisador estabeleceu com o aluno um momento extra aula pelo *Meet*, para dar suporte ao educando no desenvolvimento da atividade.

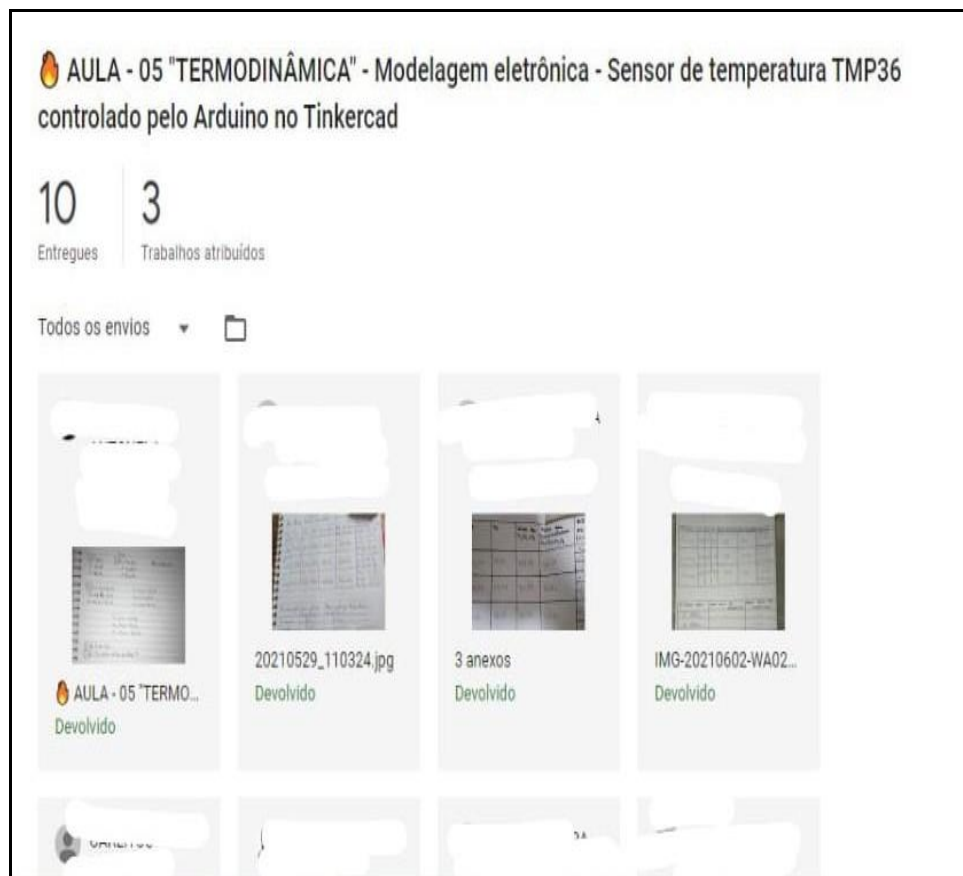
Figura 27 - Resolução de exercício: Modelagem eletrônica com Arduino

Col.	Ti	Tf	Tf - Ti	M1, M2, M3 / 3	sigma
1ª sensor	59.09	55.05	4.04	54.066...	4.04
2ª sensor	55.09	55.25	0.16	54.6222...	0.16
3ª sensor	55.09	55.25	0.16	54.6222...	0.16
Total	169.27	165.55	3.72	54.50196666	3.72

Nº sensor	Temp. inicial	Temp. final	Temp. média
1ª sensor	59.09	55.05	54.066...
2ª sensor	55.09	55.25	54.6222...
3ª sensor	55.09	55.25	54.6222...
Total	169.27	165.55	54.50196666

Fonte: Elaboração própr

Figura 28 - Arquivos enviados ao *Classroom* - Modelagem eletrônica com Arduino



Fonte: Plataforma *on-line* - EEM Francisco Nonato Freire (2021).

Vale destacar que, dentre os treze (13) alunos do grupo (2ªA - GE), dois (02) destes não enviaram o arquivo através da Sala de Aula Virtual (*Classroom*). Sendo que, os mesmos não estavam presentes na referida aula sobre Modelagem computacional com Arduino. Dez (10) destes estudantes enviaram a atividade pelo *Google Sala de Aula* como mostra a FIGURA 28. 01 participante encaminhou o exercício pelo aplicativo do WhatsApp, justificando que por conta da conexão à *internet* está lenta não estava conseguindo enviar à mesma pelo *Classroom* e a tarefa tinha prazo estipulado para entrega.

Em conformidade com a estratégia gamificada aplicada no grupo, todas as atividades tinham um tempo determinado para serem realizadas e enviadas para Sala de Aula Virtual. Foi observado que a disputa individual e em grupo pela colocação no pódio, auxiliou bastante para que as atividades fossem desenvolvidas e entregues no tempo estabelecido.

Esse processo só veio a contribuir para que o educando se empenhasse e dedicasse ainda mais na busca para o aprender. Na última aula foi exibido a pontuação final (FIGURA 29), individual e em grupo, como resultado das atividades gamificadas cumpridas pelo GE.

Figura 29 - Resultado do game (2º A - GE)



Fonte: Elaboração própria.

As simulações virtuais combinada com a estratégia ativa da gamificação, configura em uma poderosa aliada para o processo de ensino e aprendizagem, na medida em que é capaz de motivar e engajar o aluno em sala de aula. Quando os estudantes estão envolvidos em tarefas específicas que atendam a seus interesses intrínsecos e extrínsecos, conseguem focar melhor sua atenção para lidar com os conteúdos propostos, e assim relacionar e assimilar melhor teoria com a prática.

3.5.3.2 Grupo de Controle - GC (2º Ano B/C)

No decorrer da subseção será abordada as aplicações de atividades realizadas pelo GC (2º Ano B/C). A primeira atividade realizada pelos sujeitos em estudo, foi um desafio (*Quiz*) individual (FIGURA 30), com três (03) questões, pelo Formulário do *Google Forms*. O intuito foi de realizar uma aferição sobre a temática da Termodinâmica já iniciada na aula *on-line* pelo *Google Meet*. Vale lembrar que todos os sujeitos do grupo (2º Ano B/C - GC) realizaram o desafio.

Figura 30 - Desafio individual pelo Formulário do *Google Forms*

Fonte: Elaboração própria.

Na sequência de atividades, se realizou a aplicação de um trabalho *on-line* formativo com dez (10) questões pelo *Google Forms* (FIGURA 31). O *link* foi disponibilizado na sala de aula do *Google Classroom*. Desse modo, os alunos que não estavam presentes na aula tiveram acesso ao trabalho.

Diante do contexto, o professor regente da turma, também analisava a participação e as atividades realizadas dos participantes, como meio de integrar os resultados em seu processo avaliativo contínuo. Visto que os educandos estavam buscando melhorar sua aprendizagem através do processo investigativo que se faz nesta pesquisa. Todos os partícipes do GC (2º Ano B/C) fizeram o trabalho.

Figura 31 - Trabalho formativo *on-line*

Fonte: Elaboração própria.

Coutinho Júnior (2021), assinala que:

O ensino de Física, assim como as demais disciplinas de Ciências Exatas e da Natureza, possui em seu cerne o desafio de fazer com que o aluno compreenda um conjunto de conceitos teórico-científicos e o seu significado prático ou, por vezes, sua aplicação no cotidiano (COUTINHO JÚNIOR, 2021, p. 34).

Por conseguinte, é importante contextualizar os fenômenos Físicos a realidade do aprendiz. Para o professor, o trabalho torna-se mais laborioso, porém, pode contribuir consideravelmente no aprendizado do aluno. Desse modo, é sempre necessário o docente está revendo suas práxis pedagógica.

A prática experimental é essencial para a aprendizagem de conceitos científicos. Pensando assim, foi utilizada no processo de investigação desse estudo. Nesse sentido, foi solicitado aos alunos que pesquisassem um experimento científico que se relacionasse com os conteúdos explorados nas aulas, e em seguida produzissem um vídeo (atividade assíncrona) realizando o experimento selecionado. A orientação foi que, o experimento fosse simples, com materiais que estivessem ao alcance de casa, visto a situação atípica da *Covid -19*.

Dando continuidade ao procedimento da atividade, foi pedido aos participantes envolvidos que fizessem um roteiro da aula prática (FIGURA 32 e 33), e enviasse o arquivo do vídeo, e roteiro experimental para o *Google Classsroom*, no Tópico específico da “Termodinâmica”. Alguns vídeos, após os envios, foram apresentados na sala de aula virtual do *Google Meet* (FIGURA 34 e 35).

Figura 32 - Modelo de roteiro da prática experimental

 **Modelo para elaboração de roteiro da prática experimental**

- **Disciplina:** Física
- **Série:** 2º Ano B / C **Data:** 17/05/2021
- **Conteúdo:** Termodinâmica
- **Nome do experimento:** _____



1. **Objetivo:** O que se pretende alcançar com aquela aula.
2. **Materiais utilizados:** Listar os materiais utilizados no experimento
3. **Metodologia:** Descrever detalhadamente os procedimentos (métodos) e etapas da experiência, fornecendo informações sobre a prática realizada.
4. **Referência:** Listar o nome de livros ou sites utilizados para realização do experimento.

Fonte: Elaboração própria

Figura 33 - Roteiro experimental do aluno

ROTEIRO DE EXPERIMENTO	Disciplina: Física
Serie: 2ºANO C	Data: 24/052021
• Conteúdo: Termodinâmica • Nome do experimento: Demonstração da lei de Boyle-Mariotte	
1. Objetivo: Observar a diminuição de volume com o aumento da pressão	
2. Materiais utilizados: 1 seringa 10ml , 1 bexiga	
3. Metodologia: descrever detalhadamente os procedimentos (métodos) e etapas da experiência, fornecendo informações sobre a prática realizada.	
4. Referência: https://youtu.be/CPCL5rTea5Q	

Fonte: Elaboração própria.

Figura 34 - Experimento da Lei de Boyle-Mariotte



Fonte: Elaboração própria.

Figura 35 - Experimento “Gangorra de fogo”



Fonte: Elaboração própria.

Vale realçar que, dos quatorze (14) alunos deste grupo (2º Ano B/C - GC), 08 participantes fizeram e enviaram o vídeo e o roteiro da prática. 01 destes, fez somente o roteiro e enviou. Por fim, 05 estudantes não realizaram a produção do vídeo e nem o roteiro da experiência.

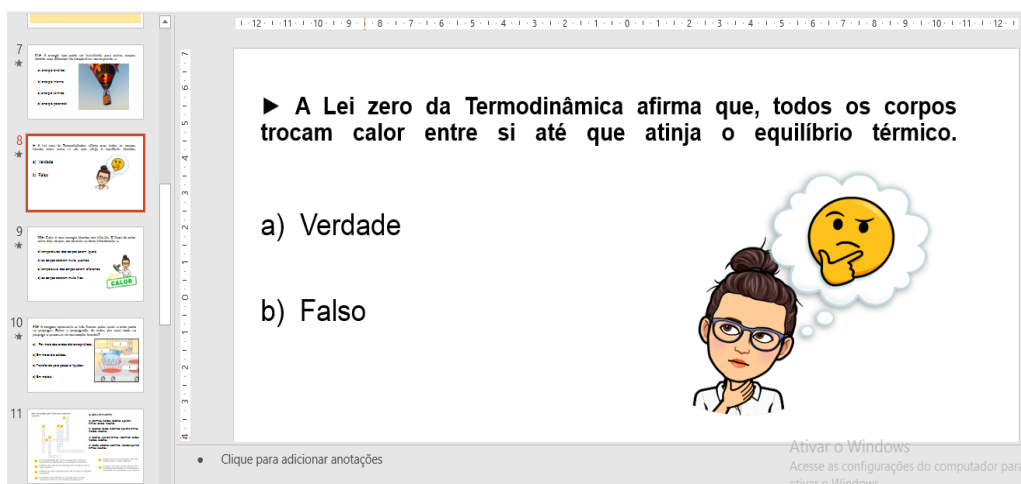
Atividades com experimentos concedem uma promitente conexão entre o Ensino de Física e o educando, e este consequentemente ao aprendizado. Para Gaspar (2014),

Observa-se que a adoção dessa prática é muito rara por parte da maioria dos professores, tanto em sala de aula quanto em laboratórios; na maioria das escolas públicas, é uma prática esporádica, assistemática e sem metodologia definida (GASPAR, 2014, p. 7).

Contudo, vários modelos de ensinagem têm sido desenvolvidos e avaliados com o intuito de propiciar possibilidades de maior engajamento entre os educandos e o processo de aprendizagem, possibilitando ao mesmo a melhor visão e compreensão dos fenômenos que acontecem em seu cotidiano.

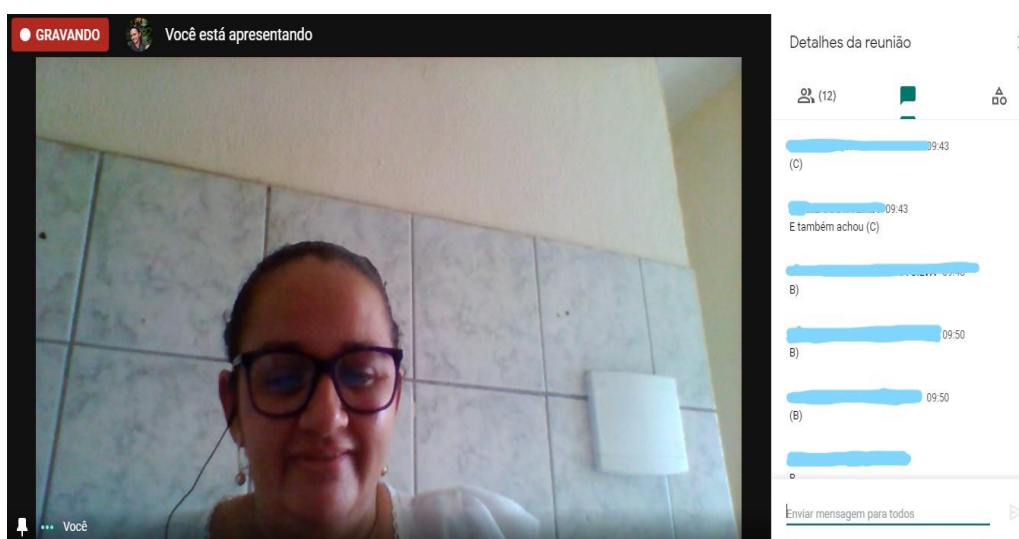
Para finalizar as aplicações das atividades, a última a ser realizada foi o desafio em grupo *on-line* em tempo real, onde as perguntas eram exibidas em *slides* (FIGURA 36). Os discentes em estudo tiveram seu grupo dividido em duas equipes, nomeadas de “Energia” e “Calor”. Na medida que as perguntas eram feitas, os alunos interagiam respondendo pelo *chat* (FIGURA 37). O resultado da pontuação encontra-se na (FIGURA 38). Os alunos que respondessem mais rápidos e corretamente as questões, pontuavam para o grupo. Dos quatorze (14) alunos envolvidos no estudo, 09 destes participaram da atividade, ou sejam, todos que estavam presentes na aula.

Figura 36 - Desafio em grupo *on-line*



Fonte: Elaboração própria.

Figura 37 - Interação dos alunos no desafio pelo *chat*



Fonte: Elaboração própria.

Figura 38 - Resultado da pontuação, no desafio *on-line* em grupo

NOME DO ALUNO	PONTUAÇÃO Grupo – “ENERGIA”	PONTUAÇÃO Grupo - PRESSÃO
E1	10 PONTOS	
E2	10 PONTOS	
E3	Total = 30 pontos	
E4	10 PONTOS (DESEMPATE)	
P5		10 PONTOS
P6		10 PONTOS
P7		Total = 20 pontos
P8		

Fonte: Elaboração própria.

Em frente ao processo de investigação com os dois grupos relatados. O terceiro MP que enfatiza a Organização do conhecimento, faz refletir sobre os desafios que o professor pleiteia no processo de ensinagem. As ferramentas tecnológicas ganharam grande espaço, e os processos educacionais também se modificaram, o docente não pode ser simplesmente transmissor do conhecimento.

A utilização de uma metodologia de ensino que não seja a convencional, constitui um desafio para professores e aprendizes. Dado que, como apresentado no transcorrer da seção, o professor precisa impulsionar o estudante a desenvolver a capacidade de absorção de conteúdos com autonomia e participação, para que o aluno sinta vontade em interagir e conseqüentemente desenvolver outras percepções e habilidades na construção do seu próprio aprendizado.

4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4. 1 Resultados e discussão dos testes (Pré-teste e Pós-teste)

A seção tem como intuito apresentar e discutir os resultados adquiridos na análise da pesquisa, mediante instrumentos de coletas de dados do pré-teste e pós-teste,

comparando o desempenho dos alunos do Grupo Experimental (GE) e do Grupo Controle (GC) e, analisar se a metodologia aplicada culminou o objetivo geral prenunciado. Salientando que a coleta de dados foi iniciada, somente após a aquisição do parecer do Comitê de Ética através do PARECER CONSUBSTANCIADO nº 4.669.681, (ANEXO A).

No contexto descrito na Seção 3.2, a pesquisa foi realizada envolvendo três turmas da 2ª série A/B/C durante o primeiro semestre de 2021 da Escola de rede pública Estadual de Educação, EEM Francisco Nonato Freire do município de Alto Santo - Ce, sobre a coordenação da CREDE 10 - Russas - CE (dados constam no PARECER CONSUBSTANCIADO nº 4.669.681). Na amostra, participaram da pesquisa um total de vinte e sete (27) sujeitos. Dos quais treze alunos (13) são da 2ª série “A” e quatorze alunos (14) da 2ª série “B e C”, sendo sete (07) participantes de cada turma. Enfatizando que, as aulas foram realizadas totalmente através do Ensino Remoto Emergencial (ERE), nas atividades síncronas (*online*).

Como mencionado anteriormente pelo item acima colocado, as turmas foram divididas em dois (02) grupos: Grupo Experimental - GE (2º A), com aula gamificada e Grupo de Controle - GC (2ºB/C), com aula convencional. Em ambos os grupos foram aplicados os testes em dois momentos: antes do início das aulas, designado pré-teste, e após o encerramento do conteúdo, o pós-teste.

O pré-teste e o pós-teste possuem um total de 09 questões, sendo 08 questões objetivas (5 opções de resposta para cada pergunta), 01 questão de correlação de colunas e 01 questão conceitual subjetiva. Entretanto, a questão de correlação e a questão conceitual, serão analisadas separadamente das demais questões com dados numéricos.

Os testes foram aplicados com os alunos de ambos os grupos e todos os participantes responderam às perguntas propostas. Memorando que, os dois testes foram aplicados com as mesmas perguntas nos dois grupos, o que possibilitou analisar a ocorrência de ganhos ou perdas na aprendizagem entre erros e acertos. Desse modo, a amostra analisada foi representada com 13 alunos do (GE) e 14 alunos do (GC).

Destarte, antes de expor o conteúdo, os aprendizes foram esclarecidos a responderem o pré-teste. Salientando que, antes da aplicação dos testes todos os alunos dos grupos (Controle e Experimental) foram comunicados pelo professor (a) regente das turmas, que seu desempenho tanto no pré-teste quanto no pós-teste,

assim como, nas demais atividades da pesquisa iria ser computadas como atividades avaliativas na disciplina de Física.

Como técnica de avaliação, foi utilizado o Ganho de Hake normalizado que, “[...] é obtido pela razão entre o ganho apurado pelo aluno e o máximo ganho possível com base em duas avaliações idênticas e na forma de testes múltipla-escolha - uma antes da apresentação do conceito (pré) e outra após (pós) (GALHARDI; AZEVEDO, 2013, p. 195). Ele é calculado de acordo com a (Equação1):

$$g = \frac{\%pós - \%pré}{100 - \%pré} \quad \begin{array}{l} \text{(ganho absoluto/efetivo obtido pelo estudante)} \\ \text{(limite do rendimento que pode ser atingido)} \end{array}$$

A expressão foi determinada por Hake (1998), e ultimamente vem sendo aplicada em estudos, que implicam a aprendizagem ativa no ensino de Física (ARAUJO *et al.*, 2017; MULLER *et al.*, 2017; PAIVA *et al.*, 2018). Posto isto, na fórmula: g é o ganho normatizado, $\%pós$ é a porcentagem de acerto pós-teste realizado após a aplicação da metodologia, $\%pré$ é a porcentagem de certo do pré-teste utilizado antes da intervenção, e 100% é a porcentagem máxima de acertos.

Hake (1998) define três classes de ganho normatizado. Turmas de ganho baixo apresentam valores de $g < 0,30$. Nas turmas de ganho médio, os valores de g estão no intervalo $0,30 \leq g < 0,70$. Já as turmas com ganhos normatizados iguais ou maiores que $g \geq 0,70$ representam a classe de ganho alto (ARAUJO *et al.*, 2017).

Atentando para a porcentagem de acertos no pré-teste e pós-teste, os ganhos normatizados obtidos pelo (GE), estão representados na (TABELA 1), a seguir.

Tabela 1 - Ganho normatizado de Hake para (GE)

Questionário	Pré-teste	Pós-teste
Número de alunos	13	13
Número de questões	91	91
Número de questões corretas	50	81
% de acertos	54,94	89,01

Fonte: Elaboração própria.

Consequente, o Ganho de Hake alcançado com o Grupo Experimental (GE) foi de $g = 0,75$, representando a classe de ganho normatizado alto, cujo os valores são caracterizados, como iguais ou maiores que $g \geq 0,70$. Sendo assim, foi utilizada a mesma investigação (TABELA 2), para o Grupo de Controle (GC), do qual, serão mostrados os respectivos resultados:

Tabela 2 - Ganho de Hake para (GC)

Questionário	Pré-teste	Pós-teste
Número de alunos	14	14
Número de questões	98	98
Número de questões corretas	48	59
% de acertos	48,97	60,20

Fonte: Elaboração própria.

Diante da análise da TABELA 2, verifica-se que o Ganho de Hake do Grupo de Controle (GG), foi igual a $g = 0,22$. Representando a classe de ganho normatizado baixo, que apresentam valores de $g < 0,30$. Considerando a análise e avaliação dos resultados, constata que, o GE apresenta um ganho normatizado relevante de aprendizagem comparado ao GC, visto que, entre ambos os grupos a diferença percentual é de 29,3%.

Diante dos resultados expostos, pode-se inferir que a gamificação como estratégia de aprendizagem ativa, utilizada no GE, atingiu um resultado significativo no aprendizado do aluno. Enfatizando que, a sequência didática de atividades proposta por Delizoicov e Angotti (1990), denominada “Três Momentos Pedagógicos (3MP)”, utilizada no desenvolvimento das atividades nesta pesquisa, trouxe contribuições significativas no processo de ensinagem. A utilização de recursos computacionais como uma estratégia de aprendizagem pode reavivar o interesse do aprendiz. As aulas podem se tornar mais interessantes, viabilizando um ensino mais ativo, resolvendo alguns problemas do ensino tradicional.

Como salientado no início deste item 4.1, duas (02) questões não foram analisadas pelo Ganho de Hake. Visto que, tanto no Pré-teste como no Pós-teste as questões eram de correlação e conceitual. Desse modo, as 02 questões serão

discutidas e analisadas a seguir. Recordando que foram as mesmas perguntas para os 02 testes.

A pergunta a ser analisada corresponde: “Calor e Temperatura são dois conceitos fundamentais na termologia. É correto afirmar que calor e temperatura são sinônimos? Confirme se a pergunta é verdadeira ou falsa e justifique.

No pré-teste do GE, 08 participantes responderam NÃO, e 05 destes responderam SIM. No pré-teste do GC, 07 alunos afirmaram que calor e temperatura NÃO, são sinônimos. Porém, 07 responderam que SIM. Os partícipes dos grupos que responderam “não” justificaram sua resposta citando a diferença entre o termo “calor e temperatura”, como: *A1 “Calor é a transferência de energia térmica de um corpo para outro. A temperatura está relacionada com a agitação molecular de um corpo.”* Os demais que apontaram “sim” como resposta não justificaram. Condensando as informações no GE, 61,5% dos sujeitos responderam NÃO ao questionamento correto. No GC, 50% expressaram corretamente a indagação.

No pós-teste do GE, 12 alunos dos 13 participantes, descreveram que calor e temperatura NÃO, são sinônimos. Apenas 01 aluno discordou, e afirmou que calor e temperatura são sinônimos. No GC, 10 estudantes sinalizaram que calor e temperatura NÃO, são sinônimos. 04 destes, concordam que calor e temperatura são sinônimos. Os resultados mostram 92,3% dos alunos do GE, responderam ao questionamento.

A questão de relacionar colunas (FIGURA 39), compreende diversos conceitos abordados durante as aulas.

Figura 39 - Questão 6 / Pré e Pós-teste

	São capazes de converter parcialmente o calor proveniente de uma fonte térmica em energia mecânica.	É um fluido que possui as propriedades de compressibilidade e expansibilidade e que tende a ocupar todo o espaço onde está contido.	Variáveis definem o estado termodinâmico de um gás.	Capacidade que um determinado corpo tem de realizar trabalho.	Ocorre quando as temperaturas entre dois ou mais corpos igualam-se.
Temperatura, volume e pressão.	☐	☐	☐	☐	☐
Equilíbrio térmico	☐	☐	☐	☐	☐
Máquina térmica	☐	☐	☐	☐	☐
Gás	☐	☐	☐	☐	☐
Energia	☐	☐	☐	☐	☐

Fonte: Elaboração própria.

De acordo com a ordem dos itens apresentados na (FIGURA - 39), os alunos do GE e GC relacionaram suas respostas correspondentes, de acordo com suas concepções. Na análise será apontado apenas o número de alunos que classificaram corretamente as colunas.

Iniciando com a análise do Pré-teste (GE), 03 alunos apontaram de modo correto o 1º item (TVP), 03 alunos o 2º item (ET), 04 alunos o 3º item (MT), 05 alunos o 4º item (G) e 03 alunos o 5º e último item (E).

No Pós-teste o GE obteve o seguinte resultado: 10 alunos indicaram com acerto o 1º item (TVP), 11 alunos o 2º item (ET), 10 alunos o 3º (MT), 11 alunos o 4º item (G) e 11 alunos o 5º e último item (E). Comparando o resultado entre o pré-teste e pós-teste do GE, verificou-se um avanço bem significativo nas assertivas correspondentes. No pós-teste, após a aplicação de uma sequência didática que gamificou as atividades desenvolvidas no decorrer da investigação. No pós-teste constatou-se que os aprendizes apresentaram um maior desempenho comparado ao que foi analisado no pós-teste.

No Pré-teste da questão selecionada ao GC, 03 participantes assinalaram certo a 1ª opção (TVP), 03 a 2ª opção (ET), 03 a 3ª opção (MT), 04 a 4ª opção (G) e 04 a 5ª opção (E).

A questão se repete no Pós-teste com o GC, depois dos estudantes participarem e desenvolver as atividades propostas a este grupo. Posto isto, 06 sujeitos da amostra responderam acertadamente a 1ª opção (TVP), 07 a 2ª opção (ET), 06 a 3ª opção (MT), 07 a 4ª opção (G) e 07 a 5ª e última opção (E). Os resultados demonstram que no pós-teste. Portanto, é notado que houve um progresso dos educandos na quantidade de acertos comparado ao pré-teste desse mesmo grupo.

Uma observação a ser feita ao comparar o resultado entre os 02 grupos (GE) e (GC), é que no pré-teste de ambos, o número de acertos é semelhante. Enquanto, no pós-teste, essa aproximação entre os resultados vai se distanciando. Visto que, o GE apresentou um indicativo de acertos bem maior do que o comparado ao GC.

Considera que os pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) foram importantes para esse resultado dos testes como um todo. Para Ausubel (1980), uma condição que influencia a aprendizagem são os conhecimentos prévios do aprendiz. Ambos os grupos já dispunham dos conhecimentos iniciais sobre o

conteúdo abordado, visto que os professores regentes da turma, já haviam trabalhado anteriormente o conteúdo introdutório com os alunos. Porém, vale ressaltar que somente o GE foi submetido a metodologia ativa da gamificação para o desenvolvimento das atividades, o que pode ter contribuído nesse grupo, para um maior índice de ganho normatizado na aprendizagem em comparação a GC.

Os princípios da Neurociência em relação ao ensino e aprendizagem, mostram que a cognição e a emoção conduzem a aprendizagem. Todavia, se faz necessário que métodos didáticos sejam bem organizados, e estratégias metodológicas ativas contextualizadas ao seu cotidiano, as quais levam em conta os conhecimentos preliminares do estudante, tornem-se

fundamentais para construção de saberes, tornando evidente a importância da motivação para o aprendizado do aluno (CAMILO, 2021).

4.2. Resultados e discussão dos questionários

4.3 Análise do questionário prévio (inicial) e final de opinião

As análises dos resultados a seguir foram coletadas por meio de um questionário prévio de opinião e um questionário final de opinião realizado com os dois grupos de investigação (2º Ano A - 13 alunos) e (2º Ano B/C - 14 alunos). Como citado no item 3.4. Os questionários têm como propósito caracterizar informações que podem ser listadas em quatro campos, a saber: metodologia, métodos de avaliação, a interação entre professor/aluno e domínio do conteúdo abordado pelo professor.

Os dois questionários utilizados são semiabertos, e aplicados pelo formulário do *Google forms*, antes das atividades desenvolvidas (questionário prévio de opinião) no primeiro dia de aula, e após o desenvolvimento das atividades (questionário final), na última semana de aula (final da última aula). É importante destacar que, a fim de evitar a interferência dos colegas nas respostas, além do anonimato do aluno, os questionários foram aplicados durante as aulas *online*.

O intuito dos resultados apresentados a seguir, é de analisar se as metodologias utilizadas pelos professores nas aulas, influenciam no aprendizado do estudante de ensino médio. Vale ressaltar que, os questionários prévios de opinião foram iguais para os dois grupos em estudo. Porém, os questionários finais de opinião tiveram

questões diferenciadas para os dois, visto terem sido aplicadas metodologias distintas para os grupos.

4.4. Análise do questionário prévio (inicial) de opinião (2º Ano A) e (2º Ano B/C)

O questionário de pesquisa é um dos recursos mais utilizados por pesquisadores. Segundo Gil (2009), é uma técnica de investigação com questões que possuem a intenção de obter informações. É necessário ressaltar que o questionário é uma ferramenta para extrair dados dentro da pesquisa, e que precisa ser formulado de maneira a atingir ao objetivo da investigação.

Por meio da análise, foi possível observar no 2º Ano A, que dez (10) estudantes são do sexo feminino e três (03) são do sexo masculino. A faixa etária dos participantes limita-se de 16 a 22 anos.

Para preservar a identidade dos participantes, os mesmos foram apresentados no transcorrer do texto por A1, A2,...sucessivamente para o grupo do 2º Ano A. O questionário prévio foi estruturado com 13 perguntas.

Como reportado no item 4.3, os questionários prévios de opinião são iguais para os dois grupos. Portanto, os subitens a seguir apresentam a análise de discussão referentes aos dois grupos em questão.

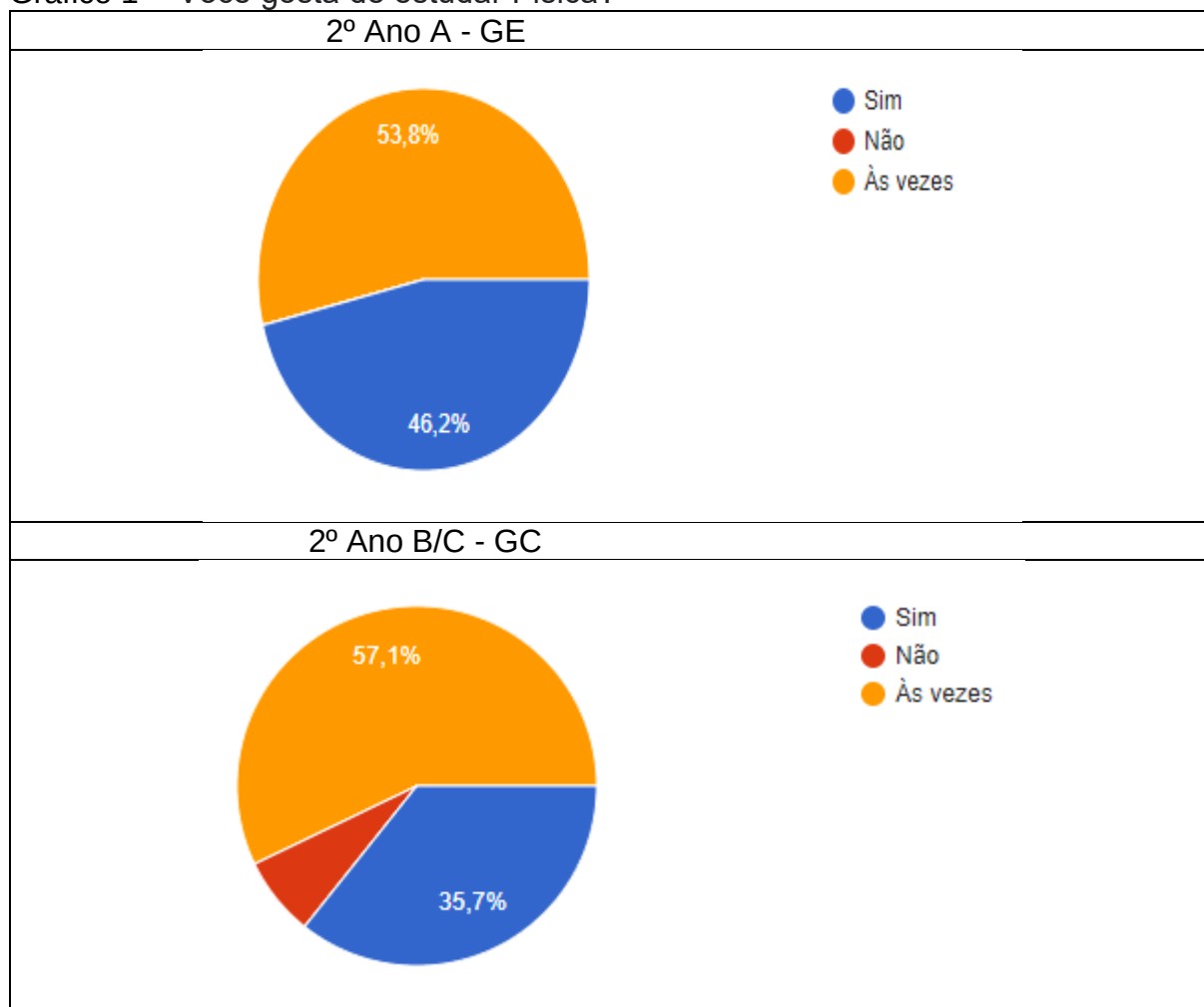
4.4.1 Análise da primeira pergunta do questionário prévio

A primeira pergunta introdutória do questionário inicial de opinião, intitulada **“Você gosta de estudar Física?”**, teve como objetivo investigar a concepção dos alunos com relação ao interesse pela disciplina, elaborando um cenário de investigação. O resultado do total investigado foram:

► 2º Ano A: 06 alunos responderam SIM, que gostam da disciplina, o que totaliza um valor de 46,2%, 07 alunos responderam ÁS VEZES, o que corresponde a 53,8%, e nenhum aluno desse grupo relatou que NÃO gostava de estudar Física.

► 2º Ano B/C: 05 alunos deste grupo responderam SIM, que gostam de estudar Física, ou seja, 35,7% destes. 08 alunos disseram ÁS VEZES, correspondendo a 57,1%, e 01 aluno respondeu que NÃO gostava de estudar Física, totalizando um valor de 7,1%. Os resultados abordados são observados no (GRAFICO1).

Gráfico 1 - “Você gosta de estudar Física?”



Fonte: Dados coletados no questionário prévio de opinião 2021.

A partir da análise dessas respostas, pode-se perceber que há uma diferença de apenas um aluno do grupo 2º Ano A que gosta de estudar Física, em comparação com o 2º Ano B/C. Além disso, nota-se que no segundo grupo tem 01 aluno que não gosta de estudar Física, enquanto no primeiro grupo nenhum participante respondeu que não gostava. A resposta da maioria dos participantes nos dois grupos, foram que somente “às vezes”, gostam de estudar Física. Assim, conclui como resultado de discursão dessa primeira pergunta, que em ambos os grupos menos de 50% dos participantes gostam de estudar Física.

Deste modo, é fundamental o entendimento das razões que levam os alunos a não gostarem da disciplina, e demonstrarem dificuldades em assimilar as temáticas em estudo. Para Bonadiman e Nonenmacher (2006), o aprender a não gostar de Física, diante de uma representação negativa formada para essa ciência, se configura fator predominante nas dificuldades apresentadas pelos discentes.

Para Moreira (2014), o ensino da Física na educação contemporânea, continua centralizado no professor, em exercícios para as provas, sem questionamentos e abordando a área como uma ciência pronta, mostrada em livro didático ou apostilas.

Contribuindo com o contexto em questão Pozo e Crespo (2009) enuncia que o desempenho dos estudantes acerca do ensino de Ciências especialmente a disciplina de Física resulta basicamente do método como as atividades e temáticas, estão sendo aprendidas, interpretadas e desenvolvidas nas aulas.

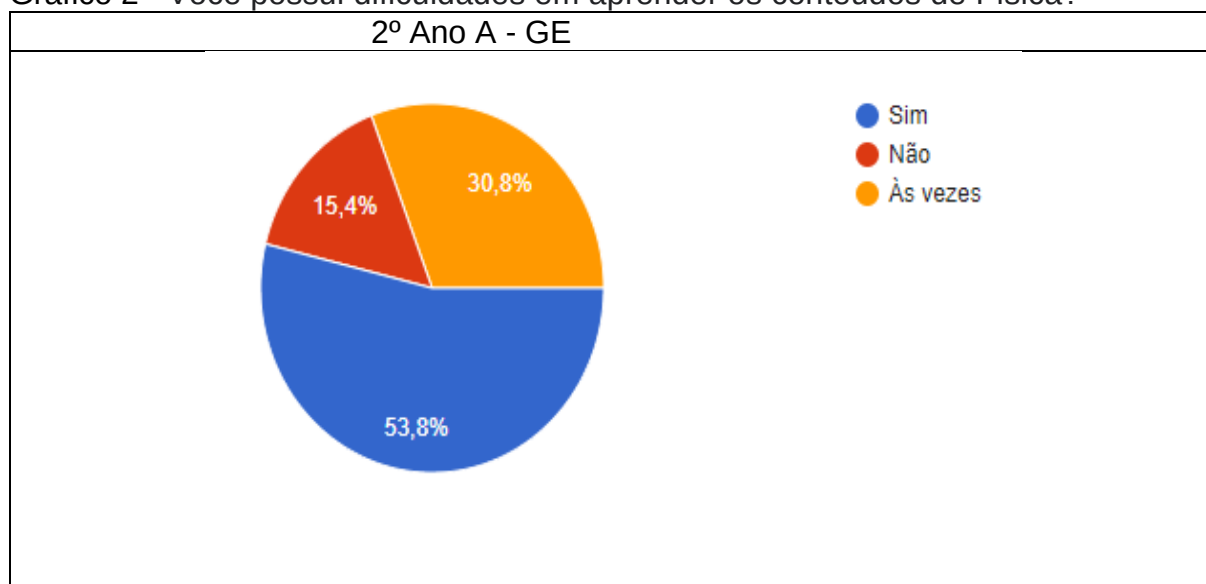
4.4.2 Análise da segunda pergunta do questionário prévio

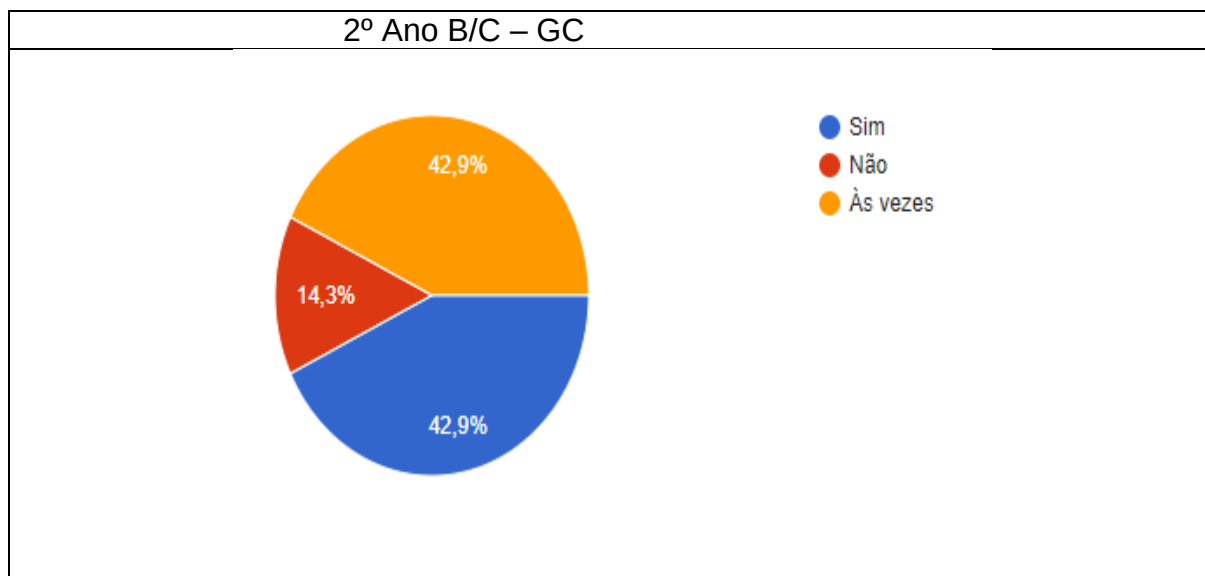
A segunda pergunta, **“Você possui dificuldades em aprender os conteúdos de Física?”**, o contexto buscou-se verificar se os alunos sentem dificuldades em compreender as temáticas relacionadas a disciplina.

► 2º Ano A: 07 estudantes disseram SIM, que possuem dificuldades em aprender os conteúdos de Física que condiz 53,8%. 04 alunos disseram ÀS VEZES, o que corresponde 30,8% dessa amostra. Apenas 02 estudantes (15,4%) responderam que NÃO sentiam dificuldades, em aprender os conteúdos de Física.

► 2º Ano B/C: 06 participantes afirmaram SIM, que tem dificuldades em aprender os conteúdos, totalizando 42,9% do grupo. 02 partícipes (14,3%) enunciaram que NÃO, relacionando 42,9% desse percentual. O (GRÁFICO 2) mostra os dados em questão.

Gráfico 2 - Você possui dificuldades em aprender os conteúdos de Física?





Fonte: Dados coletados no questionário prévio de opinião 2021.

Diante dos resultados apresentados conclui-se que, mais de 50% dos alunos do (2º Ano A), possuem dificuldades em aprender os conteúdos de Física. Comparando com o 2º Ano B/C há pouca diferença entre uma turma e outra. A diferença é de apenas 01 aluno para menos, com relação a primeira turma. Sobre a não possuírem dificuldades em aprender os conteúdos de Física, nos dois grupos, 02 alunos afirmaram não terem dificuldades em aprender os conteúdos. Agora, em ter dificuldades às vezes, o segundo grupo 2º Ano B/C apresentou um destaque um pouco maior em comparação ao primeiro. Nesse sentido, evidencia que o 2º Ano B/C é a equipe, da qual os participantes sinalizam um pouco mais de dificuldade em compreender os conteúdos de Física. Conforme Carvalho (2012):

[...] o ensino de Física no Ensino Médio deve contribuir para que o aluno desenvolva o espírito científico permitindo-o a explicação de certos fenômenos físicos, fatos e processos naturais. Para isso o professor deve utilizar uma linguagem clara e objetiva. (CARVALHO *et al*, 2012, p. 14).

Em concordância com o autor o ensino da Física deve ser voltado para a cultura científica do estudante. Isto é, o professor não deve apenas se apropriar dos temas da Física, é imprescindível que ele providencie metodologias também diversificadas que estimulem aos educandos querer aprender e compreender os conteúdos abordados na disciplina de Física. Desta forma, as aulas e atividades podem se tornar mais dinâmicas, de modo que, os alunos possam aprender, de forma mais ativa, os conteúdos em evidência.

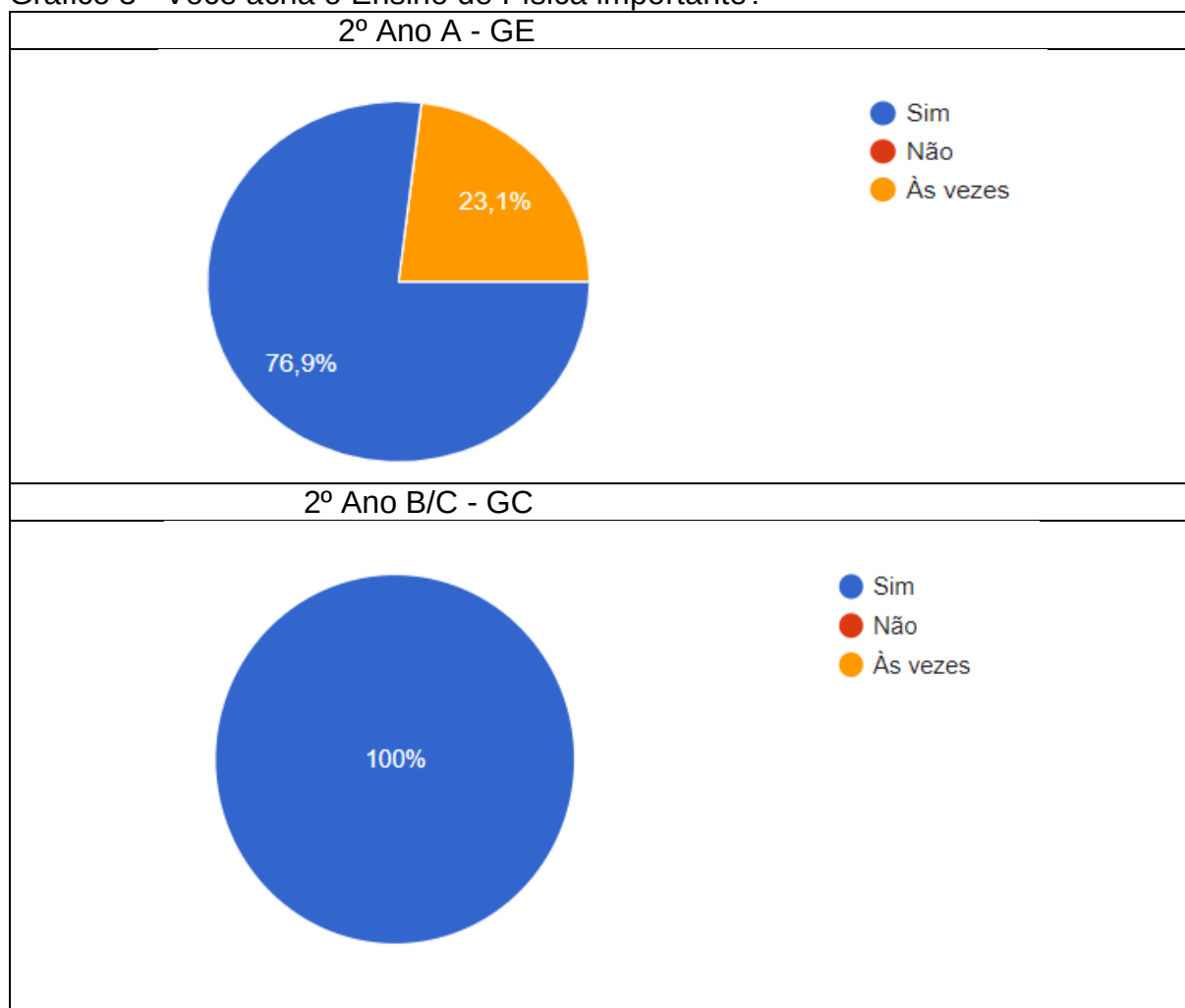
4.4.3 Análise da terceira pergunta do questionário prévio

Ao serem questionados com a terceira pergunta **“Você acha o Ensino de Física importante?”** Os aprendizes expressaram sua posição respondendo SIM, NÃO ou ÀS VEZES, pois a indagação coloca o aluno frente a uma reflexão diante dos conceitos explorados no estudo de Física.

► 2º Ano A: 10 alunos declararam SIM, o Ensino de Física importante, representando 76,9% da amostra do grupo. 03 alunos julgaram que somente ÀS VEZES é importante, totalizando 23,1% da amostragem. No quesito NÃO, nenhum aluno do grupo disse não considerar o estudo de Física importante.

► 2º Ano B/C Todos os 14 alunos do grupo, melhor dizendo 100% consideram o Ensino de Física importante. As referidas informações apresentam-se no (GRÁFICO 3).

Gráfico 3 - Você acha o Ensino de Física importante?



Fonte: Dados coletados no questionário prévio de opinião 2021.

Sintetizando as respostas dessa questão, observa-se uma diferença relevante no resultado desse questionamento. Dado que, 03 alunos do 2º Ano A dessa representação afirmaram que somente ÀS VEZES é que acha o Ensino de Física importante. Enquanto que 100% do grupo 2º Ano B/C qualificam a importância do Ensino de Física.

Conhecendo a vasta e importante compreensão que a Física possibilita ao educando, o conhecimento relacionado a esta disciplina, se torna essencial tencionando o desenvolvimento tecnológico que do qual é vivenciado em nossa sociedade.

Considerando a “Neurociência e Educação”, no momento que se pensa no conhecimento físico, reflete-se sobre o interesse efetuado pela área ao longo dos tempos, revelando diferentes dificuldades existentes na percepção dos processos de construção dos conteúdos da Física em situações de ensino e aprendizagem (BROCKINGTON, 2021).

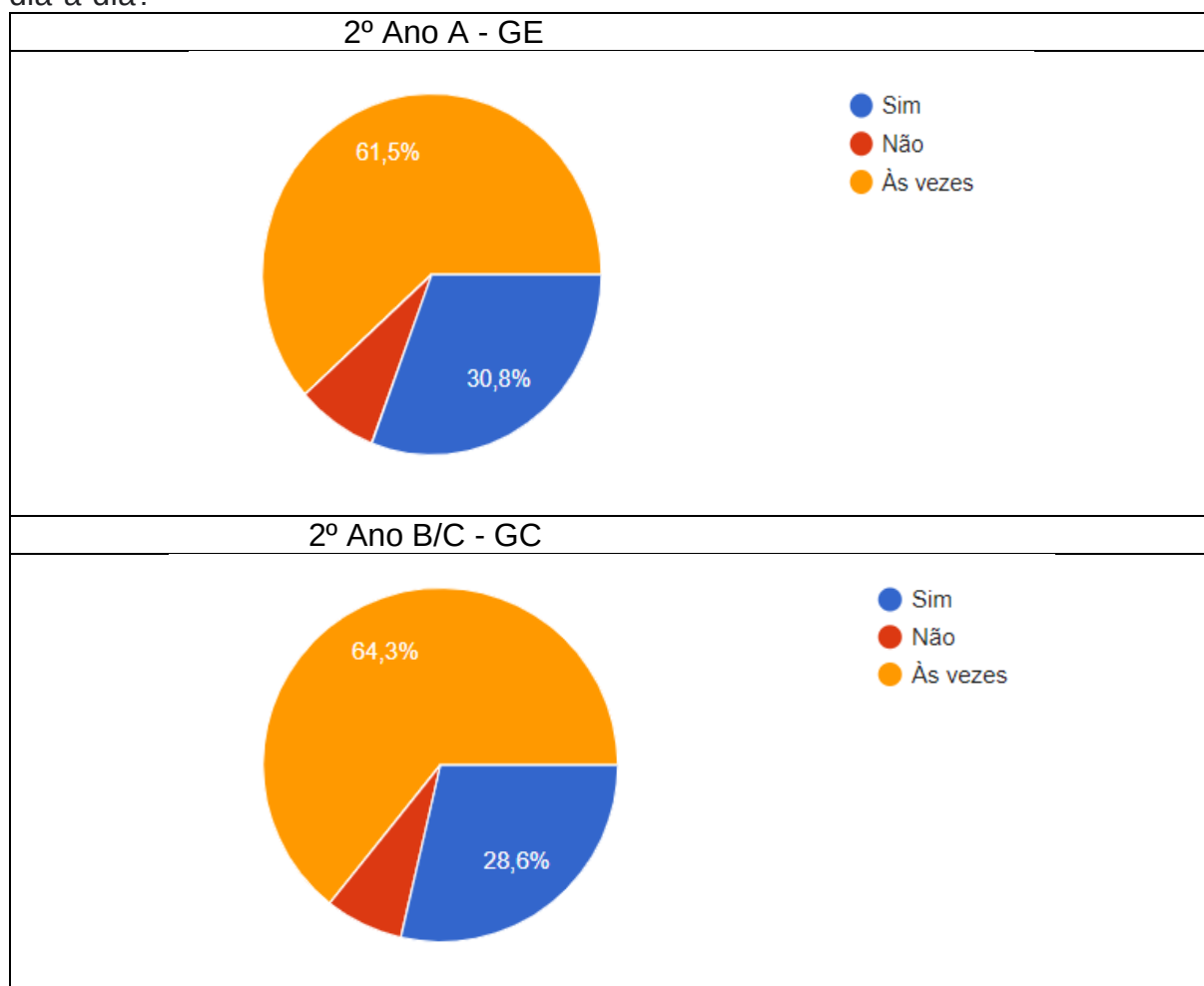
4.4.4 Análise da quarta pergunta do questionário prévio

A quarta pergunta a ser analisada **“Você relaciona os conteúdos abordados nas aulas de Física com o seu dia-a-dia?”** Nesse contexto buscou-se verificar se os discentes ao estudarem Física na escola, tem relacionado o estudo dos fenômenos físicos ao cotidiano.

► 2º Ano A: 04 alunos responderam SIM, pois afirmam relacionarem os conteúdos abordados nas aulas de Física com o seu dia-a-dia, representando 30,8%. Deste grupo, 01 aluno diz não relacionar os conteúdos a prática do cotidiano, isto representa 7,7 dos investigados. Por vezes, 08 destes (61,5%) educandos disseram que ÀS VEZES é que relacionam os assuntos de Física ao seu dia-a-dia.

► 2º Ano B/C: 04 destes aprendizes (28,6%) afirmaram SIM, ao relacionar os assuntos explorados nas aulas de Física com o seu dia-a-dia. Porém, apenas 01 aluno dessa amostra enunciou que NÃO relaciona os conteúdos, conferindo 7,1%. Contudo, 09 alunos, ou seja, 64,3% dos participantes responderem que somente ÀS VEZES é que conseguem relacionar os temas abordados ao dia-a-dia. Dados representados no (GRÁFICO 4).

Gráfico 4 - Você relaciona os conteúdos abordados nas aulas de Física com o seu dia-a-dia?



Fonte: Dados coletados no questionário prévio de opinião 2021.

Nesse sentido, perante o exposto constata-se que em ambos os grupos 2º Ano A e 2º Ano B/C, menos de 50% da amostra somente, afirmam relacionarem os conteúdos abordados nas aulas de Física com o seu dia-a-dia. Contudo, os resultados entre os dois grupos são iguais sobre não estabelecer relações com os assuntos de Física ao cotidiano. O resultado é bem semelhante quanto ao quesito apenas às vezes, conseguirem associar a temática. As duas equipes apresentam resultados bem próximo ao seu contexto, quando comparados.

4.4.5 Análise da quinta pergunta do questionário prévio

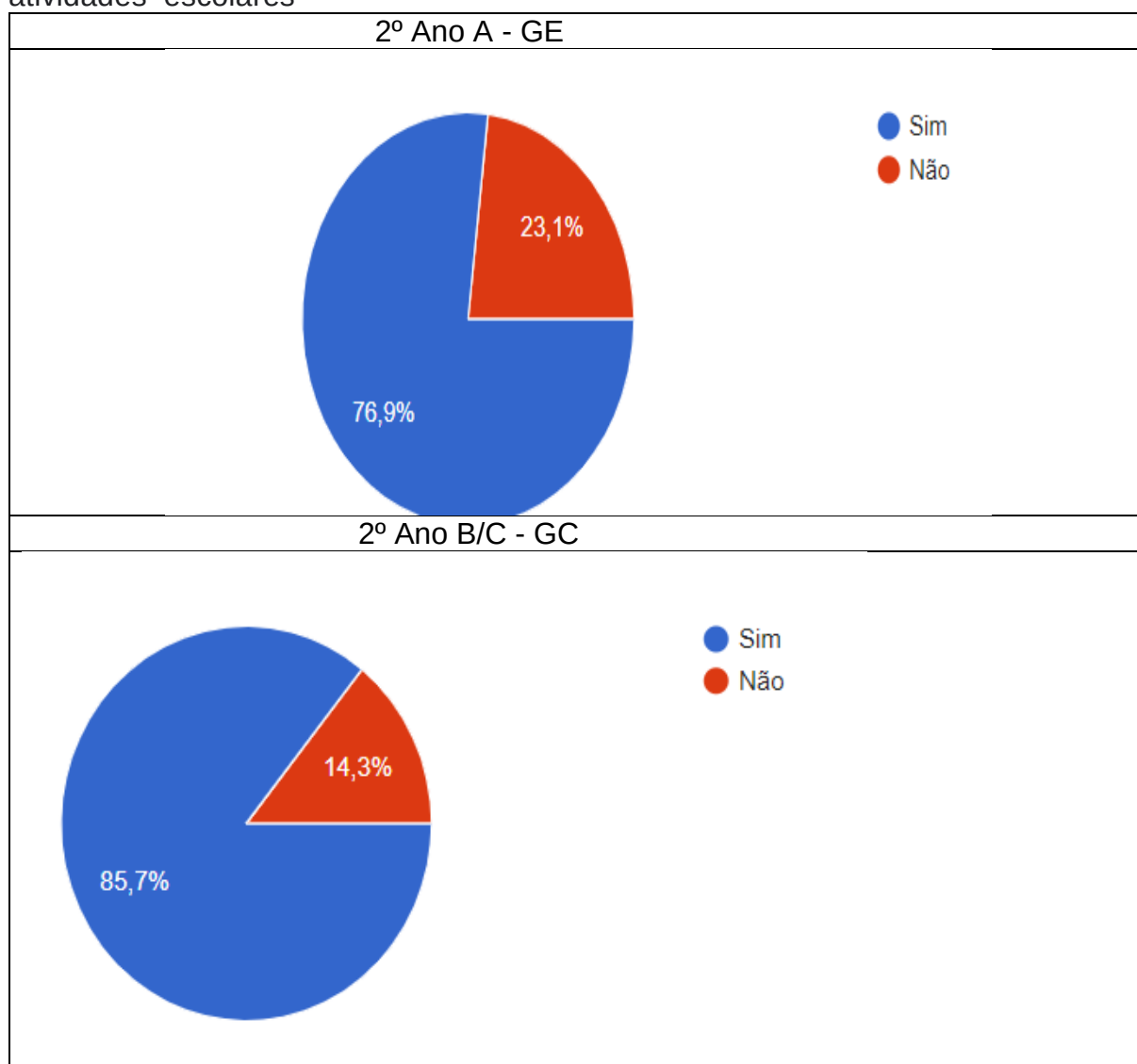
Na questão intitulada, “**Gosta de usar dispositivos tecnológicos para realizar de forma *online* as atividades escolares?**” A pergunta é indagada com

o objetivo de saber se o discente aprecia fazer as atividades conectado *a internet*. Para os grupos investigados:

► 2º Ano A: 10 estudantes (76,9%) dos 13 alunos investigados revelaram SIM, confirmando gostarem de utilizar dispositivos tecnológicos de maneira *online* no desenvolvimento das atividades escolares. 03 estudantes afirmaram NÃO gostarem de usar os dispositivos, o que condiz a 23,1% da amostragem.

► 2º Ano B/C: 12 educandos (85,7%) disseram que SIM, quanto a gostarem de usarem os dispositivos. Apenas, 02 participantes (14,3%) dessa amostragem responderam que NÃO gostam de lidar com esses recursos tecnológicos na realização das atividades. O (GRÁFICO 5) simboliza a análise.

Gráfico 5 - Gosta de usar dispositivos tecnológicos para realizar de forma *online* as atividades escolares



Fonte: Dados coletados no questionário prévio de opinião 2021.

Dessa forma observa-se que o segundo grupo (2º Ano B/C), mesmo com uma diferença pequena nos dados coletados, são partícipes que revelam gostarem de usar dispositivos tecnológicos para realizar de forma *online* as atividades escolares. Sendo assim, o primeiro grupo 2º Ano A, embora com uma diferença muito pequena comparada ao primeiro grupo, indica não apresentar interesse em manusear dispositivos tecnológicos de maneira *online* nas atividades escolares.

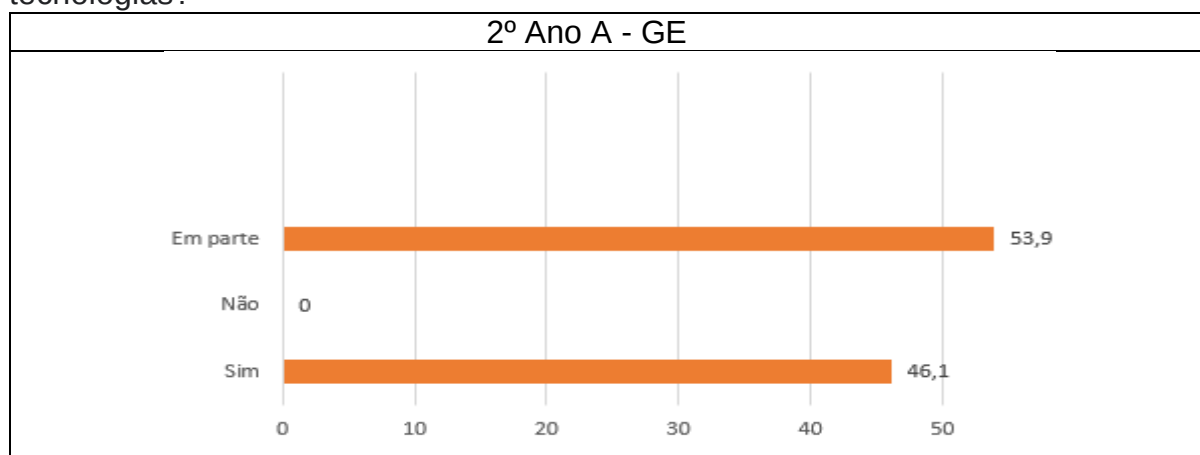
4.4.6 Análise da sexta pergunta do questionário prévio

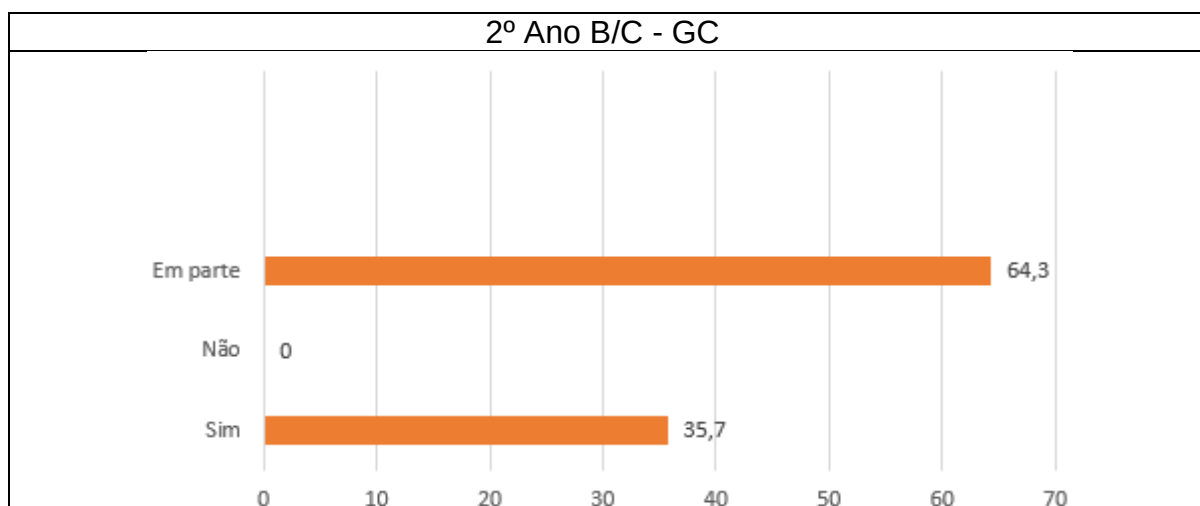
A sexta pergunta abordada ao participante **“Você vê relação com o que aprende em Física, com seu cotidiano e as tecnologias?”** Os investigados responderam ao questionamento com SIM, NÃO ou EM PARTE.

► 2º Ano A: 06 alunos disseram SIM, que veem relação com o que aprende em Física, com seu cotidiano e as tecnologias, totalizando um percentual de 46,1%. Nenhum aluno respondeu que NÃO. Contudo, 07 alunos (53,9%) responderam que somente EM PARTE, observa a relação com o que aprende em Física, com seu cotidiano e as tecnologias.

► 2º Ano B/C: 05 participantes colocaram SIM, pois veem relação com que é aprendido na Física, com seu dia-a-dia e as tecnologias, esse número corresponde à 35,7%. Nenhum estudante respondeu NÃO, a esse quesito. Consequente, 09 alunos (64,3%) da amostragem afirmaram vê relação com o que aprende em Física, ao seu cotidiano e as tecnologias apenas EM PARTE. Representação dos dados no (GRÁFICO 6).

Gráfico 6 - Você vê relação com o que aprende em Física, com seu cotidiano e as tecnologias?





Fonte: Dados coletados no questionário prévio de opinião 2021.

Dessa forma, verifica-se que em ambos grupos os resultados das respostas são bem semelhantes, sendo que no (2º Ano B/C), os aprendizes revelaram-se vê um pouco menos de conexão com o que é assimilado na disciplina de Física ao cotidiano e as tecnologias.

Hornes e Santos (2016) relatam que as perspectivas educacionais da atualidade procuram entender o mundo científico além de seus pressupostos, fazendo relações com a tecnologia. Porém, existe a dificuldade de organizar o ensino de Física, formar cidadão crítico em relação ao âmbito que o cerca e ao mesmo tempo tornar o ensino da Física significativo para este aluno, sem que os conceitos físicos percam sua especificidade.

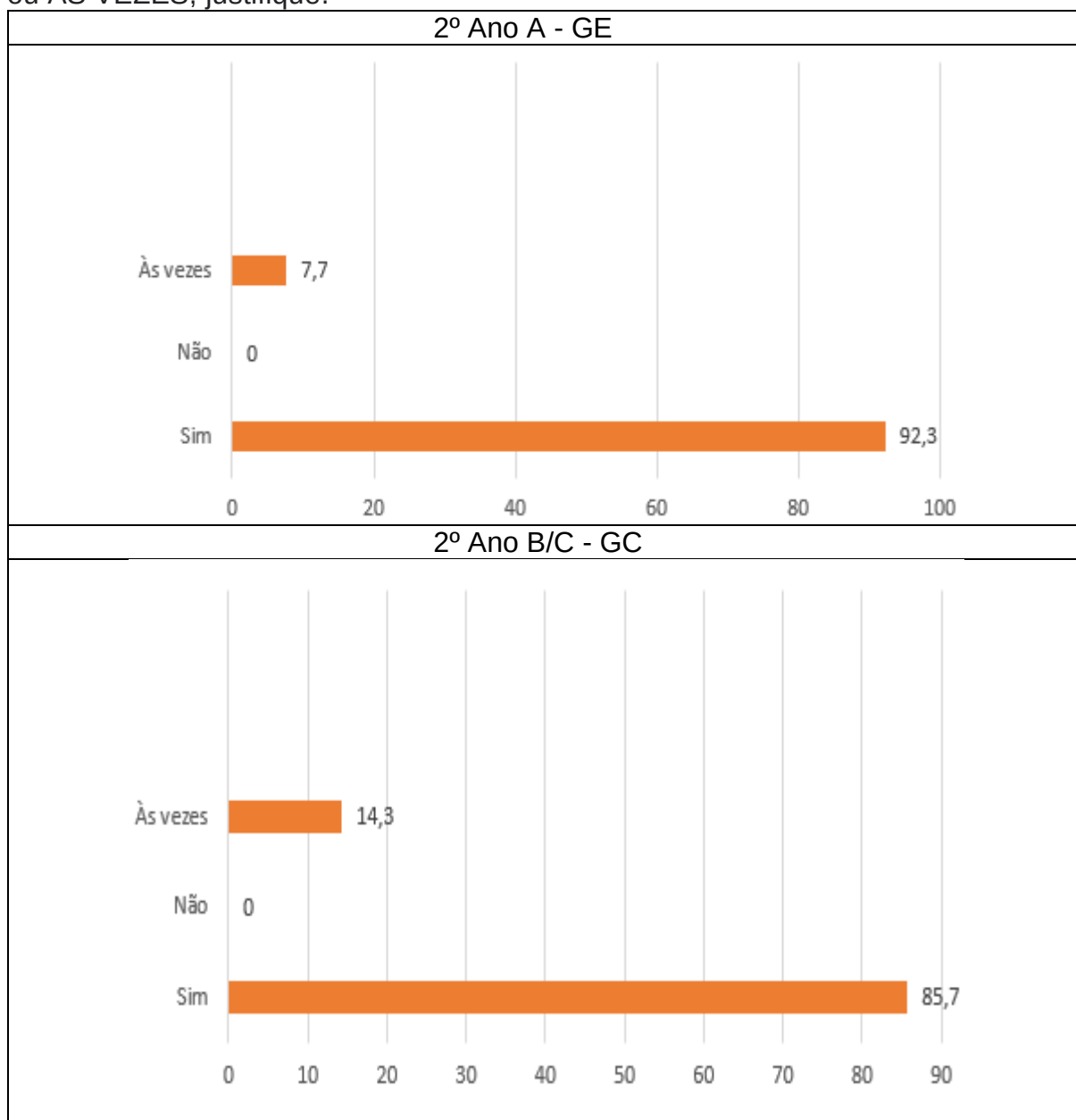
4.4.7 Análise da sétima pergunta do questionário prévio

A sétima pergunta indagada **“Você se sente à vontade em participar das aulas? Se a resposta for NÃO ou ÀS VEZES, justifique.”** Para essa questão o sujeito vai fundamentar sua resposta, caso responda NÃO ou ÀS VEZES.

► 2º Ano A: 12 sujeitos (92,3%) responderam SIM, que se sentiam à vontade em participar das aulas. Nenhum sujeito anunciou que NÃO. Contudo, somente 01 sujeito (7,7%) disse que somente ÀS VEZES, é que se sente à vontade em participar das aulas. Em relação a justificar as respostas quanto a responder “não” ou “às vezes”, o participante A11 não justificou sua resposta.

► 2º Ano B/C: 12 partícipes (85,7%) revelaram SIM, que se sentem à vontade em participar das aulas. Porém, não houve sujeito com resposta NÃO. 02 partícipes (14,3) responderam que ÀS VEZES, é que se sentem à vontade em participar das aulas. O (GRÁFICO 7) mostra os dados obtidos.

Gráfico 7 - Você se sente à vontade em participar das aulas? Se a resposta for NÃO ou ÀS VEZES, justifique.



Fonte: Dados coletados no questionário prévio de opinião 2021.

Com relação aos participantes do grupo 2º B/C, que responderam “às vezes”, foram destacadas a seguir (TABELA 3), as seguintes justificativas dos sujeitos:

Tabela 3 - Você se sente à vontade em participar das aulas?

Participantes	Respostas
A11	“Às vezes pois muitas das vezes não consigo entender
A12	“Às vezes é legal, mais difícil perga o aprendizado”

Fonte: Elaboração própria.

Dessa forma, observa-se que os 02 sujeitos por perceberem as dificuldades de compreender os conteúdos, revelaram que somente às vezes é que se sentem à vontade em participar das aulas. Posto isto, de acordo com a análise das respostas dos participantes, a equipe 2º Ano A, sentem-se mais à vontade em participar das aulas. É notório que uma das grandes dificuldades encontrada por parte dos alunos no estudo da Física, está relacionada à compreensão de leitura e o conhecimento básico em matemática.

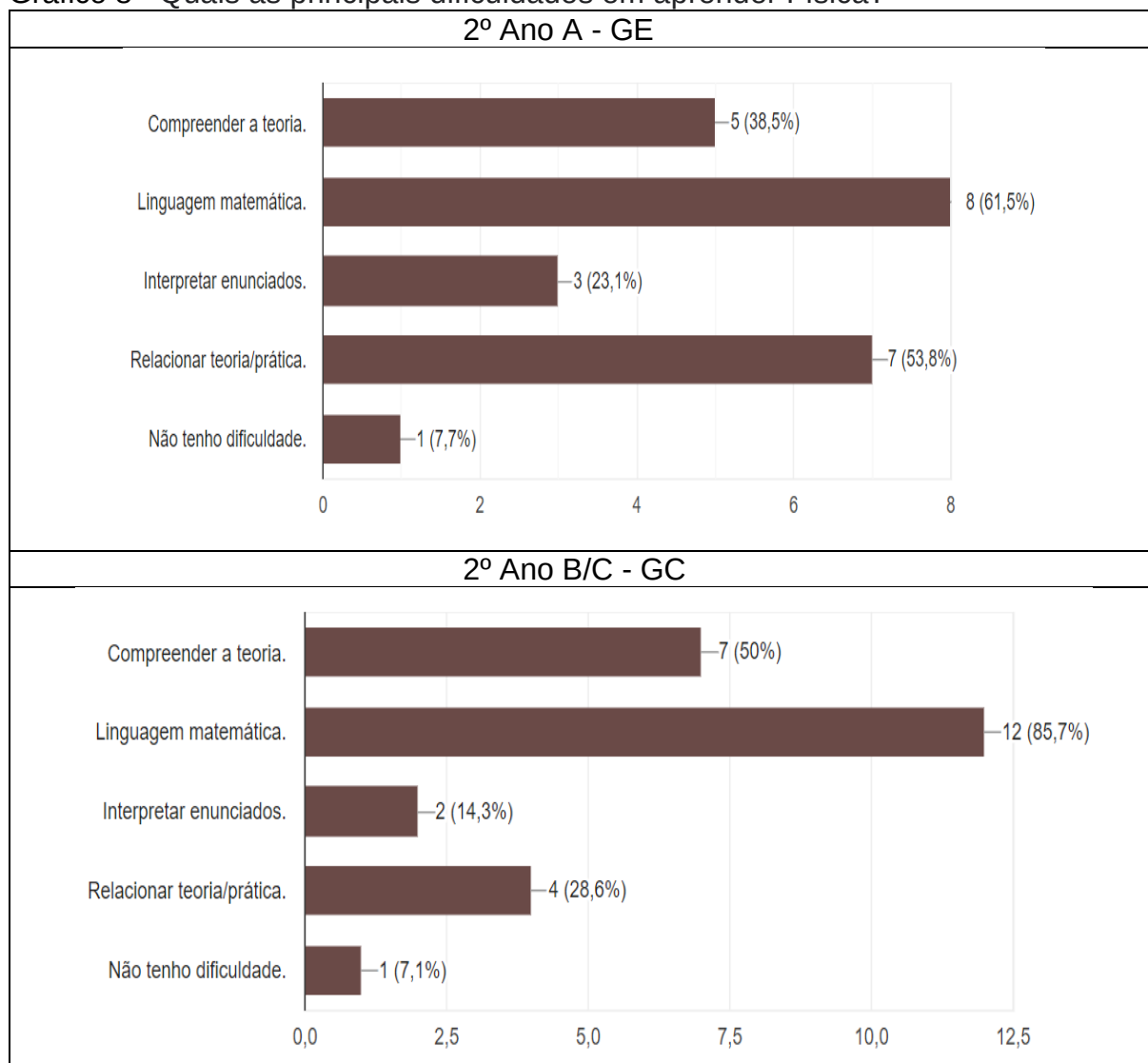
4.4.8 Análise da oitava pergunta do questionário prévio

Na oitava pergunta “Quais as principais dificuldades em aprender Física?” Da oitava pergunta até a décima terceira, o aluno poderia selecionar mais de uma alternativa como resposta.

► 2º Ano A: 08 dos entrevistados (61,5%) informam ser a “linguagem matemática” uma das principais dificuldades em aprender Física. 07 da amostra que corresponde a (53,8%), afirmam que é “relacionar teoria e prática”. 05 dos participantes (38,5%) disseram que é “compreender a teoria”. 03 (23,1%), dizem ser a “interpretação de enunciados”. E por fim, 01 aluno (7,7%) conclui que “não tem dificuldade em aprender Física”.

► 2º Ano B/C: 12 alunos (85,7%), informam que as principais dificuldades em aprender Física é a “linguagem matemática”. 07 alunos (50%) destes dizem ser compreender a teoria. Porém, 04 (28,6%) declaram, que é “relacionar teoria e prática”. 02 participantes (14,3%), confirmam ser a “interpretação de enunciados”. Contudo, 01 aluno (7,1%) conclui que “não tem dificuldade em aprender Física”. Os resultados podem ser observados no (GRÁFICO 8):

Gráfico 8 - Quais as principais dificuldades em aprender Física?



Fonte: Dados coletados no questionário prévio de opinião 2021.

Conforme os dados apresentados, é ressaltado que as dificuldades apontadas por ambos os grupos 2º Ano A e 2º Ano B/C, são bastante semelhantes, visto que, nas duas equipes aparecem como principal dificuldade em aprender Física, a “linguagem matemática”. Conforme Carvalho Júnior (2002), é muito importante que o ensino de Física não seja voltado somente para a memorização de fórmulas, “a simples manipulação de equações sem o questionar/dialogar com a teoria Física associada não abre espaço para discussões mais elaboradas, não oportuniza o exercício da argumentação” (CARVALHO JÚNIOR, 2002, p. 54)

Uma observação pertinente nessa análise é que a 2ª, 3ª e 4ª dificuldade apresentada pelos sujeitos entre os 02 grupos está entre, “compreender a teoria”, “relacionar teoria e prática” e “interpretar enunciados”. Nesse sentido é importante

ênfatizar que é essencial contextualizar os conceitos físicos, valorizando os conhecimentos prévios dos alunos para a construção de saberes mais sistematizados. Vale salientar que na análise, somente 01 aluno das duas amostras afirmam não ter dificuldade em aprender Física.

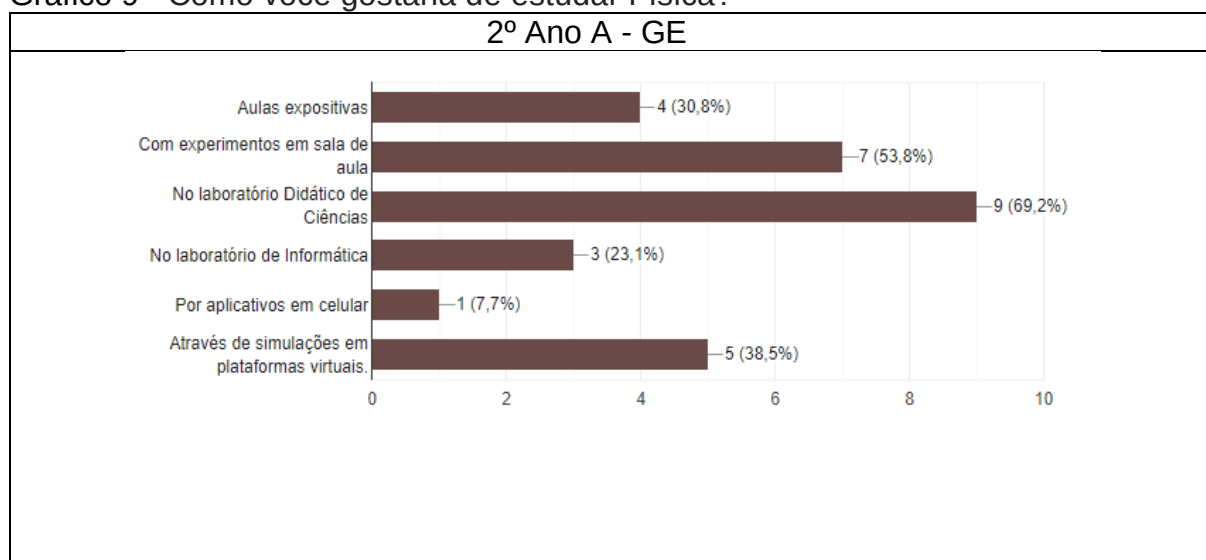
4.4.9 Análise da nona pergunta do questionário prévio

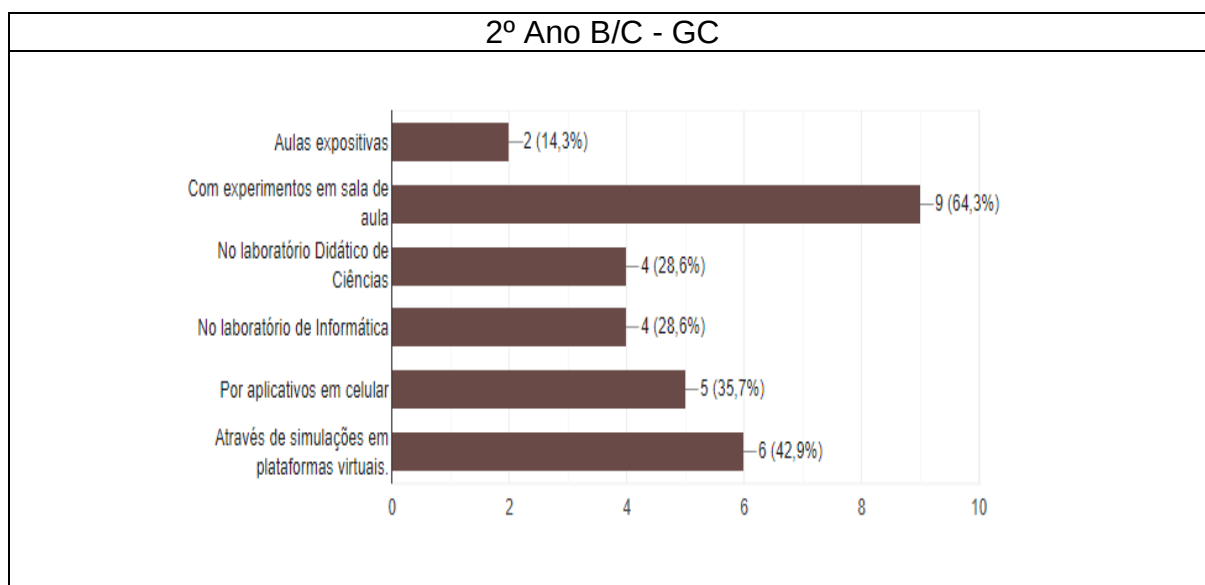
A nona pergunta “**Como você gostaria de estudar Física?**” Tem o propósito de conhecer, qual o método que o estudante consegue assimilar melhor os conteúdos.

► 2º Ano A: 09 alunos (69,2%) confirmaram que gostariam de estudar Física no “Laboratório Didático de Ciências”. 07 aprendizes (53,8%) “com experimentos em sala de aula”. 05 dos estudantes (38,5%) gostariam que fosse “através de simulações em plataformas virtuais”. 04 destes, cerca de (30,8%) com aulas expositivas. 03 sujeitos (23,1%) “no laboratório Didático de Informática” e 01 sujeito da amostra (7,7%), “por aplicativos em celular”.

► 2º Ano B/C: 9 alunos (64,3%) responderam que gostariam de estudar Física “com experimentos em sala de aula”. 06 destes (42,9%) “através de simulações em plataformas virtuais”. 05 dos entrevistados (35,7%) “por aplicativos em celular”. 04 participantes que representam 28,6% da amostra, gostariam de estudar Física “no Laboratório Didático de Ciências e no Laboratório de Informática”. Finalizando, 02 dos participantes (14,3%), preferem estudar Física “com aulas expositivas”. O total pode ser analisado no (GRÁFICO 9).

Gráfico 9 - Como você gostaria de estudar Física?





Fonte: Dados coletados no questionário prévio de opinião 2021.

Relacionando os resultados da nona questão apresentada, observa que no grupo do 2º Ano A, mais de 50% dos aprendizes “preferem estudar Física no “Laboratório Didático de Ciências”, sendo que o 2º Ano B/C, também com um resultado com mais de 50%, optam por estudar com “experimentos em sala de aula”. Todavia os dois métodos utilizados, fazem conexão entre si, o que diferencia especificamente um do outro é o ambiente utilizado para as práticas experimentais.

Segundo Lima (2011) as atividades que abrangem a utilização de experimentos proporcionam ao educando visualizar fenômenos, que permitem o desenvolvimento da capacidade de abstração e aprendizagem. Possibilitando dessa forma uma aula mais dinâmica e atrativa. E não voltada, apenas para resolução de exercícios e memorização de equações.

Quanto aos demais itens destacados na questão, o 2º Ano B/C, apresentou uma porcentagem um pouco maior, com relação a querer estudar Física “através de simulações em plataformas virtuais”. Já o 2º Ano A, demonstraram interesse maior em estudar com “aulas expositivas”, comparando os dados com a segunda turma. Porém, nos itens “Laboratório Didático de Ciências” e “Laboratório de Informática” a equipe do 2º Ano B/C, obtiveram o mesmo resultado em sua amostra. No 2º Ano A, o item “Laboratório de Informática” se apresentou como penúltima opção para os participantes, e estudar “por aplicativos em celular” como última opção. Enquanto para a equipe do (2º Ano B/C) a alternativa de estudar Física “por aplicativos em celular” se apresenta como terceira escolha entre os sujeitos.

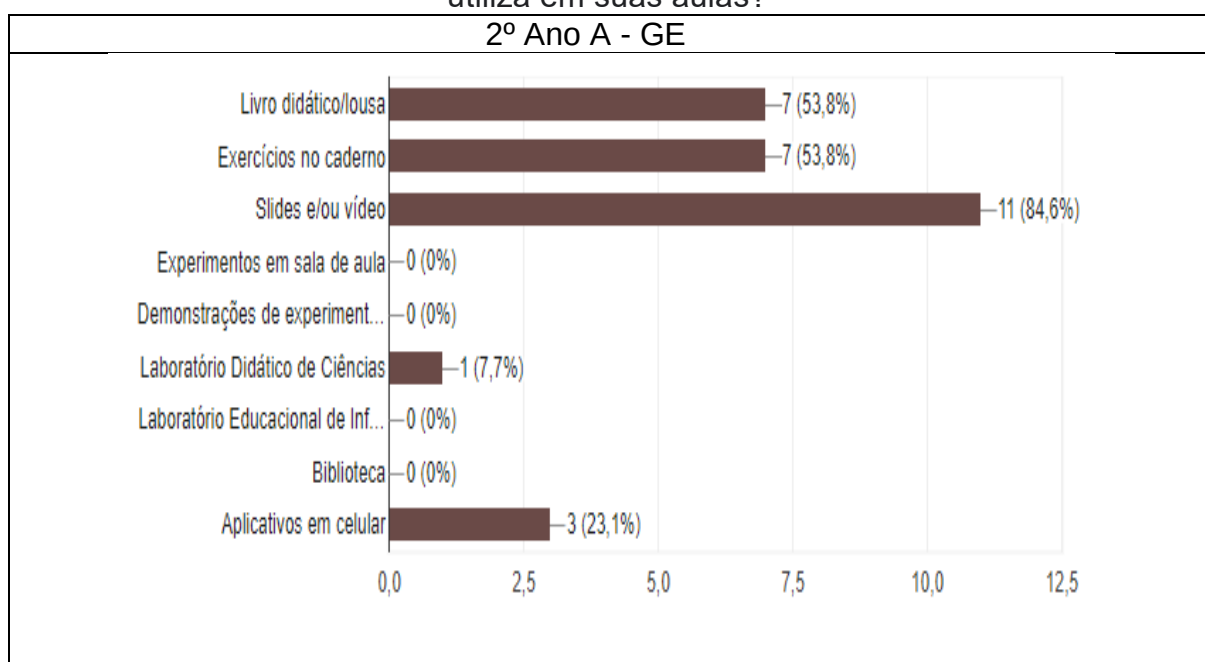
4.4.10 Análise da décima pergunta do questionário prévio

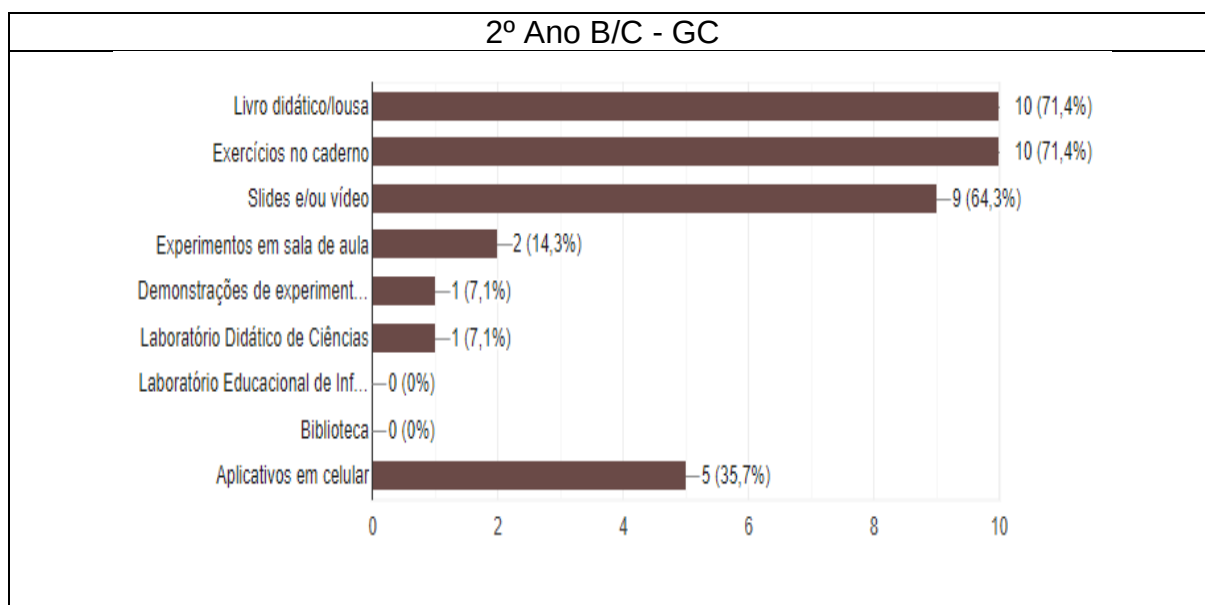
A décima pergunta intitulada “Quais são os recursos pedagógicos que seu professor de Física, mais utiliza em suas aulas?” Sinaliza conhecer os meios didáticos mais utilizados pelo o professor, durante a aplicação das aulas.

► 2º Ano A: 11 estudantes (84,6%) responderam que os recursos pedagógicos que seu professor de Física, mais utiliza em nas aulas é “slides e/ou vídeo”. 07 destes (53,8%), afirmam ser o “livro didático/lousa” e “exercícios no caderno”. 03 (23,1%) confirmam ser “aplicativos em celular”. Apenas 01 participante (7,7%) responde que os recursos pedagógicos que seu professor de Física mais utiliza é o “Laboratório Didático de Ciências”. Nenhum aluno responde nas demais alternativas da questão enunciada.

► 2º Ano B/C: 10 participantes (71,4%) desse grupo ser o “livro didático/lousa” e “exercícios no caderno”, os recursos pedagógicos que seu professor de Física, mais utiliza em suas aulas. 09 destes (64,3%) disseram ser “slides e/ou vídeo”. 05 participantes (35,7%) “aplicativos em celulares”. 02 (14,3%), “experimentos em sala de aula”. 01 (7,1%), respondem “Laboratório Didático de Ciências” e demonstrações de experimentos em sala de aula”. Nenhum dos partícipes responderam nas outras alternativas da questão. O (GRÁFICO 10), mostra o resultado da análise da questão.

Gráfico 10 - “Quais são os recursos pedagógicos que seu professor de Física mais utiliza em suas aulas?”





Fonte: Dados coletados no questionário prévio de opinião 2021.

De acordo com os dados apresentados, as alternativas mais selecionadas pelos participantes quanto aos recursos pedagógicos que o professor de Física, mais utiliza em suas aulas foram: “livro didático/lousa, exercícios no caderno, slides e/ou vídeo e aplicativos em celular”. Sendo que, em ambas as equipes “livro didático/lousa e exercícios no caderno” aparecem quantitativamente em números iguais nos dois grupos.

Considerando que as opções como “Laboratório Didático de Ciências, demonstrações de experimentos e experimentos em sala de aula”, são os recursos menos indicados pelos sujeitos do 2º Ano B/C. Enquanto no 2º Ano A, o menos indicado é o Laboratório Didático de Ciências. Quatro opções dessa turma não foram selecionadas, como apresentado no (GRÁFICO 10). Segundo os resultados apresentados os itens do “Laboratório Didático de Informática e Biblioteca” não são apontados em nenhum dos grupos.

Pelo estudo analisado, o 2º Ano A é a equipe que, segundo os entrevistados o professor mais utiliza os métodos tradicionais em sua prática pedagógica. Para Gomes (2016) o docente tem o papel de facilitador da aprendizagem e para que o ensino de Física se torne motivador deve ser mostrado aos estudantes como uma ciência que está presente no seu cotidiano, a partir de contextualização, interdisciplinaridade, aulas experimentais e dinâmicas.

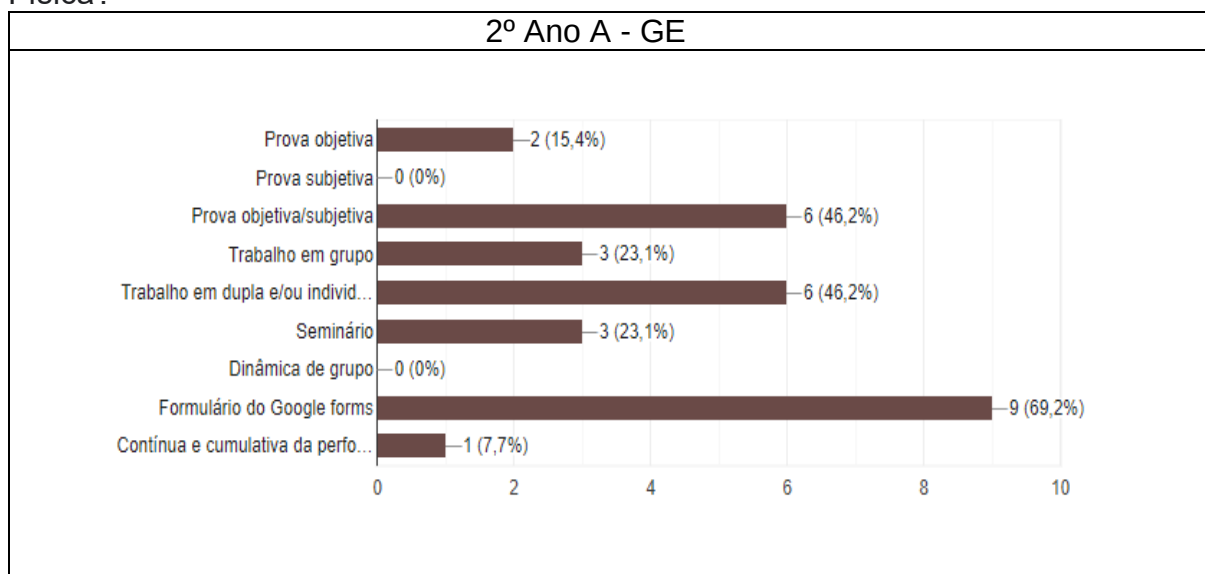
4.4.11 Análise da décima primeira pergunta do questionário prévio

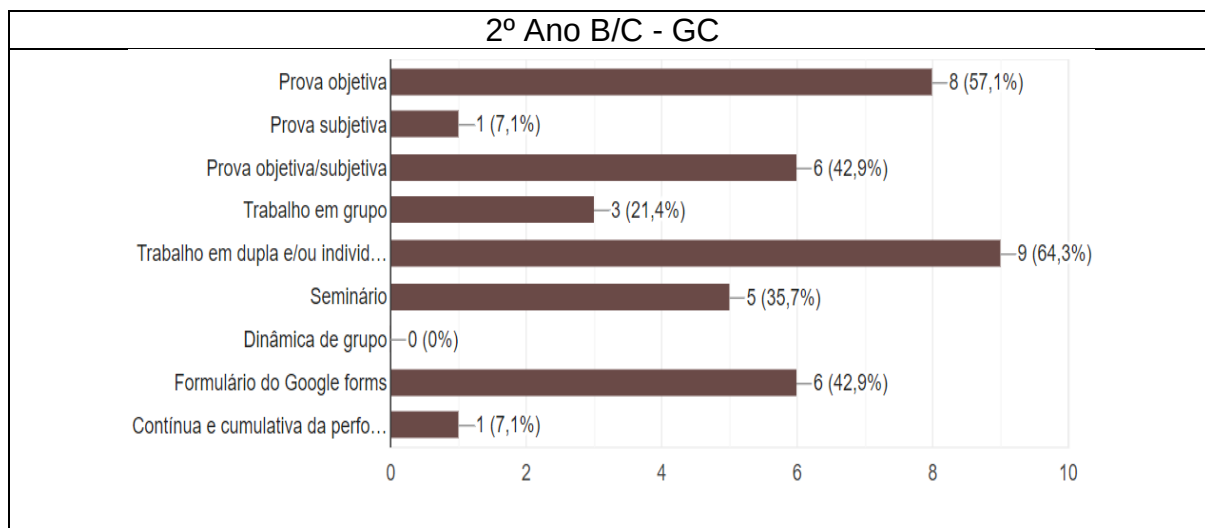
A décima primeira questão “**Quais os métodos de avaliação utilizados pelo seu professor de Física?**” Tem o objetivo de verificar sobre os meios de avaliação utilizados pelo educador, visto que, avaliar é um instrumento empregado para analisar a evolução dos alunos ao longo do processo de ensino e aprendizagem.

► 2º Ano A: 09 entrevistados (69,2%) responderam que os métodos de avaliação utilizados pelo seu professor de Física era o “Formulário do *Google Forms*”. 06 da amostra (46,2%) disseram “prova objetiva/subjetiva e trabalho em dupla e/ou individual”. 03 alunos (23,1%) “seminário”. 03 (23,1%), afirmaram “trabalho em grupo”. 02 alunos (15,4%) “prova objetiva”. 01 participante (7,1%), indicou “contínua e cumulativa da performance dos estudantes”. Posto que, os itens “prova subjetiva” e “dinâmica de grupo” não foram selecionados por nenhum participante.

► 2º Ano B/C: 09 participantes (64,3%), afirmaram que os métodos de avaliação utilizados pelo seu professor de Física era o “trabalho em dupla e/ou individual. Em seguida 08 (57,1%) disseram ser “prova objetiva”. 06 alunos (42,9%) apontaram prova objetiva/subjetiva e “formulário do *Google Forms*”. 05 partícipes (35,7%) “seminários”. 03 (21,4%) disseram ser “trabalho em grupo”. Portanto, 01 aluno (7,1%), assinalou “prova subjetiva/contínua e cumulativa da performance dos estudantes”. Sendo que o item “dinâmica de grupo”, não foi selecionado por nenhum sujeito do grupo. Os resultados estão representados no (GRÁFICO 11).

Gráfico 11 - “Quais os métodos de avaliação utilizados pelo seu professor de Física?”





Fonte: Dados coletados no questionário prévio de opinião 2021.

É notado diante do exposto no (GRÁFICO 11), em ordem crescente no quantitativo dos sujeitos envolvidos, que no 2º Ano A, os métodos de avaliação mais utilizados pelo professor de Física são: “formulário do *Google Forms*, prova objetiva/subjetiva, trabalho em dupla e/ou individual e seminário”. No 2º Ano B/C, os mais indicados são: “trabalho em dupla e/ou individual, prova objetiva, prova objetiva/subjetiva e formulário do *Google Forms*”.

Observa-se, que 03 dos itens selecionados acima, estão contidos nos 02 grupos. O que diferencia o resultado, é o número de sujeitos presentes em cada opção selecionada. Nas duas equipes, apenas 01 único sujeito assinalou o método de avaliação “contínua e cumulativa da performance dos estudantes”, como utilizado pelo seu professor de Física. Lembrando que as alternativas como, “prova subjetiva e dinâmica em grupo”, não foram apontadas pelos sujeitos do 2º Ano A - GE. Nesse contexto a única alternativa que não foi marcada no grupo do 2º Ano B/C - GC, foi “dinâmica em grupo”.

Partindo desse pressuposto, percebe-se que os métodos de avaliação utilizados no decorrer do processo de ensino e aprendizagem, ainda se apresenta de modo formal. Para Libâneo (1994), a avaliação é:

Uma tarefa complexa que não se resume a realização de provas e atribuição de notas. A mensuração apenas proporciona dados que devem ser submetidos a uma apreciação qualitativa. A avaliação, assim, cumpre funções pedagógico-didáticas, de diagnóstico e de controle em relação as quais se recorrem a instrumentos de verificação do rendimento escolar. (LIBÂNEO, 1994, p. 195).

Por conseguinte, a avaliação é um instrumento que tem como finalidade verificar se o estudante aprendeu ou não, é um mecanismo essencial do trabalho docente, sendo capaz de fazer refletir sobre o nível de qualidade na aprendizagem do aluno, assim como nas estratégias didáticas aplicadas pelo professor, gerando assim, mudanças significativas no processo de ensinagem.

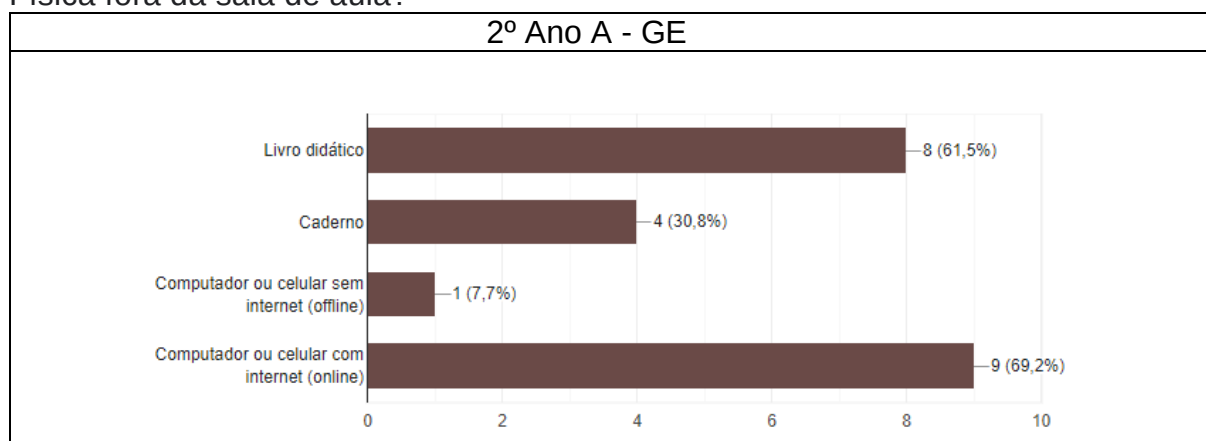
4.4.12 Análise da décima segunda pergunta do questionário prévio

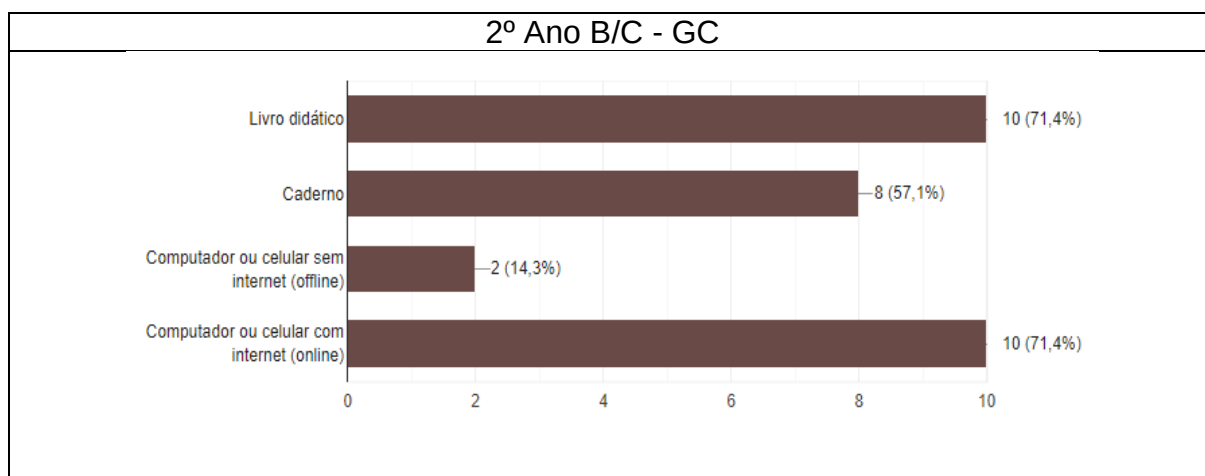
A décima segunda indagação “**Quais as ferramentas pedagógicas que você mais utiliza para estudar Física fora da sala de aula?**” As ferramentas pedagógicas são recursos que facilitam o processo de aprendizagem do aluno, por essa razão a necessidade de inserir a pergunta no questionário.

► 2º Ano A: 09 sujeitos, o que corresponde a (69,2%) dos pesquisados, dizem que o “computador ou celular com *internet (online)*”, é a ferramenta mais utilizada por eles para estudar Física fora da sala de aula. 08 destes (61,5%), dizem ser o “livro didático”. 04 alunos (30,8%), enunciaram o “caderno” e 01 participante, o equivalente a (7,7%), respondeu “computador ou celular sem *internet (off-line)*”.

► 2º Ano B/C: 10 estudantes, que correspondem (71,4%) da amostra assinalam “livro didático” e “computador ou celular com *internet (online)*” como as ferramentas mais utilizadas por eles para estudar Física fora da sala de aula. 08 alunos que representa (57,1%) dos entrevistados, sinalam ser o “caderno”. E para finalizar 02 alunos (14,3%) dizem utilizarem o “computador ou celular sem *internet (off-line)*”, ferramenta mais utilizada por eles para estudar Física fora da sala de aula. O (GRÁFICO 12) mostra as análises representadas.

Gráfico 12 - Quais as ferramentas pedagógicas que você mais utiliza para estudar Física fora da sala de aula?





Fonte: Dados coletados no questionário prévio de opinião 2021.

Como demonstra os dados acima relacionados, para o primeiro grupo (2º Ano A), as ferramentas pedagógicas que mais o aluno utiliza para estudar Física fora da sala de aula é o “computador ou celular com internet (*online*)”. Para o segundo grupo 2º Ano B/C, foram classificadas como primeira opção o “livro didático e computador ou celular com internet (*online*)”. Para as demais alternativas o primeiro grupo assinalou em sequência crescente quantitativa de números de participantes o “caderno e computador ou celular sem internet (*off-line*)”. O segundo grupo aponta “computador ou celular sem internet (*off-line*)”.

Numa visão holística, é visto para os dois grupos que, o “livro didático” ainda é um dos recursos bastante utilizado pelo aluno como apoio em seus estudos. Deste modo, o livro didático pode colaborar para a aprendizagem significativa quando escolhido e utilizado de modo correto. Por isso, Costa e Allevato (2010, p. 72-73) ressalta:

[...] o livro didático deve ser muito bem organizado tanto para o professor, que o tem como apoio pedagógico, quanto para os alunos, que poderão utilizá-lo para estudar sozinhos. O livro adquire, assim, a função de contribuir para o ensino-aprendizagem.

Dessarte, segundo a colocação dos autores, o livro didático auxilia tanto ao professor quanto ao aluno. Sua importância na prática pedagógica quando sua utilização é feita da forma adequada, pode contribuir significativamente para a assimilação do conhecimento. Ademais, além de um instrumento de ensino e aprendizagem, o livro é um parceiro muito importante no desenvolvimento das competências e habilidades acadêmicas dos aprendizes.

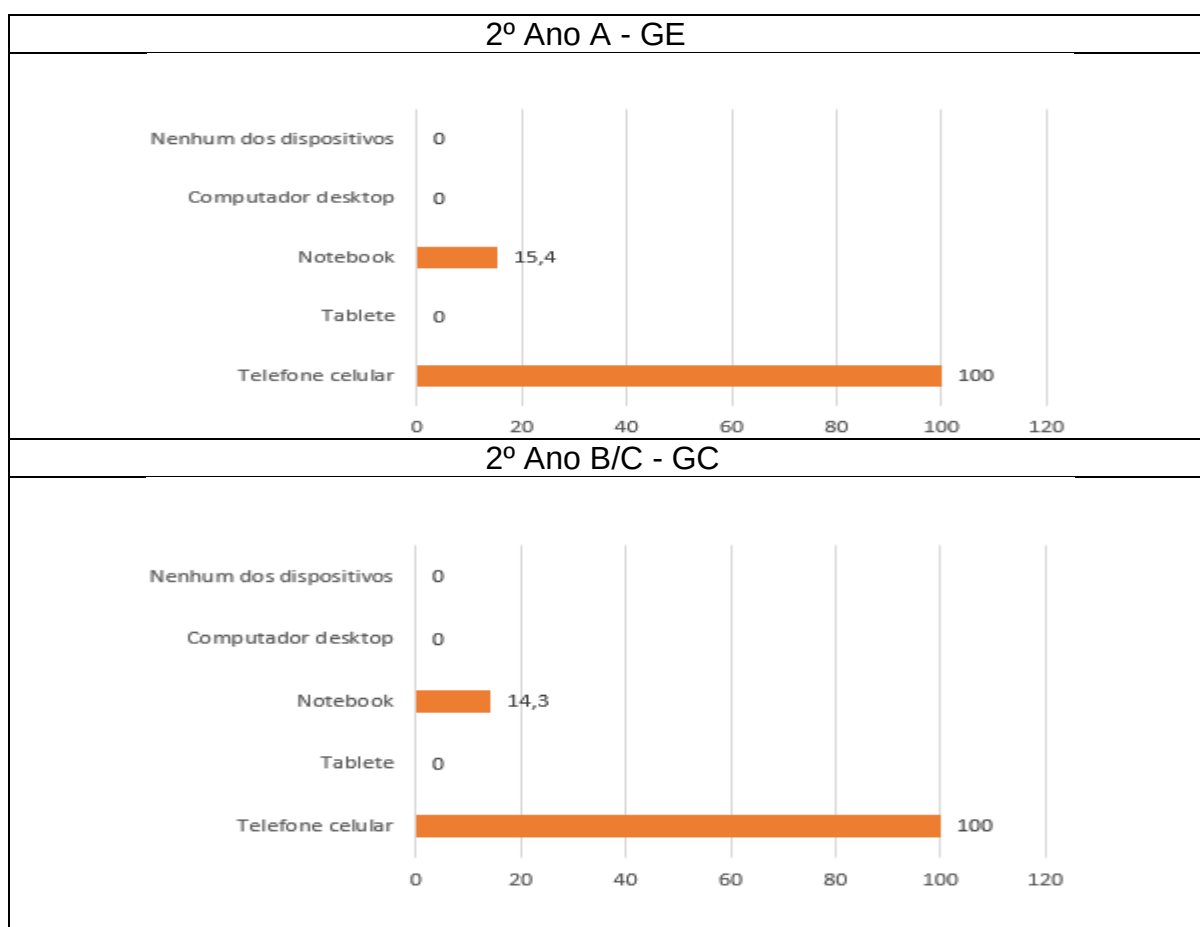
4.4.13 Análise da décima terceira pergunta do questionário prévio

Na última pergunta do questionário “**Por qual ou/ quais dispositivo acessa a internet?**” Essa pergunta tem como objetivo principal, verificar qual ou/ quais dispositivos o estudante acessa a internet. Visto que, a aplicação foi realizada através do Ensino Remoto Emergencial (ERE), e o mesmo permite interações que considerem as necessidades e dificuldades específicas do aluno.

► 2º Ano A: Os 13 participantes, que confere (100%) da amostragem, afirmam utilizarem o “telefone celular” para acessar a *internet*. Porém, 02 destes (15,4%) dizem acessar através do *notebook* a *internet*. Nenhum aluno assinalou as demais alternativas expostas na questão.

► 2º Ano B/C: Os 14 partícipes, que representam (100%), revelam usarem o “telefone celular” para acessar a *internet*. Todavia, 02 destes (14,3%) dizem acessar através do *notebook* a *internet*. Nenhum estudante apontou as demais opções presentes na pergunta. O (GRÁFICO 13) classifica os resultados apresentados.

Gráfico 13 - Por qual ou/ quais dispositivo acessa a *internet*?



Fonte: Dados coletados no questionário prévio de opinião 2021.

Para concluir a análise dessa última pergunta, é mostrado que tanto os participantes do primeiro grupo, quanto do segundo grupo usam como fonte de acesso à *internet* em suas atividades didáticas o “telefone celular”. Exceto 02 sujeitos de ambos os grupos que utilizam o “notebook” para conectar à *internet*.

Conforme a análise, o celular é o principal dispositivo utilizado pelo educando em suas atividades pedagógicas de uso a *internet*. É o que aponta a investigação da questão. Esse cenário, não deixa de ser mais um desafio para o Ensino Remoto Emergencial, em virtude que, algumas atividades das quais o professor necessite desenvolver nas aulas, não se apresentem tão ativas e dinâmicas tal como, se fossem realizadas com a utilização de computador ou *notebook*.

Com base nos resultados apresentados neste questionário inicial (prévio) de opinião, acredita-se que as informações obtidas como resultados sirvam de alicerce para a investigação, assim como reflexão sobre as práticas docentes do Ensino Médio, uma vez que as mesmas são muito importantes na aprendizagem dos educandos.

4.5 Análise do questionário final de opinião (2º Ano A) e (2º Ano B/C)

O questionário final foi estruturado com 14 perguntas para ambos os grupos. No 2º Ano B/C constatou-se que seis alunos (06) são do sexo feminino e oito (08) são do sexo masculino. O intervalo de idades desse grupo de participantes é de 16 a 19 anos.

Para o grupo do 2º Ano B/C foi dado a nomenclatura B1, B2, B3... e assim sucessivamente. Como já mencionado, os questionários finais de opinião são diferenciados para os grupos. Nesta análise, diferente do questionário prévio de opinião, as perguntas serão analisadas individualmente para cada grupo, visto que algumas são questões distintas, devido ao fato de terem sido aplicadas metodologias diferenciadas entre os grupos. As perguntas seguem a ordem do questionário para ambos os grupos, ou seja, uma seguida da outra. As respostas serão examinadas consoante apontadas a seguir.

4.5.1 Análise da primeira pergunta do questionário final do 2º Ano A.

A primeira pergunta, intitulada “**Você conseguiu compreender os conteúdos abordados em sala de aula, através das plataformas virtuais?**”

Recursos digitais atualmente vêm sendo utilizados em diversos níveis de ensino com o objetivo de apoiar o aprendizado dos alunos. Essa pergunta tem o propósito de saber se os educandos, através das atividades realizadas em plataformas virtuais conseguiram entender os conteúdos explanados.

► 2º Ano A: 11 participantes (84,6%) responderam SIM, que conseguiram através das plataformas virtuais, compreender os conteúdos abordados em sala de aula. 02 destes (15,4%) afirmaram que conseguiram PARCIALMENTE. Nenhum sujeito que tenha respondido NÃO à pergunta. (A TABELA 4) apresenta a análise.

Tabela 4 - Você conseguiu compreender os conteúdos abordados em sala de aula, através das plataformas virtuais?

Alternativas	Nº de participantes	Porcentagem%
Sim	11	84,6
Não	-	-
Parcialmente	02	15,4

Fonte: Elaboração própria

4.5.2 Análise da primeira pergunta do questionário final do 2º Ano B/C.

A pergunta intitulada foi, “**Você conseguiu compreender os conteúdos abordados durante as aulas?**” No sentido de analisar se os partícipes entenderam os conteúdos nas aulas é que a questão foi elaborada. A pergunta também tem o objetivo de fazer um comparativo do resultado com a questão anterior.

► 2º Ano B/C: 08 alunos (57,1%) disseram SIM, que conseguiram compreender os conteúdos abordados durante as aulas. 06 (42,9%) revelaram que conseguiram PARCIALMENTE, e nenhum aluno respondeu NÃO à pergunta proposta. (A TABELA 5) sinaliza as respostas.

Tabela 5 - Você conseguiu compreender os conteúdos abordados durante as aulas?

Alternativas	Nº de participantes	Porcentagem%
Sim	08	57,1
Não	-	-
Parcialmente	06	42,9

Fonte: Elaboração própria

Através dos dados coletados e analisados entre os dois grupos, foi possível identificar que o grupo do 2º Ano A teve um maior número de participantes que compreenderam os conteúdos abordados através da metodologia aplicada, comparada ao grupo do (2º Ano B/C). Nessa concepção, Soares, Moraes e Oliveira (2015, p. 917) assinalam:

As simulações contribuem de diversas formas dependendo do grau de interação entre o estudante e o software, dentre elas podemos citar: aumento da concentração dos estudantes nos experimentos, feedback para aperfeiçoamento do professor, geração e testes de hipóteses por parte dos estudantes, apresentação de uma versão simplificada da realidade proporcionando melhor compreensão de conceitos abstratos, etc.

4.5.3 Análise da segunda pergunta do questionário final do 2º Ano A e 2º Ano B/C.

Com relação a pergunta **“Você realizou todas atividades propostas nas aulas?”** A questão teve o mesmo enunciado para ambos os grupos, por isso será examinada e discutida no mesmo subitem. O principal objetivo é analisar e comparar os resultados entre as equipes, verificando em qual dos grupos os sujeitos realizaram mais atividades.

► 2º Ano A: 11 alunos (84,6%) apontaram SIM, realizaram todas as atividades propostas. 02 destes (15,4%) realizarem PARCIALMENTE. Nenhum aluno deixou de realizar as atividades. Os dados numéricos estão inseridos na (TABELA 6) logo abaixo.

Tabela 6 - “Você realizou todas atividades propostas nas aulas”?

Alternativas	Nº de Participantes	Porcentagem%
Sim	11	84,6
Não	-	-
Parcialmente	02	15,4

Fonte: Elaboração própria.

► 2º Ano B/C: 07 sujeitos, ou seja, 50% da amostra, responderam SIM, realizaram todas as atividades propostas. 07 dos sujeitos (50%) afirmaram ter

realizado as atividades PARCIALMENTE. De acordo com os dados apresentados na (TABELA 7), nenhum aluno deixou de realizar as atividades propostas.

Tabela 7- “Você realizou todas atividades propostas nas aulas”?

Alternativas	Nº de Participantes	Porcentagem%
Sim	07	50
Não	-	-
Parcialmente	07	50

Fonte: Elaboração própria.

Como evidencia os resultados diante da análise, o 2º Ano A apresenta um maior quantitativo de participantes que realizaram todas atividades propostas nas aulas. Isso significa que a metodologia utilizada nesse grupo, alcançou um êxito maior comparado ao grupo do 2º Ano B/C.

Corroborando com o contexto Heckler *et al.* (2007), relata que o ensino da Física é completamente descontextualizado e o insucesso, muitas vezes, nessa disciplina se deve à necessidade de uma metodologia ativa, tanto do ponto de vista pedagógico como tecnológico. As Tecnologias Digitais de Informações são essenciais no processo de ensinagem, tanto nas aulas remotas como presenciais, pois sua inclusão no contexto escolar promove aos discentes e também aos docentes, novas situações de aprendizagem.

4.5.4 Análise da terceira pergunta do questionário final do 2º Ano A.

A terceira questão do questionário **“Sentiu-se motivado (a) em realizar alguma das atividades? SIM, NÃO ou PARCIALMENTE, justifique.”** A finalidade da questão é verificar se através da metodologia aplicada na pesquisa, houve motivação por parte dos alunos, em desenvolver as atividades atribuídas.

► 2º Ano A: 10 sujeitos o que corresponde a 76,9% dos envolvidos, responderam SIM, ou seja, se sentiram motivados em realizar alguma das atividades aplicadas. 01 aluno (7,7%) disse que NÃO. 02 destes (15,4%), responderam que se sentiram motivados PARCIALMENTE. A (TABELA 8), demonstra os resultados indicados.

Tabela 8 - Sentiu-se motivado (a) em realizar alguma das atividades? SIM, NÃO ou PARCIALMENTE, justifique.

Alternativas	Nº de participantes	Porcentagem%
Sim	10	76,9
Não	01	7,7
Parcialmente	02	15,4

Fonte: Elaboração própria.

Pela investigação, foi possível identificar nas respostas obtidas que somente 05 (cinco) participantes deste grupo (TABELA - 9), justificaram as opções SIM e PARCIALMENTE.

Tabela 9 - Participantes que justificaram a terceira pergunta - 2º Ano A

Participantes	Respostas
A2	“Sim, me motivei mais ainda em estudar o conteúdo.”
A4	“Sim, pois consegui compreender o conteúdo com facilidade.”
A5	“Parcialmente, tinha algumas que eram mais complicadas.”
A9	“Sim, o assunto abordado é de fácil compreensão.”
A11	“Parcialmente, tava com preguiça”.

Fonte: Elaboração própria.

Ao analisar os resultados acima, verifica-se que mais de 70% dos sujeitos do 2º Ano A, afirmaram estarem motivados em realizar algumas das atividades orientadas pelo pesquisador. É um resultado bem significativo, uma vez que, as atividades foram desenvolvidas de modo *online*, com métodos ainda não vistos e aplicados aos alunos. Diante disso, Moro, Neide, Rehfeldt (2016, p. 991) preconiza que

Quando se fala em aprendizagem significativa, além dos conhecimentos prévios do aluno, outro fator importante é que os materiais utilizados sejam potencialmente significativos. As atividades experimentais e as simulações computacionais podem ser exemplos

de materiais potencialmente significativos que estão ao alcance do professor.

Além disso, o uso de tecnologias e atividades experimentais durante as aulas pode permitir que os estudantes estejam predispostos a trabalhar de modo ativo, na busca de soluções para os problemas que lhes são propostos. Com isso, acreditamos ser necessário delinear como a utilização de tecnologias e atividades experimentais podem contribuir para a abordagem dos conceitos físicos em sala de aula. Estes tópicos serão descritos nas seções 2.2 e 2.3, respectivamente.

4.5.5 Análise da terceira pergunta do questionário final do 2º Ano B/C

A terceira pergunta para esse grupo “**Sentiu dificuldade em realizar alguma das atividades propostas nas aulas? Se a resposta for SIM ou PARCIALMENTE, justifique.**” Tem o objetivo de averiguar e avaliar através dos resultados se os estudantes tiveram motivação, em realizar as atividades propostas durante a aplicação da pesquisa.

► 2º Ano B/C: 07 estudantes (50%) apontaram que sentiram motivados em realizar alguma das atividades propostas. Nenhum respondeu NÃO. 07 destes (50%), disseram que se sentiram motivados PARCIALMENTE. Veja (TABELA 10).

Tabela 10 - Sentiu dificuldade em realizar alguma das atividades proposta nas aulas? Se a resposta for SIM ou PARCIALMENTE, justifique.

Alternativas	Nº de participantes	Porcentagem%
Sim	07	50
Não	-	-
Parcialmente	07	50

Fonte: Elaboração própria.

Portanto, ao analisar os resultados do gráfico acima, verifica-se que metade dos sujeitos confirmam sentir dificuldade em realizar alguma das atividades proposta nas aulas, é um quantitativo relevante para o estudo em questão, pois esse resultado implica na realização das atividades propostas nas aulas. As justificativas à pergunta, estão relacionadas na (TABELA 11), a seguir.

Tabela 11 - Participantes que justificaram a terceira pergunta - 2º Ano B/C

Participantes	Respostas
B1	“Parcialmente por que eu não consigo entender os conteúdos muito bem nessa forma <i>online</i> ”.
B3	“Parcialmente, so o vídeo em relação a experiência, por causa da timidez”.
B4	“Nao foi bem tranquilo realizar todas as atividades propostas”.
B6	“Parcialmente so prentas uma boa atenção na aula”.
B13	“Não muito”.
B14	“algumas, São somentes algumas que eu fiquei em duvidas”.

Fonte: Elaboração própria.

De acordo com a análise das respostas enunciadas pelos partícipes, cinco (05), fundamentaram que sentem dificuldade em realizar alguma das atividades, e um (01) aluno justificou também a alternativa NÃO. Totalizando 06 (seis) estudantes, que fundamentaram o enunciado. Uma das argumentações que chamaram a atenção foi do aluno B1, quando afirma não entender muito bem (PARCIALMENTE), aos conteúdos de modo *online*.

Dado que, as atividades propostas de Ensino Remoto Emergencial (ERE) se caracterizam por várias singularidades ao serem transmitidas através do meio virtual, pois, como foi nas aulas, vários são os fatores que dificultam o desenvolvimento das aulas remotas. Entre eles estão: a qualidade da internet, o acesso precário à internet, assim como, a falta de celular e computador.

4.5.6 Análise da quarta pergunta do questionário final do 2º Ano A

Em relação à pergunta “**Considerando que a sua escola tenha os materiais (componentes) e o Arduino para fazer a montagem experimental na prática (ensino presencial), você gostaria de construir o aparato do Arduino do qual foi apresentado na aula, através da Modelagem eletrônica na plataforma**

Tinkercad?” O questionamento objetiva investigar se, os sujeitos da pesquisa foram instigados através da metodologia gamificada, a desenvolver na prática experimental o que aplicado por modelagem eletrônica na plataforma *Tinkercad*.

► 2º Ano A: 11 dos sujeitos, o equivalente a 84,6% da amostra, expressaram SIM, que gostariam de construir o aparato do Arduino para fazer a montagem experimental na prática em ensino presencial. 02 alunos (15,4%) apontaram que TALVEZ. Nenhum sujeito respondeu a alternativa NÃO. A (TABELA 12), apresenta os dados em discursão.

Tabela 12 - Considerando que a sua escola tenha os materiais (componentes) e o Arduino para fazer a montagem experimental na prática (ensino presencial), você gostaria de construir o aparato do Arduino do qual foi apresentado na aula, através da Modelagem eletrônica na plataforma *Tinkercad*?

Alternativas	Nº de participantes	Porcentagem%
Sim	11	84,6
Não	-	-
Parcialmente	02	15,4

Fonte: Elaboração própria.

Os dados conferem com clareza, que a maioria dos alunos se sentiram estimulados com o método desenvolvido. Pois, observou-se que as simulações computacionais se caracterizaram como recursos significativos para facilitar a aprendizagem do discente. Para Carvalho e Oliveira (2021) os recursos tecnológicos contribuem no processo de aprendizagem, em razão de que traz uma maior significação aos conteúdos explorados, proporcionando um aprendizado lúdico, onde o aluno deixa de ser um agente passivo, e passa a ser um agente ativo, utilizando do seu conhecimento e experiência na resolução de problemas.

4.5.7 Análise da quarta pergunta do questionário final do 2º Ano B/C

A quarta questão para esse grupo, intitulada “**Considerando que as aulas estivessem presenciais, gostaria de estudar com os mesmos métodos aplicados na abordagem dessas aulas?**” Busca avaliar se, os participantes

gostariam de estudar no ensino presencial, com os mesmos métodos utilizados nas aulas, durante a realização dessa pesquisa em ensino remoto.

► 2º Ano B/C: 07 alunos (50%) revelaram que SIM, ou seja, se as aulas estivessem presenciais, gostariam de estudar com os mesmos métodos que foram aplicados na abordagem das aulas. 07 alunos (50%), disseram TALVEZ. Nenhum dos alunos envolvidos assinalaram a opção NÃO. (TABELA 13), mostra a análise da questão.

Tabela 13 - Considerando que as aulas estivessem presenciais, gostaria de estudar com os mesmos métodos aplicados na abordagem dessas aulas?

Alternativas	Nº de participantes	Porcentagem%
Sim	07	50
Não	-	-
Parcialmente	07	50

Fonte: Elaboração própria.

Analisando os resultados expostos, percebe-se que metade dos partícipes não sinalizaram, que gostariam de estudar com os mesmos métodos que foram aplicados no desenvolvimento da pesquisa, se as aulas estivessem presenciais. Significa que, o resultado do grupo anterior (2º Ano A), item 5.3.6 demonstrou um interesse bem maior em estudar no presencial o método proposto, pela metodologia desenvolvida nessa equipe. Diante do exposto, segundo Medeiros e Medeiros (2002), relatam que o manuseio das simulações através das modelagens em plataformas virtuais se torna uma relevante ferramenta para o processo de ensinagem, visto que, facilita a interação do aprendiz com o objeto de estudo.

4.5.8 Análise da quinta pergunta do questionário final do 2º Ano A

A quinta questão “**Em sua opinião, a utilização de recursos didáticos no ambiente virtual deixa o conteúdo da disciplina mais atrativo?**” Essa pergunta teve a intenção, de analisar, se o sujeito desse grupo achou os temas explanados mais atrativos, com o uso dos recursos didáticos apresentados e aplicados no ambiente virtual nas aulas.

► 2º Ano A - GE: 10 estudantes (76,9%) dos envolvidos, responderam SIM, que a utilização de recursos didáticos no ambiente virtual deixa o conteúdo da disciplina mais atrativo. 02 (15,4%), disseram que EM PARTE. 01 aluno (7,7%), afirmou NÃO. Veja na (TABELA 14), a seguir os resultados.

Tabela 14 - Em sua opinião, a utilização de recursos didáticos no ambiente virtual deixa o conteúdo da disciplina mais atrativo?

Alternativas	Nº de participantes	Porcentagem%
Sim	10	76,9
Não	01	7,7
Em parte	02	15,4

Fonte: Elaboração própria.

Conforme foi destacado acima, a maior parte dos participantes concordaram que a utilização de recursos didáticos no ambiente virtual deixa o conteúdo da disciplina mais atrativo. Diante disso, acredita-se que o método aplicado nessa turma surgiu como uma ferramenta facilitadora do ensino de Física, pois despertou a esses alunos o desenvolvimento de habilidades fundamentais ao conhecimento.

Com o desenvolvimento da tecnologia as plataformas virtuais de aprendizagem utilizadas como estratégias metodológicas para esse grupo experimental do 2º Ano A, surgem como importantes ferramentas para estimular e reabilitar a estrutura cognitiva do indivíduo no contexto da aprendizagem. “As modificações propostas nos ambientes de aprendizagem, neste caso, os virtuais, geram transformações no *lócus* pedagógico” (SCHORN; MOSSMAN, 2020). Dessa maneira, pressupõe que, ao utilizar esses recursos virtuais, desenvolvam-se habilidades, novas aprendizagens e junções de informações, além de integração à estrutura cognitiva, proporcionando uma aprendizagem significativa.

4.5.9 Análise da quinta pergunta do questionário final do 2º Ano B/C

A próxima pergunta “**Em sua opinião as atividades aplicadas nas aulas, deixou o conteúdo da disciplina mais atrativo?**” Essa indagação, assim como, a questão anterior do subitem 5.3.8, tem por finalidade investigar se houve entusiasmo por parte do aluno, com relação as atividades desenvolvidas nas aulas.

► 2º Ano B/C - GC: 07 dos participantes (50%) assinalaram SIM, isto é, as atividades aplicadas nas aulas, deixaram o conteúdo da disciplina mais atrativo. 06 participantes (42,9%) apontaram NÃO. 01 (7,7%) disse NÃO, a pergunta em questão (TABELA 15).

Tabela 15 - Em sua opinião as atividades aplicadas nas aulas, deixaram o conteúdo da disciplina mais atrativo?

Alternativas	Nº de participantes	Porcentagem%
Sim	07	50
Não	01	7,7
Em parte	06	42,9

Fonte: Elaboração própria.

Com isso, somente metade (50%) dos estudantes desse grupo, concordaram que as atividades aplicadas nas aulas, deixaram o conteúdo da disciplina mais atrativo. O resultado poderia ter sido mais satisfatório, porém, foram esses dados que os sujeitos apontaram como respostas na questão mencionada. Sendo assim, doravante foi avaliado o nível de motivação da metodologia aplicada por meio da percepção dos aprendizes considerando as atividades que foram realizadas por meio virtual.

Colaborando com o assunto, Nascimento (2010) afirma, “[...] o ensino de Física deve estar estruturado de tal forma que permita ao professor trabalhar melhor (ensinar com facilidade) e ao aluno aprender melhor (absorver o que lhe foi ensinado)” (NASCIMENTO, 2010, P.16). Para isso, é necessário que o docente reveja suas estratégias de ensino com o propósito de facilitar a aprendizagem dos estudantes. Algumas vezes, não é somente diversificar os métodos utilizados nas aulas, mas também sabe como inseri-los, já que os mesmos exigem planejamento e também conhecer o contexto do qual o aluno está inserido.

4.5.10 Análise da sexta pergunta do questionário final do 2º Ano A

A sexta pergunta a ser analisada “**Considera que o uso de simulações virtuais para o conteúdo, através da estratégia da gamificação, contribuiu de forma mais eficiente para relacionar teoria e prática?** O interesse na análise, é

saber se as estratégias utilizadas com o uso de simulações virtuais para gamificar as aulas, contribuíram de maneira efetiva na aprendizagem do aluno.

► 2º Ano A: 11 alunos, que totaliza 84,6% sinalizaram SIM, consideram que o uso de simulações virtuais, através da estratégia da gamificação, contribuiu de forma mais eficiente para relacionar teoria e prática. 02 desses (15,4%), disseram NÃO. Nenhum sujeito respondeu a opção NÃO. Confira na TABELA 16.

Tabela 16 - Considera que o uso de simulações virtuais para o conteúdo, através da estratégia da gamificação, contribuíram de forma mais eficiente para relacionar teoria e prática?

Alternativas	Nº de participantes	Porcentagem%
Sim	11	84,6
Não	-	-
Em parte	02	15,4

Fonte: Elaboração própria.

O resultado acima é considerado bastante significativo, pois representa que mais de 80% dos participantes desse grupo considera a estratégia ativa utilizada nas aulas, eficaz. Vale lembrar, que nenhum estudante desconsiderou a contribuição do uso de simulações virtuais, através da estratégia ativa da gamificação.

É sabido que os conteúdos de Física se tornam ainda mais abstratos, quando não são contextualizados e dinamizados por situações que levem ao aluno a compreender de forma significativa o que está sendo abordado. Nesse contexto, Fardo (2013) aborda

A gamificação pode promover a aprendizagem porque muitos de seus elementos são baseados em técnicas que os *designers* instrucionais e professores vêm usando há muito tempo. Características como distribuir pontuações para as atividades, apresentar *feedback* e encorajar a colaboração em projetos são as metas de muitos planos pedagógicos (FARDO, 2013, p. 63)

É importante enfatizar que um dos maiores incentivos que a gamificação apresenta é a oposição ao tradicional. Essa metodologia incorporada ao processo de ensino e aprendizagem pode proporcionar de forma significativa o aprendizado em um contexto social implicado pela cultura digital.

4.5.11 Análise da sexta pergunta do questionário final do 2º Ano B/C

A sexta pergunta a ser analisada “**Considera que o ensino remoto (*online*) para os conteúdos propostos, dificulta a compreensão dos assuntos explanados?**” O modelo do Ensino Remoto Emergencial (ERE) vem sendo adotado durante a pandemia do Coronavírus, provocando a suspensão das aulas presenciais em escolas de todas as regiões do país. Sendo assim, vários desafios foram e ainda estão sendo enfrentados por todos, inclusive pelo sistema educacional. A questão implica em saber a opinião dos sujeitos da pesquisa, com relação, a dificuldade do aluno em compreender os conteúdos abordados durante as aulas em ensino remoto.

► 2º Ano B/C: 05 (35,7%), afirmaram SIM, considera que o ensino remoto (*online*) para os conteúdos propostos, dificultou a compreensão dos assuntos elucidados. 07 destes (50%) falaram que EM PARTE. 02 (14,3%) responderam que NÃO considera que o ensino remoto (*online*) dificultou a compreensão dos assuntos explanados. Os dados se apresentam na (TABELA 17), a seguir:

Tabela 17 - Considera que o ensino remoto (*online*) para os conteúdos propostos, dificulta a compreensão dos assuntos explanados? ”

Alternativas	Nº de participantes	Porcentagem%
Sim	05	35,7
Não	02	14,3
Em parte	07	50

Fonte: Elaboração própria.

Considerando os resultados acima correlacionados, observa que a maioria dos estudantes afirmam considerar como um todo ou em parte, que o ensino remoto emergencial, dificulta a compreensão das temáticas. Ferreira e Santos (2021) em seu artigo afirmam

Em razão da pandemia da Covid-19 que suspendeu as aulas em todo mundo, no Brasil forçou professores e alunos a vivenciarem uma situação atípica, uma nova realidade de estudo, as aulas não presenciais, que podem ser ofertadas por meio digitais ou não. Podem ser ministradas, por exemplo, por meio de vídeo aulas, pelas redes sociais, através de conteúdos organizados em plataformas virtuais de ensino e aprendizagem, entre outros. (FERREIRA; SANTOS, 2021, p.2).

Diante desse cenário, alunos e professores apresentaram dificuldades em se adaptar ao ensino remoto. O sistema educacional não estava preparado para enfrentar uma pandemia. Ficou nítido a necessidade do uso das tecnologias, tornando um desafio para essa realidade. Muitas instituições de ensino, especificadamente nas zonas rurais enfrentam desafios, devido a localidades que ainda não possuem acesso à *internet* ou a falta de equipamento tecnológico para utilizar. Considerando, os docentes que não tinham conhecimento sobre a dinâmica das aulas remotas, exigindo dos mesmos um aperfeiçoamento em tempo real.

4.5.12 Análise da sétima pergunta do questionário final (2º Ano A) e (2º Ano B/C)

A sétima questão intitulada “**Você conseguiu associar a abordagem dos temas apresentados, à temáticas aplicadas em outras disciplinas?**” A pergunta teve o mesmo enunciado para as duas equipes, por isso será discutida em um mesmo subitem. A mesma tem o propósito de investigar se os partícipes conseguiram relacionar os conteúdos vistos, à temas de outras disciplinas afins. Visto que, a interdisciplinaridade é uma forte aliada no processo de aprendizagem.

► 2º Ano A: 09 alunos (69,2%) responderam SIM, conseguem associar a abordagem dos temas apresentados, à temáticas aplicadas em outras disciplinas. 03 (23,1%) EM PARTE. 01 (7,7%) disse NÃO, como ilustra a (TABELA 18).

Tabela 18 - Você conseguiu associar a abordagem dos temas apresentados, à temáticas aplicadas em outras disciplinas?

Alternativas	Nº de participantes	Porcentagem%
Sim	09	69,2
Não	01	7,7
Em parte	03	23,1

Fonte: Elaboração própria.

► 2º Ano B/C: 04 sujeitos (28,6%), assinalaram SIM, conseguem associar a abordagem dos temas apresentados, à temáticas aplicadas em outras disciplinas. 09 (64,3%), EM PARTE. 01 (7,1%), apontou como opção NÃO. Os dados estão representados na (TABELA 19).

Tabela 19 - Você conseguiu associar a abordagem dos temas apresentados, à temáticas aplicadas em outras disciplinas?

Alternativas	Nº de participantes	Porcentagem%
Sim	04	28,6
Não	01	7,1
Em parte	09	64,3

Fonte: Elaboração própria.

Foi possível identificar que um número maior de participantes do 2º Ano A, foi que conseguiu associar a abordagem dos temas apresentados, à temáticas aplicadas em outras disciplinas. Isso implica que, a contextualização dos conteúdos abordados se fez mais presente na metodologia aplicada a esta turma. Veja o comparativo nas (TABELAS 18 e 19). Mais da metade dos estudantes do 2º Ano A, conseguiram relacionar os assuntos as temáticas em estudo. Enquanto, essa associação de conteúdos à outras disciplinas, foi obtido somente “em parte” para o 2º Ano B/C.

Nessa concepção é destacado a proposta pedagógica de forma transversal e integradora, favorecendo a contextualização e aproximando os processos de ensino e aprendizagem das experiências dos alunos.

Decidir sobre formas de organização interdisciplinar dos componentes curriculares e fortalecer a competência pedagógica das equipes escolares para adotar estratégias mais dinâmicas, interativas e colaborativas em relação à gestão do ensino e da aprendizagem (BRASIL, 2017, p.12).

Assim sendo, o processo de ensino e aprendizagem deve acontecer de forma contextualizada, isto é, de acordo com a realidade dos estudantes, só assim a aprendizagem se tornará significativa. Através da interdisciplinaridade o ensino pode ficar mais estimulante, pois a disciplina de Física não vai estar mais fragmentada das outras, despertando dessa maneira, o interesse e curiosidade dos aprendizes.

4.5.13 Análise da oitava pergunta do questionário final do 2º Ano A

A oitava pergunta “**Como você avalia a mudança da aplicação desse recurso didático comparada as aulas expositivas tradicionais?**” Os

participantes tiveram a chance de analisar a aplicação dos recursos didáticos comparado aos das aulas tradicionais, como: ÓTIMO; BOM; REGULAR; RUIM.

► 2º Ano A: 08 participantes (61,5%), sinalaram ÓTIMO. 03 (23,1%) responderam BOM. 02 destes (15,4%) indicaram a opção REGULAR. Nenhum aluno apontou a alternativa RUIM. (TABELA 20), denota os resultados.

Tabela 20 - Como você avalia a mudança da aplicação desse recurso didático comparada as aulas expositivas tradicionais?

Alternativas	Nº de participantes	Porcentagem%
Ótimo	08	61,5
Bom	02	15,4
Regular	03	23,1
Ruim	-	-

Fonte: Elaboração própria.

Conforme mostra os dados, 61,5% dos investigados, avalia a aplicação do recurso didático utilizado nas aulas, comparando as aulas expositivas tradicionais, como “ótimo”. O resultado é satisfatório, uma vez que possibilita uma análise referente a estratégia ativa aplicada. Os métodos propostos, tiveram o intuito de facilitar a aprendizagem do aluno, incentivando o mesmo a ser investigativo, participativo e ativo no desenvolvimento das suas atividades. Despertando assim, seu interesse pelos conteúdos explorados.

4.5.14 Análise da oitava pergunta do questionário final do 2º Ano B/C

A oitava questão para esse grupo **“Como você avalia as atividades aplicadas nas aulas?”** Os sujeitos tiveram a oportunidade de classificar as atividades desenvolvidas nas aulas, como: ÓTIMO; BOM; REGULAR; RUIM.

► 2º Ano B/C: 05 alunos (35,7%) disseram ÓTIMO. 07 (50%), BOM. 02 (14,3%), confirmaram REGULAR. Nenhum aluno respondeu a alternativa RUIM. As opções escolhidas estão representadas na (TABELA 21) a seguir.

Tabela 21 - Como você avalia as atividades aplicadas nas aulas?

Alternativas	Nº de participantes	Porcentagem%
Ótimo	05	35,7
Bom	07	50
Regular	02	14,3
Ruim	-	-

Fonte: Elaboração própria.

Com base nas informações descritas, uma porcentagem abaixo de 50% avaliou as atividades aplicadas nas aulas, como “ótimas” e metade da amostra 50%, classificou como “bom” as atividades aplicadas nas aulas. Em resumo, mesmo utilizando atividades como demonstrações de experimentação, mais da metade do grupo não avaliou as aulas como “ótimo”. Diante disto, acredita-se que a realização de atividades experimentais relacionadas ao conteúdo abordado, não foi o suficiente para tornar as aulas de Física mais atraentes.

Perante o evidenciado, é provável que o momento atípico, diante do (ERE), pode ter tornado as atividades propostas mais complexas. Para o autor Carvalho Júnior (2002, p. 51) “[...] A concepção de ensino de Física que um certo professor ou uma instituição possui, sua ideologia, sua política e seus valores, podem ser explicitados através da análise de sua prática pedagógica”.

Dessa forma, o exercício da docência também é pautado pela reflexão da práxis pedagógica, pois a cada dia, novas situações surgem de uma forma positiva ou negativa. O ato de pensar sobre as ações pedagógicas colabora com o processo de ensinagem, visto que, leva o docente ao ato de refletir as próprias atitudes pedagógicas com o intuito de descobrir novas possibilidades que possam contribuir significativamente no aprendizado do educando.

4.5.15 Análise da nona pergunta do questionário final (2º Ano A) e (2º Ano B/C)

A nona pergunta intitulada “**Quais as vantagens e desvantagens que você obteve durante a aplicação desta abordagem?**” Essa é uma questão aberta, onde os alunos descrevem as vantagens e desvantagens que tiveram durante a aplicação da pesquisa. Lembrando que, as próximas questões (nona à décima quarta),

possuem os mesmos enunciados, tendo como finalidade analisar e comparar os resultados entre os grupos.

O contexto está representado por 13 registros. As respostas nos dois grupos estão expostas, tal como, como os estudantes descreveram em seus questionários. A percepção dos participantes do 2º Ano A, estão descritas na (TABELA 22) a seguir:

Tabela 22 - Quais as vantagens e desvantagens que você obteve durante a aplicação desta abordagem?

Participantes	Respostas
A1	<i>“Só um pouco de dificuldade de entender. mas deu certo.”</i>
A2	<i>“As vantagens foram que as aulas foram bem compreensivas. Não houve desvantagens.”</i>
A3	<i>Vantagens que aprendi o conteúdo, desvantagens que as aulas acabaram.”</i>
A4	<i>“Vantagens- consegui compreender o conteúdo com facilidade. E não teve nenhuma desvantagem.”</i>
A5	<i>“Era mais fácil de entender, porém difícil de se realizar.”</i>
A6	<i>“aprendizado, dinâmica e descobertas . Desvantagem: Algumas dúvidas.”</i>
A7	<i>“Vantagem internet boa qualidade e desvantagem falta mais interação nas aulas.”</i>
A8	<i>“Foi normal nada a relatar.”</i>
A9	<i>“A vantagem, como já falei, é que pelo assunto ser de fácil compreensão as atividades também se tornam mais fáceis de serem respondidas. E não acho que tenha uma desvantagem”</i>
A10	<i>“só algumas dúvidas.”</i>
A11	<i>“É um conteúdo interessante porém um pouco complicado”</i>
A12	<i>“Nenhuma.”</i>
A13	<i>“pode compreender melhor o conceito de termodinâmica.”</i>

Fonte: Elaboração própria.

É possível verificar que nas respostas citadas pelos alunos, houve mais vantagens do que desvantagens durante o estudo em questão. Porém, alguns pontos percorridos pelos alunos requerem destaque, como: O participante A5, relatou que o conteúdo da forma como estava sendo aplicado era mais fácil de entender, porém achou difícil de realizar na prática as tarefas. Lembrando que, a dinâmica metodológica da gamificação era um método ativo novo para eles, e que o ERE também foi um desafio, é tanto, que o sujeito A7 comentou que faltava mais interação nas aulas. Sendo assim, por mais que a metodologia busque o engajamento e a participação do aluno, para o aprendiz o fator não presencial pode também vir a ser um entrave, para que alguns possam interagir diretamente nas aulas.

Mesmo diante de algumas dificuldades encontradas, os resultados mostram que a estratégia ativa da gamificação aliada as atividades voltadas ao estudo da Termodinâmica utilizando a plataforma interativa Phet, e o simulador da plataforma Tinkercad, dispondo do Arduino com ambiente de programação, se apresentaram atrativos aos participantes e retornaram em resultados positivos.

A (TABELA 23), está caracterizada por 14 registros, representando os participantes do 2º Ano B/C, dos quais ressaltaram as seguintes colocações:

Tabela 23 - Quais as vantagens e desvantagens que você obteve durante a aplicação desta abordagem?

Participantes	Respostas
A1	<i>“Que eu consegui aprender muita coisa e não foi melhor por que era de forma remota.”</i>
A2	<i>“Aprendi muito com o conteúdo aplicado.”</i>
A3	<i>“Consegui compreender o conteúdo, e dominar um pouco mais do assunto.”</i>
A4	<i>“A vantagem foi um conteúdo bem satisfatório todo o conteúdo a desvantagem foi que não teve aulas presenciais.”</i>
A5	<i>“Com essas aulas consegui aprender mais sobre esse conteúdo.”</i>
A6	<i>“Compreder.”</i>
A7	<i>“Nenhuma.”</i>

A8	<i>“Não foi muitas vantagens por ter sido em aula online muito diferente”.</i>
A9	<i>“Facilidade de manusear, dificuldade de prestar atenção.”</i>
A10	<i>“Aprendizagem</i>
A11	<i>“Sim.”</i>
A12	<i>“Desvantagens: a falta de contato com o professor dificulta. Não vejo vantagens.”</i>
A13	<i>“A vantagem foi a coletividade do grupo, e a desvantagens foi de não entende umas coisa.”</i>
A14	<i>“Nenhuma.”</i>

Fonte: Elaboração própria.

Segundo os participantes A1, A4, A8 e A12, a maior desvantagem que o grupo aponta é do ensino ter sido abordado de forma remota. Inclusive o participante A12 cita: *“a falta de contato com o professor dificulta. Não vejo vantagens.”* Desse modo, manter a interação e a produtividade dos educandos em aulas virtuais, realmente não é uma tarefa fácil. Pois, dificuldade de acesso à dispositivos com internet, a falta do contato presencial com amigos e professores, a falta de interações, problemas com internet e adaptação as plataformas virtuais, são algumas das dificuldades enfrentadas pelos os alunos no processo de aprendizagem no ensino remoto, em meio a esse cenário delicado causado pela pandemia da Covid-19.

Posto isto, a aplicação dos recursos tecnológicos associada a metodologias ativas no panorama atual, podem tornarem-se ferramentas essenciais no processo de ensinagem, como vem mostrando os apontamentos no desdobramento dessa pesquisa, “[...] como educadores precisamos acreditar em mudanças de hábitos, no âmbito de nossa prática docente, para tentar abrir espaços que possibilitem a reconstrução da sociedade” (SANTOS, 2019, p.5). Sendo assim, o educador tem um papel muito importante nesse processo, pois ele é o facilitador da aprendizagem. É o professor que procura construir etapas para descobrir a solução de problemas.

4.5.16 Análise da décima pergunta do questionário final (2º Ano A) e (2º Ano B/C)

A décima questão do questionário foi, **“Você consegue identificar um diferencial do estudo aplicado? Se a resposta for SIM, qual diferencial se**

aplica?” A pergunta busca estabelecer se os alunos perceberam alguma diferença na metodologia aplicada, comparada com a metodologia que já vem sendo assistidas por eles em sala de aula. A questão solicita ao aluno apontar o diferencial, caso a resposta for SIM.

► 2º Ano A: 09 alunos (69,2%), responderam SIM, isto é, conseguiram identificar um diferencial do estudo aplicado. 02 (15,4%), assinalaram NÃO. 01 (7,7%) respondeu EM PARTE. 01 (7,7%) ressaltou que NÃO SABE. (TABELA 24), abaixo indica os resultados, e a seguir são citadas as colocações dos sujeitos acerca das suas concepções sobre o diferencial do qual se aplica o estudo.

Tabela 24 - Você consegue identificar um diferencial do estudo aplicado? Se a resposta for SIM, qual diferencial se aplica?

Alternativas	Nº de participantes	Porcentagem%
Sim	09	69,2
Não	02	15,4
Em parte	01	7,7
Não sabe	01	7,7

Fonte: Elaboração própria.

De acordo com o ponto de vista dos alunos do 2º Ano A, serão relatados abaixo, os conceitos em relação ao posicionamento dos participantes sobre, o diferencial do qual se aplica o estudo. Dos sete (07) alunos que sinalizaram SIM, porém, 07 participantes apontaram o diferencial (Tabela 25).

Tabela 25 - Conceitos em relação ao posicionamento dos participantes - 2º Ano A

Participantes	Respostas
A2	<i>“Sim, houve algo diferente que gostei bastante, as atividades de simulação.”</i>
A3	<i>“Aula diferente, mais dinâmica.”</i>
A4	<i>“Sim, pra mim ele foi mais complexo.. melhor de entender.”</i>
A5	<i>“Conseguir entender sem precisar decorar.”</i>

A6	<i>“teve mais participação.”</i> Participante
A10	<i>“As simulações tornaram as aulas mais descontraídas e atrativas.”</i>
A13	<i>“atividades usando jogos que deixa as atividades mais divertidas”</i>

Fonte: Elaboração própria.

► 2º Ano B/C: 05 estudantes (35,8%), afirmaram identificar um diferencial do estudo aplicado. 08 (57,1%), frisaram NÃO. 01 (7,1%) apontou TALVEZ. Os dados em questão estão representados na (TABELA 26), abaixo relacionada. Logo após, são anunciadas as considerações dos participantes desse grupo, sobre as respostas do diferencial do qual se aplica o estudo.

Tabela 26 - Você consegue identificar um diferencial do estudo aplicado? Se a resposta for SIM, qual diferencial se aplica?

Alternativas	Nº de participantes	Porcentagem%
Sim	05	35,8
Não	08	57,1
Talvez	01	7,1

Fonte: Elaboração própria.

Em conformidade a percepção dos aprendizes do 2º Ano B/C, serão patenteados, as opiniões dos mesmos, quanto ao diferencial que se aplica o estudo. Dos sete (05) alunos que sinalizaram SIM, 03 participantes apontaram o diferencial. Observe a seguir a (TABELA 27).

Tabela 27 - Conceitos em relação ao posicionamento dos participantes - 2º Ano B/C

Participantes	Respostas
A3	<i>“Sim, a questão da aula pratica, de atividades praticas.”</i>
A4	<i>“Sim foi bem divertido principalmente a realização da experiência.”</i>
A13	<i>“Sim a diferencial é de algumas coisas”</i>

Fonte: Elaboração própria.

Sobre a pergunta “Você consegue identificar um diferencial do estudo aplicado? Os registros denotam, que no grupo do 2º Ano A, 69,2% dos sujeitos envolvidos afirmaram reconhecer um diferencial no estudo aplicado pela metodologia proposta. Enquanto no grupo do 2º Ano B/C, um percentual menor que 50%, ou seja, 35,8% confirmaram identificar o diferencial. Conclui então, que os participantes envolvidos no primeiro grupo (2º Ano A) apresentou um resultado de aprendizagem mais diferenciado, isto é, mais satisfatório comparado ao grupo do 2º Ano B/C.

Possivelmente, o que tenha assinalado o diferencial do estudo entre os grupos, tenha sido a estratégia utilizada. Dado que, no primeiro grupo foi empregue a estratégia ativa da gamificação, da qual possibilita ao estudante participar ativamente do processo de aprendizagem.

4.5.17 Análise da décima primeira pergunta do questionário final (2º Ano A) e (2º Ano B/C)

Em relação a décima primeira pergunta **“Você relaciona os conteúdos abordados nas aulas de Física com o seu dia-a-dia?”** Nessa pergunta, os sujeitos apontam, se relacionam as temáticas abordadas nas aulas com seu cotidiano. É importante destacar que, às perguntas relacionadas a décima primeira, décima segunda e décima terceira desse questionário final, também estão presentes no questionário inicial. O intuito é de analisar e comparar as respostas (examinar a diferença no percentual) e discutir os resultados em ambas equipes.

► 2º Ano A: 10 (77%) dos participantes marcam que SIM, relaciona os conteúdos abordados nas aulas de Física com o seu dia-a-dia. 03 (23%) afirmam EM PARTE. Nenhum dos participantes responderam NÃO. (TABELA 28), permite a verificação dos dados.

Tabela 28 - Você relaciona os conteúdos abordados nas aulas de Física com o seu dia-a-dia?

Alternativas	Nº de participantes	Porcentagem%
Sim	10	77
Não	-	-
Em parte	03	23

Fonte: Elaboração própria.

► 2º Ano B/C: 07 (50%) dos integrantes desse grupo assinalaram SIM, relaciona os conteúdos abordados nas aulas de Física com o seu dia-a-dia. 06 (42,9%) disseram EM PARTE. Somente 01 (7,1%) estudante, indicou a alternativa NÃO. A análise está representada, conforme a (TABELA 29).

Tabela 29 - Você relaciona os conteúdos abordados nas aulas de Física com o seu dia-a-dia?

Alternativas	Nº de participantes	Porcentagem%
Sim	07	50
Não	01	7,1
Em parte	06	42,9

Fonte: Elaboração própria.

Os dados apresentam-se claros quanto a sua evidência. No grupo do 2º Ano A, mais da metade dos sujeitos (77%) revelam relacionarem os conteúdos abordados nas aulas de Física com o seu dia-a-dia. Já, o 2ºAno B/C, apontou metade dos sujeitos (50%) em sua amostra. Nesse mesmo grupo (2ºAno B/C), o resultado mostra 01 sujeito que não relaciona os conteúdos abordados nas aulas de Física em seu cotidiano. Enquanto no 2º Ano A, não foi assinalado nenhum partícipe para essa opção. Isso, significa, que a estratégia aplicada nesse grupo, promoveu uma aprendizagem mais significativa do que no outro grupo, levando um quantitativo maior de sujeitos a associar as temáticas inseridas nas aulas ao seu cotidiano.

4.5.18 Análise da décima segunda pergunta do questionário final (2º Ano A) e (2º Ano B/C)

Na décima segunda questão **“Você vê relação com o que aprende em Física, com seu cotidiano e as tecnologias?”** Essa pergunta apresenta similaridade com a questão anterior do item 5.3.17. A diferença é que esta indagação, também faz associação as tecnologias.

► 2º Ano A: 11 (84,6%), responderam SIM, ou seja, os mesmos veem relação com o que aprende em Física, com seu cotidiano e as tecnologias. 02 (15,4%),

destes consideraram a opção EM PARTE. Nenhum aprendiz, respondeu NÃO. A TABELA 30 apresenta os resultados.

Tabela 30 - Você vê relação com o que aprende em Física, com seu cotidiano e as tecnologias?

Alternativas	Nº de participantes	Porcentagem%
Sim	11	84,6
Não	-	-
Em parte	02	15,4

Fonte: Elaboração própria.

► 2º Ano B/C: 07 alunos que corresponde a (50%), confirmam vê relação com o que aprende em Física, com seu cotidiano e as tecnologias. Também, 07 destes (50%), afirmaram que somente EM PARTE. Nenhum aluno sinalizou NÃO. A TABELA 31 representa as informações.

Tabela 31 - Você vê relação com o que aprende em Física, com seu cotidiano e as tecnologias?

Alternativas	Nº de participantes	Porcentagem%
Sim	07	50
Não	-	-
Em parte	07	50

Fonte: Elaboração própria.

Foi observado diante dos resultados que os participantes do 2º Ano A, apresentaram um maior percentual (84,6%) na amostra, ao relacionar o que aprende em Física, com seu cotidiano e as tecnologias. Já o 2º Ano B/C apresentou o percentual de 50% no mesmo quesito. Isso constata, que o primeiro grupo conseguiu relacionar com mais aptidão a inserção da Física em seu cotidiano, uma vez que ela traz conceitos, leis e princípios Físicos que podem ser mediados pelas novas tecnologias, tendo como foco o processo de ensino e aprendizagem.

4.5.19 Análise da décima terceira pergunta do questionário final (2º Ano A) e (2º Ano B/C)

A décima terceira pergunta intitulada **“Como você gostaria de estudar Física?”** A questão busca saber dos participantes através dos itens propostos na questão, de que forma os aprendizes gostariam de aprender as temáticas abordadas na disciplina de Física.

► 2º Ano A: 02 alunos (15,4%) dos investigados sinalaram que gostariam de aprender Física “Na sala de aula”. 04 (30,7%), apontaram “Com experimentos em sala de aula”. 06 (46,2%) “No Laboratório Didático de Ciências”. 05 (38,4%) “ Por aplicativos em celular”. 11 participantes (84,6%), indicaram “Através de simulações em plataformas virtuais”. Nenhum sujeito apontou a opção “No laboratório de informática”. (TABELA 32) a seguir simboliza os dados apresentados.

Tabela 32 - Como você gostaria de estudar Física?

Alternativas	Nº de participantes	Porcentagem%
Na sala de aula	02	15,4
Com experimentos em sala de aula	04	30,7
No laboratório Didático de Ciências	06	46,2
No laboratório de Informática	-	-
Por aplicativos em celular.	05	38,4
Através de simulações em plataformas virtuais.	11	84,6

Fonte: Elaboração própria.

► 2º Ano B/C: 03 estudantes (21,4%) da amostra marcaram que gostariam de aprender Física “Na sala de aula”. 10 (71,4%), apontaram “Com experimentos em sala de aula”. 06 (42,8%) “No Laboratório Didático de Ciências”. 02 (14,2%) “No

laboratório de informática”. Nenhum sujeito apontou a alternativa “Por aplicativos em celular”. 07 sujeitos (50%), indicaram a opção, “Através de simulações em plataformas virtuais”. (TABELA 33) mostra os resultados em questão.

Tabela 33 - Como você gostaria de estudar Física?

Alternativas	Nº de participantes	Porcentagem%
Na sala de aula	04	28,5
Com experimentos em sala de aula	09	64,2
No laboratório Didático de Ciências	07	50
No laboratório de Informática	06	42,8
Por aplicativos em celular.	-	-
Através de simulações em plataformas virtuais.	07	50

Fonte: Elaboração própria.

Contribuindo com a análise em evidência, será apontada nessa discussão os três itens mais selecionados pelos grupos. Iniciando pelo grupo do 2º Ano A, mais de três quartos (84,6%) dos participantes do 2º Ano A, gostariam de estudar Física “Através de simulações em plataformas virtuais”. Em seguida, o item selecionado foi “No Laboratório Didático de Ciências” com um percentual de 46,2%, e como terceira opção “Por aplicativos em celular” com 38, 4%. Isso mostra, que os sujeitos desse grupo, sentiram-se motivados ao participar da metodologia aplicada nesse grupo, já que a mesma envolvia atividades gamificadas inseridas em plataformas virtuais de aprendizagem.

No grupo do 2º Ano B/C, a análise destaca que as alternativas mais indicadas pelos estudantes foram: Em primeiro, “Com experimentos em sala de aula” 64,2%, posteriormente foi a alternativa “No laboratório Didático de Ciências” com 50% e por fim “No laboratório de Informática” com um percentual de 42, %. Uma observação a ser realizada nos dados apresentados, é que a segunda escolha (“No Laboratório Didático de Ciências”) nos grupos são iguais para ambos. Isso demonstra que, os estudantes sempre estão demonstrando interesse em aprender, através de atividades que envolvam teoria e prática, podendo dessa maneira estimular o educando na participação das tarefas propostas e consequentemente em um melhor desempenho no seu aprendizado.

4.5.20 Análise da décima quarta pergunta do questionário final do (2º Ano A) e (2º Ano B/C)

E para finalizar, a última pergunta do questionário final de opinião “**Avalie sua aprendizagem durante a aplicação desta pesquisa.**” Nessa questão, o aluno vai avaliar sua aprendizagem, de acordo com as afirmativas correspondentes: ÓTIMA; BOA; REGULAR; RUIM.

► 2º Ano A: 09 dos participantes (69,2%), apontaram como ÓTIMA, a aprendizagem durante a aplicação da pesquisa. 03 sujeitos (23,1%), sinalaram BOA. 01 aluno (7,7%), respondeu REGULAR. Nenhum aluno, marcou a alternativa RUIM. (TABELA 34), apresenta a análise em questão.

Tabela 34 - Avalie sua aprendizagem durante a aplicação desta pesquisa

Alternativas	Nº de participantes	Porcentagem%
Ótimo	09	69,2
Bom	03	23,1
Regular	01	7,7
Ruim	-	-

Fonte: Elaboração própria.

► (2º Ano B/C): 05 dos aprendizes (35,7%), sinalizaram como ÓTIMA, a aprendizagem durante a aplicação da pesquisa. 05 destes (35,7%), disse que foi

BOA. 03 alunos (21,4%), responderam REGULAR. 01 (7,1%) apontou a alternativa RUIM. Os dados em questão, estão inseridos na (TABELA 35), a seguir.

Tabela 35 - Avalie sua aprendizagem durante a aplicação desta pesquisa

Alternativas	Nº de participantes	Porcentagem%
Ótimo	05	35,7
Bom	05	35,7
Regular	03	21,4
Ruim	01	7,7

Fonte: Elaboração própria.

Com isso, acredita-se que através dos dados mostrados nas Tabelas (TABELA 34 e 35), o grupo do 2º Ano A, apresenta um resultado mais significativo em sua aprendizagem. Para Ausubel (2003), quando se atribui significados a um conhecimento a partir da interação com os conhecimentos prévios, se estabelece uma aprendizagem significativa.

Portanto, de 13 alunos, 09 participantes do 2º Ano A, o equivalente a 69,2%, avaliaram sua aprendizagem durante a aplicação da pesquisa como ÓTIMA. Enquanto, no 2º Ano B/C, de 14 participantes, apenas 05 dos investigados (35,7%) consideraram a aprendizagem como ÓTIMA. Ou seja, uma diferença de percentual de um grupo para outro de 33,5%. Além disso, nessa mesma equipe do 2º Ano A/B, 01 aluno assinalou como RUIM a sua aprendizagem.

Com base nesses resultados, o ensino de Física não pode se dar por satisfeito em exigir do educando apenas a memorização de fórmulas, conceitos e resoluções de lista de exercícios prontos para serem utilizados em situações fora de contextos. Observou-se na realidade, que os estudantes procuram aulas mais dinâmicas e elaboradas, pois, de acordo com os dados exibidos nos questionários prévio e final de opinião, eles conseguem assimilar melhor o conteúdo abordado. Uma metodologia diferenciada e motivadora, pode auxiliar o educando a compreender e explicar conceitos, promovendo uma aprendizagem significativa e corroborando no processo de ensinagem.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa aplicou uma estratégia ativa gamificada através de uma sequência didática de atividades, baseada nos Três Momentos Pedagógicos (3MP) com o intuito de abordar o ensino da Termodinâmica. Nesse sentido, foi considerado diante do processo investigativo que a utilização de tecnologias amparadas pelas plataformas virtuais de aprendizagem em parceria com a estratégia ativa da gamificação, desperta o interesse e a curiosidade do educando em aprender Física.

Esta concepção foi constatada através da análise realizada sobre as perspectivas dos educandos (Questionários prévio e final de opinião), que com base no discurso dos resultados foi apresentado de forma nítida o interesse que os estudantes possuem em participar das aulas, quando as mesmas se mostram mais dinamizadas, promovendo dessa maneira o engajamento nas atividades. Os dados revelam que o grupo que teve como metodologia a estratégia ativa da gamificação, melhorou a motivação em participar das atividades propostas e potencializou uma aprendizagem significativa.

Com a finalidade de que a pesquisa pudesse proporcionar indicativos relacionados aos efeitos motivacionais da gamificação foi aplicado os questionários de Pré-teste e Pós-teste, para aferir o acerto da aprendizagem significativa. Visto isso, foi medido o ganho de aprendizagem por meio do teste de ganho normatizado de Hake.

Os resultados dos testes apontaram que o GE do qual teve suas atividades gamificadas, alcançou um ganho normatizado alto ($g = 0,75$), com valores iguais ou maiores que $g \geq 0,70$, o que confere com as pressuposições da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) e a aplicação da estratégia ativa gamificada. Para o GC, o qual utilizou aulas tradicionais, o ganho normatizado foi baixo ($g = 0,22$), pois este apresenta valores de $g < 0,30$. É importante enfatizar que o desempenho dos participantes, nos testes, não influenciou nos resultados da disciplina Física.

Ainda são atípicas as pesquisas encontradas na literatura que tenham ganho normatizado de aprendizagem em atividades gamificadas, especialmente no ensino de Física. Sendo assim, busca-se por meio deste estudo oportunizar impressões empíricas sobre ganho de aprendizagem e os impactos motivacionais constituídos pela aprendizagem ativa da gamificação.

Através dos resultados, foi possível observar que a utilização de metodologias e intervenções pedagógicas contribui significativamente para o ensino da Termodinâmica, sendo fundamental aos professores de Física repensar a forma de ensino bem como a gestão das aulas. A intenção é de aguçar a curiosidade dos educandos, tendo em vista a necessidade que o docente tem em abordar os conteúdos. O propósito é de contribuir na construção dos conceitos explorados.

Dentro da perspectiva de analisar como a gamificação através da utilização do Arduino e outras plataformas podem potencializar a aprendizagem significativa dos conhecimentos científicos e tecnológicos no ensino da Termodinâmica, foi que as relações entre teoria e prática foram estabelecidas, para que o aluno de EM supere a simples assimilação de conhecimentos prontos.

O estudo também considera um conjunto de saberes oriundos da Neurociência, dos quais determinam relações significativas entre o conhecimento neurocientífico característico ao processo didático-pedagógico. Tendo em vista o contexto, é perceptível a importância do que a neurociência expõe com relação a motivação para aprender, e de como esse campo de estudo influencia no aprendizado.

De acordo com o abordado na fundamentação teórica pelos grandes estudiosos no assunto, e os resultados demonstrados através dos processos metodológicos quali-quantitativos que o estudo realça, é necessário que o docente proponha atividades em que os estudantes tenham possibilidades de desenvolver, e, simultaneamente, que agucem a curiosidade dos mesmos a avançar no processo de aprendizagem.

Em concordância com as Neurociências, a aquisição do conhecimento promove alterações na mente devido a plasticidade cerebral. Portanto, é necessário que o docente conheça e se beneficie das contribuições da neurociência na área de ensino, com o intuito de utilizar metodologias que estimulem as conexões sinápticas relacionadas a cognição.

Os avanços tecnológicos e científicos viabilizam na sociedade contemporânea diversas mudanças, tais avanços disponibilizam um conjunto de saberes. Diante desse panorama é importante alavancar uma aprendizagem que permita conhecimento, assim como, um ensino que estimule a aprendizagem.

O uso de plataformas virtuais como *PhET* e *Tinkercad*, estão sendo grandes aliadas no processo de ensino e aprendizagem no período de ensino remoto.

Lembrando que, oportuniza a aprendizagem tanto pela modalidade presencial como pelo ERE.

A utilização do *Tinkercad* como simulador Arduino apresentou-se nas aulas como um recurso capaz de contribuir com o engajamento dos estudantes no processo de ensinagem. Essa ferramenta de aprendizagem correlacionada a estratégia ativa da gamificação no ensino da Termodinâmica despertou o interesse dos participantes, em buscar os conhecimentos necessários para a solução de problemas pertinentes aos fenômenos em estudo.

Os dados analisados entre a teoria e a prática apresentados nesta pesquisa evidenciaram que as simulações computacionais aliadas a estratégia ativa da gamificação podem ser um recurso praticável e acessível para contribuir na aprendizagem significativa do estudo da Termodinâmica.

REFERÊNCIAS

ABREU, M. L. C.; MARAVALHAS, M. R. G. A formação docente, no contexto da tic: atuação para a inclusão. **ARTEFACTUM-Revista de estudos em Linguagens e Tecnologia**, v. 10, n. 1, 2015.

ALBUQUERQUE, K. B; SANTOS, P. J. S E FERREIRA, G. K. Os Três Momentos Pedagógicos como metodologia para o ensino de Óptica no Ensino Médio: o que é necessário para enxergarmos? *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 32, n. 2, p. 461-482, ago. 2015.

ALVES, F. **Gamification**: como criar experiências de aprendizagem engajadoras: um guia completo: do conceito à prática. 2.ed. São Paulo: DVS Editora, 2015.

ALVES, P. V. et al. Uso do Arduino como um sistema alternativo para medir radiação solar global e práticas educacionais. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 42, 2020.

AMARINS, Melina. A relação do saber com o desejo de aprender: Uma visão psicopedagógica. **Construção Psicopedagógica**, v. 25, n. 26, p. 46-56, 2017.

Ambiente de simulações interativas de Física. **Phet Interactive Simulations. University of Colorado Boulder**.<https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/filter?subjects=physics&sort=alpha&view=grid>. Disponível em: 20 maio 2021.

AMORIM, H.; DIAS M e SOARES, V. Sensores digitais de temperatura com tecnologia one-wire: Um exemplo de aplicação didática na área de condução térmica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, n. 4, p. 4310, 2015.

ARANTES, A. R.; MIRANDA, M. S.; STUDART, N. Objetos de aprendizagem no ensino de física. **Física na Escola**, São Paulo, v. 11, 2010.

ARAÚJO, L. L. **Metodologias ativas de aprendizagem e novas tecnologias digitais: um olhar sobre o professor da era digital no curso de administração em Uberlândia - MG**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia , Pós- Graduação em Tecnologias, Comunicação e Educação. Uberlândia MG, 2020. 121 p.

ARAÚJO, H.; BRAGA M. Ensino de Ciências da Natureza e Arduino: Uma Proposta de Interface para Facilitar Práticas Experimentais. **Revista Tecnologias na Educação** - Ano 9 - Número/Vol.21 - Edição Temática V - Simpósio IberoAmericano de Tecnologias Educacionais (SITED2017). Disponível em: tecnologiasnaeducacao.pro/tecedu.pro.br. Acesso em: 03 jul. 2021.

ARAUJO, A. V. R.; SILVA, E. S.; DE JESUS, V. L. B.; OLIVEIRA, A. L. Uma associação do método Peer Instruction com circuitos elétricos em contextos de aprendizagem ativa. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, n. 2, e2401, 2017. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S180611172017000200501&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 10 ago. 2021.

ARAÚJO, J. C. S. **Fundamentos da metodologia de ensino ativa (1890-1931)**. In: REUNIÃO NACIONAL DA ANPED, UFSC, 37. 2015, Florianópolis. *Anais [...]*. Florianópolis, 2015.

Arduino 2: Configuração do Arduino Nano. **Eletrônica para artistas: Coisas criativas para fazer com elétrons**. 2017. Disponível em: <<http://eletronicaparaartistas.com.br/arduino-2-configuracao-do-arduino-nano/>> Acesso em; 23 de ago. 2021.

AUSUBEL, D. P. Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva. Tradução de Lígia Teopisto. 1. ed. Lisboa: Editora Paralelo, 2003.

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

AUTODESK TINKERCAD. Disponível em: <<https://www.tinkercad.com>>. Acesso em: 28 maio 2021.

BARTOSZECK, A. B. **Neurociência em benefício da Educação**. 2013. Disponível em: <https://neuropsicopedagogianasaladeaula.blogspot.com/2013/07/neurociencia-na-educacao.html>. Acesso em: 08 jan. 2021.

BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.5433/16790383.2011v32n1p25> CONFERIR. Acesso em: 02 ago. 2020.

BONADIMAN, H.; NONENMACHER, S. E. B. O gostar e o aprender no ensino de física: uma proposta metodológica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 24, n. 2: p. 194- 223, ago. 2007.

BONFIM, D. D. S.; COSTA, P. C. F., NASCIMENTO, W. J. A abordagem dos três momentos pedagógicos no estudo de velocidade escalar média. **Experiências em Ensino de Ciências**. V.13, n.1, 2018.

BORGES, S. D. S. et al. **Gamificação aplicada à educação: um mapeamento sistemático**. In: Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE). 2013. v. 24, n. 1, p. 234.

BORGES, T. S.; ALENCAR G. Metodologias ativas na promoção da formação crítica do estudante: o uso das metodologias ativas como recurso didático na formação crítica do estudante do ensino superior. **Cairu em Revista**. Ano 03, n. 04, p. 119-143, Jul/Ago 2014.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Educação é a base. Terceira versão. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_publicacao.pdf >. Acesso

em: 22 dez. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **RESOLUÇÃO CNE/CP Nº 2, DE 22 DE DEZEMBRO DE 2017**. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/RESOLUCAOCNE_CP222DEDEZEMBRODE2017.pdf. Acesso em: 27 ago.de 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Comum Nacional Curricular**. Brasília, MEC Brasil, 2016.

BRASIL. Ministério da Educação - MEC, Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília, 2002.

BROCKINGTON, G. Neurociência e Ensino de Física: limites e possibilidades em um campo inexplorado. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 43, suppl. 1, e20200430 (2021).

BUSARELLO, R. I. et al. A gamificação e a sistemática de jogo. In: FADEL, L. M. et al. (Org.). **Gamificação na educação**. São Paulo: Pimenta Cultural, 2014.

CAMILLO, C. M. Neurociência e a aprendizagem no ensino Ciências. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 6, e20510615721, 2021.

CARNEIRO, M. L. F.; SILVEIRA, M. S. Objetos de Aprendizagem como elementos facilitadores na Educação a Distância. **Educar em Revista**, Curitiba, Brasil, Edição Especial n. 4/2014, p. 235-260. Editora UFPR.

CARLI, E. **Utilizando demonstrações em vídeo para o ensino de física térmica no ensino**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

CARVALHO, A. A. A. Apps para ensinar e para aprender na era mobile learning. In: Ana Amélia A. Carvalho (Org.). **Apps para dispositivos móveis: manual para professores, formadores e bibliotecários**. Portugal: Ministério da Educação, 2015. p. 9-17. Disponível em: <<https://estudogeral.sib.uc.pt/jspui/handle/10316/31202> >. Acesso em: 10 mar. 2020.

CARVALHO JÚNIOR, G. D. As concepções de ensino de Física e a construção da cidadania. **Cad. Cat. Ens. Fís.**,v.19,n.1:p.53-66,abr.2002.

CARVALHO, P. S.; OLIVEIRA, A. C. S. Uso de simulações computacionais em aulas de Física: um estudo sobre a sua influência no processo de aprendizagem dos estudantes com deficiência. **#Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia**, Canoas, v. 10, n. 1, 2021.

CASTANHA, L. A. Como a **Neurociência explica o processo de aprendizagem?**2013.Disponívelem:<https://www.tiespecialistas.com.br/aprendizagem-neurociencia/>. Acesso em: 20 de dez. 2020.

CAVALCANTE, M. Novas tecnologias no estudo de ondas sonoras. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física.**, v. 30, n. 3, p. 579-613, dez, 2013.

CAVALCANTE, M.; RODRIGUES, T.; BUENO, D. Controle remoto: princípio de funcionamento (parte 1 de 2). **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 30, n. 3, p. 554-565, dez. 2013.

CAVALCANTE, M. M.; SILVA, J. L. S.; VIANA, E. C.; DANTAS, J. R.; A Plataforma Arduino para fins didáticos: Estudo de caso com recolhimento de dados a partir do PLX-DAQ. **XXXIV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação - CSBC 2014**. Disponível em: <http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/wei/2014/0037.pdf>. Acesso em: 27 jul. 2020.

CHOPRA, D.; TANZI, R. E. **Supercérebro**: como expandir o poder transformador da sua mente. Tradução de Bianca Albert, Eliana Rocha, Rosane Albert. São Paulo: Alaúde Editorial, 2013.

CHRISTENSEN, C.; HORN, M.; STAKER, H. **Ensino Híbrido**: uma Inovação Disruptiva?. Uma introdução à teoria dos híbridos, 2013. Disponível em: < https://s3.amazonaws.com/porvir/wpcontent/uploads/2014/08/PT_Is-K-12-blended-learning-disruptive-Final.pdf > Acesso em: 03 jun.2020.

COELHO, Rafael Otto. **O uso da informática no ensino de Física de nível médio**. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2002.

CORRALLO, M. V., JUNQUEIRA, A. C e SCHULER, T. E. Ciclo de Modelagem associado à automatização de experimentos com o Arduino: uma proposta para formação continuada de professores. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n. 2, p. 634-659, ago. 2018.

COSENZA, R. M.; GUERRA, L. B. **Neurociência e Educação**: como o cérebro aprende. Porto Alegre: Artmed; 2011.

COSTA, M. S.; ALLEVATO, N. S. G. Livro didático de matemática: Análise de professoras polivalentes em relação ao ensino de geometria. **Vidya**, v. 30, n. 2, p. 71-80, jul./dez., 2010.

COUTINHO JÚNIOR, A. L. **Metodologias ativas no ensino remoto de acústica com apoio de uma sequência didática**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Instituto Federal de Ciências e Educação do Ceará, 2021. 272f.

CRISOSTIMO, A. L.; KIEL, C. A. **O lúdico e o ensino de ciências**: saberes do cotidiano. Guarapuava: Editora da Unientro, 2017.

CRUZ, Luciana Hoffert Castro et. al. **A Neurociência e a Educação: Como nosso cérebro aprende?** In: III Curso de Atualização de Professores da Educação Infantil, Ensino Fundamental e Médio. Apostila digital. Ouro Preto, 2016. Disponível em <https://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/6744>. Acesso em: 10 dez. 2020.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Física**. São Paulo: Cortez, 1990.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, Marta Maria Castanho Almeida. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2009. 364 p. (Docência em formação: Ensino fundamental).

DIESEL, A.; MARCHESAN, M. R.; MARTINS, S. N. Metodologias ativas de ensino na sala de aula: um olhar de docentes da educação profissional técnica de nível médio. **Revista Signos**, Lajeado, ano 37, n. 1, 2016. ISSN 1983-0378. Disponível em: <http://www.univates.br/revistas>. Acesso em 15 ago. 2020

DWORAKOWSKI, L. A. et al. Uso da plataforma Arduino e do software PLX-DAQ para construção de gráficos de movimento em tempo real **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 38, nº 3, 2016.

FACCIN, F. **Implementação de unidades de ensino potencialmente significativas sobre física térmica para alunos do 2º ano do ensino médio**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Federal de Santa Maria, 2015.

FADEL, L.M.; ULBRICHT, V.R.; BATISTA, C.R.; VANZIN, T. **Gamificação na educação**. São Paulo: Pimenta Cultural, 2014.

FARDO, M. L. **A gamificação como estratégia pedagógica: estudo de elementos dos games aplicados em processos de ensino e aprendizagem**. (Mestrado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ucs.br/xmlui/bitstream/handle/11338/457/Dissertacao%20Marcelo%20Luis%20Fardo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 01 set. 2020.

FERNÁNDEZ, Tomás.; TAMARO, Elena. «Biografia de David Ausubel». Em **Biografias e Vidas. A enciclopédia biográfica online** [Internet]. Barcelona, Espanha, 2004. Disponível em <https://www.biografiasyvidas.com/biografia/a/ausubel.htm> Acesso: 15 de novembro de 2021.

FERREIRA, S. F.; SANTOS, A.G. M. Dificuldades e desafios durante o ensino remoto na pandemia: um estudo com professores do município de Queimadas - PB. **Revista Científica Semana Acadêmica**. Fortaleza-Ce. Edição 207. v.9. Ano 2021.

FILIPIN, G. et al. Formação continuada em neuroeducação: percepção de docentes da rede básica de educação sobre a importância da neurociência nos processos educacionais. **Cataventos**, Cruz Alta, v. 1, n. 8, p. 90-102, 2016. Disponível em: <http://revistaeletronica.unicruz.edu.br/index.php/Cataventos/article/view/3935>. Acesso em: 21 dez. 2020.

FLOR, D.; CARVALHO, T. A. P. de. **Neurociência para educador**. Coletânea de subsídios para “alfabetização neurocientífica”. São Paulo: Baraúna, 2011.

FORTUNATO, M.; Gamificar nas aulas de inglês no 1º CEB - a recompensa é a aprendizagem. Fortunato. **Sensos-e** | Vol.IV - n.2 | 2017.

FREIRE. **Pedagogia do oprimido**. 17ª Ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra,1987.

GALHARDI, A.C.; AZEVEDO, M.M. O Ganho de Hake: uma técnica de avaliação de absorção de conhecimento e replanejamento de disciplina. **VIII WORKSHOP DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DO CENTRO PAULA SOUZA**. Sistemas produtivos: da inovação à sustentabilidade. São Paulo, 2013. Disponível: <http://www.pos.cps.sp.gov.br/files/artigo/file/502/ab10d37dde1d7dc2b4dc710efc39e6dc.pdf>. Acesso: 20 ago.2021.

GALVÃO, A. P. N. C. **Gamificação no Scratch como recurso para aprendizagem potencialmente significativa no ensino de Física: lançamento de projeteis**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Campus Universitário de Marabá, Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional de Ensino de Física, Marabá, 2017.

GÁLVEZ, G. A didática da matemática. In.: Parra, C. & Saiz, I (orgs.) **Didática da Matemática: Reflexões Psicopedagógicas**. Porto Alegre : Artes Médicas, 1996.

GARBELLINI, Genivaldo. **Computação em nuvem como ferramenta pedagógica**. Vol. II. Goiânia: EFMP, 2016.

GASPAR, A. **Atividades experimentais no ensino de Física: uma nova visão baseada na teoria de Vigotski**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.

GIACOMINI, A., MUENCHEN, C. (2015). Os três momentos pedagógicos como organizadores de um processo formativo: algumas reflexões. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, 15(2), 339-355.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2009.

GOMES, A.; P. **A disciplina de Física na concepção dos alunos do ensino médio da Escola Estadual Deputado Alberto de Moura Monteiro**. 2016. 18 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Instituto Federal do Piauí, Angical do Piauí, 2016.

GREGIO, N. DE O. **Termodinâmica, um tutorial para entendimento do conceito de entropia**. 2016. Dissertação (Mestrado Profissional de Ensino de Física) - Universidade Federal de São Carlos, 2016.

GROSSI, M. G. R.; LEROY, F. S.; ALMEIDA, R. B. S. Neurociência: Contribuições e experiências nos diversos tipos de aprendizado. **Abakós**, Belo Horizonte, v. 4, n. 1, p. 34-50, nov. 2015 - ISSN: 2316-9451

GROSSI, M. G. R. et al. Uma reflexão sobre a neurociência e os padrões de aprendizagem: a importância de perceber as diferenças. **Debates em Educação**, Sergipe, v. 6, n. 12, p. 93-111, 2014.

HAKE, R. R. Interactive- engagement vs. traditional methods: A six thousand student survey of mechanics test data for introductory physics courses. **American Journal of Physics**, AAPT, v. 66, n. 1, p. 64-74, 1998.

HALLIDAY, D. **Fundamentos de física, volume 2: gravitação, ondas e termodinâmica**/ David Halliday, Robert Resnick, Jean Walker. Rio de Janeiro. LTC. 2013.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física - Gravitação, ondas e termodinâmica**. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

HECKLER, V. et al. Uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de óptica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 267-273, 2007. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/>>. Acesso em: 21 jun. 2013.

HORNES, A.; SANTOS, S. A. O ensino da Física Moderna e Contemporânea no contexto da História, Ciência, Tecnologia e Sociedade (HCTS) – o efeito fotoelétrico como temática no ensino médio. **Anais eletrônico do 15º Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia Florianópolis, Santa Catarina**, 2016. Disponível em: https://www.15snhct.sbhct.org.br/resources/anais/12/1473979558_ARQUIVO_ARTIGO_COMPLETO.pdf. Acesso em: 03 jul. 2021.

JARDIM, L.; A; CECÍLIO, W. **As tecnologias educacionais: aspectos positivos e negativos em sala de aula**. Curitiba: Pontifícia Universidade Católica do Paraná - PUCPR, 2013.

JENSEN, Eric; **Brain Based Learning**] Del Mar, CA; Turning Point Publishing, 1996.

JÚNIOR, F.; O. et al. A metodologia ativa no grupo de estudo e pesquisa em psicologia, neurociências e educação. **Revista Eletrônica Científica Inovação Tecnologia, Medianeira**, v. 09, n 23. p159- p178, set/dez 2018.

KANDEL, Eric R.; SCHWARTZ, James; JESSELL, Thomas M. **Princípios de Neurociências**. 5. ed. atual. São Paulo: AMGH, 2014.

KAPP, K. M. **The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education**. : John Wiley & Sons, 2012.

KAHHOT. Disponível em: <<https://kahoot.com/schools-u/>>. Acesso em: 20 mai. 2021.

KENSKI, V. M. **Educação e tecnologias: O novo ritmo da informação**, 8. ed. Campinas: Papirus, 2012.

KLEYFTON, S. S. **A Neurociência cognitiva como base da aprendizagem de geometria molecular: um estudo sobre atributos do funcionamento cerebral relacionados à memória de longo prazo**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Sergipe, 2018.

KNECHTEL, Maria do Rosário. **Metodologia da pesquisa em educação: uma abordagem teórico-prática dialogada**. Curitiba: Intersaberes, 2014.

KOCHHANN, Andréa. MORAES, Ândrea Carla. **Aprendizagem significativa na perspectiva de David Ausubel**. Anápolis: UEG, 2014.

LAUDARES, F. A. L. et al. Instrumentação para Ensino de Física da UFRuralRJ: experiências docentes para a introdução tecnológica. **Revista de Formación e Innovación Educativa Universitaria**, v. 7, n. 1, p. 51-58, 2014.

LEITE, Denise. **Conhecimento social na sala de aula universitária e a autoformação docente**. IN: MOROSINI, Marília Costa (Org.). Professor do Ensino Superior: identidade, docência e formação. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais, 2000.

LIBÂNEO, José Carlos. **Didática**. São Paulo: Cortez, 1994. 2ª edição.

LIMA, J. **Sequência didática para o ensino da termodinâmica**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2016.

LIMA, F.; D.; A. **As disciplinas de física na concepção dos alunos da rede pública de Fortaleza/CE**. Monografia (Graduação em Física) Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia. Fortaleza-Ce, 2011. 36p.

LOBATO, Danilo Batista. O uso de filmes como ferramenta didática no Ensino de Física. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Ano 05, Ed. 05, Vol. 05, pp. 121-131. Maio de 2020.

LOPES, R. P. Metodologias ativas. XII SEMANA DE LICENCIATURA. III SEMINÁRIO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA CIÊNCIAS E MATEMÁTICA. I ENCONTRO DE EGRESSOS DO MESTRADO. **Anais da XII Semana de Licenciatura**. Tema: A formação docente em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Educação Ambiental Jataí, GO - 13 a 16 de outubro de 2015.

MARAPUNGA, L. A.; CARVALHO, E. B. A Memória de Longo Prazo e a Análise Sobre sua Função no Processo de Aprendizagem. **Rev. Ens. Educ. Cienc. Human**, Londrina, v. 19, n.1, p. 66-72, 2018.

MEDEIROS, Alexandre; MEDEIROS, Cleide Farias. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 77-86, Jun/2002.

MARTINAZZO, C.A. et al. Arduino: uma tecnologia no Ensino de Física. **Revista Perspectiva**. Erechim - RS. V.38, n.143. Set/2014.

MAZARO, S. B.; DARROZ, L. M. O ensino de Termodinâmica a partir de pesquisas em ferramentas da internet. **Revista CIATEC - UPF**, vol.9 (2), p.p.74-83, 2017.

MAZARO, S. B.; DARROZ, L. M.; ROSA, C. T. W. Sequência didática de termodinâmica: um material potencialmente significativo. **ENCITEC - Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**. Vol. 10, n. 2., p. 04-25, mai./ago. 2020.

MCROBERTS, M. Arduino Básico. Novatec Editora Ltda. 2015.

MONK, S. **Programação com Arduino**. Porto Alegre: Bookman, 2013.

MORA, Francisco. **O cérebro precisa se emocionar para aprender**. Disponível em: <https://www.revistaprosaveroearte.com/o-cerebro-precisa-se-emocionar-para-aprender-francisco-mora/> 23.06.2018>. Acesso em: 20 ago. 2021.

MORAN, J. M. **Mudando a educação com metodologias ativas**. Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens. Ponta Grossa: UEPG Foca. Coleção Mídias Contemporâneas, 2015.

MORAN, J. M. **O que é educação a distância?** Universidade de São Paulo. São Paulo, 2015.

MOREIRA, M. A. O que é afinal Aprendizagem Significativa? **Revista Currículum**, n.25, p. 29-56, 2012. Disponível em: <<https://currículum.webs.ull.es/?p=716>>. Acesso em: 31 jul. 2020.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. **Aprendizagem Significativa em Revista**, Porto Alegre, v. 1, n. 3, p.25- 46, 2011.

MOREIRA, M.; A. **Teorias de aprendizagem**. 2. ed. São Paulo: EPU, 2011.

MOREIRA, M. A. **Grandes desafios para o ensino da física na educação Contemporânea**. Ciclo de palestras dos 50 Anos do Instituto de Física da UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil, 2014. Disponível em: , https://www.if.ufrj.br/~pef/aulas_seminarios/seminarios/2014_Moreira_DesafiosEnsinoFisica.pdf. Pdf. Acesso em 12 jun. 2021.

MOREIRA, M. P. C. et al. O. Contribuições do Arduino no ensino de Física: uma revisão sistemática de publicações na área do ensino. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n. 3, p. 721-745, dez. 2018.

MORO, F. T.; NEIDE, I. G.; REHFELDT, M. J. H. Atividades experimentais e simulações computacionais: integração para a construção de conceitos de transferência de energia térmica no ensino médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 33, n. 3, p. 987-1008, dez. 2016.

MOTA, A.; WERNER DA ROSA, C. Ensaio sobre metodologias ativas: reflexões e propostas. **Revista Espaço Pedagógico**, v. 25, n. 2, p. 261-276, 28 maio 2018.

MOURA, F. A. et al. Ensino de Termometria e Tecnologias de Inovação: realidade e possibilidades de uma prática educacional usando Arduino. **Educitec**, Manaus, v. 05, n. 10, p. 267-286, mar. 2019. Edição especial.

MOURÃO JÚNIOR, C. A.; FARIA, N. C. Memória. **Psychology/Psicologia Reflexão e Crítica**, 28(4), 780-788, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/prc/a/kpHrP364B3x94KcHpCkVvkQM/?lang=pt&format=pdf>
Acesso em: 03 out. 2021.

MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro "Física". **Ciência & Educação**, Bauru, vol.20, n.3, p.617-638, 2014.

MULLER, M. G. et al. Uma revisão da literatura acerca da implementação da metodologia interativa de ensino Peer Instruction (1991 a 2015). **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, n. 3, 2017.

MUNIZ, M.; SILVA, L.C.; COUTINHO, A.R. Análise de planos de disciplinas relacionadas às neurociências, neuropsicologia e neuroeducação nos cursos de Pedagogia (2013). **Trilhas Pedagógicas**, v. 3, n. 3, Ago. 2013, p. 103-118.

NASCIMENTO, T. L. **Repensando o ensino da Física no ensino médio**. Monografia (Graduação em Licenciatura Plena em Física) - Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia. Fortaleza-Ce, 2010. 61 p.

NASCIMENTO, A. C. S. e TRISTÃO, R. C. Para construir memórias é preciso prestar atenção - a neurobiologia dos transtornos de aprendizagem da pessoa com déficits atencionais. **Brazilian Journal of Health Review**, Curitiba, v.4, n.3, p. 10232-10246 may./jun. 2021.

NIKOLOPOULOS, G. et al. Modeling the characteristics of a learning object for use within e-learning applications. BCI'12. **Proceedings of the Fifth Balkan Conference in Informatics**. p. 112-117., NY, USA: ACM New York, 2012.

OLIVEIRA, G. G. Neurociências e os processos educativos: Um saber necessário na formação dos professores. **Educação Unisinos**, v.18, n.1, p.13-24, 2014.

OLIVEIRA, G. G. **Neurociências e os processos educativos**: Um saber necessário na formação de professores. Dissertação (mestrado) - Universidade de Uberaba. Programa de Mestrado em Educação, 2011.

OLIVEIRA JÚNIOR, R. L.; ALVES JÚNIOR, M.; BARBOSA, V. H. Aquecimento e resfriamento da água, aproximados à forma real. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 1, p. 306-319, abr. 2016.

O que é Arduino e como funciona? **Vida de silício**, 2021. Disponível em: <https://portal.vidadesilicio.com.br/o-que-e-arduino-e-como-funciona/> Acesso em: 23 de ago. 2021.

PAIVA, F. F.; BARBATO, D. M. L.; PAIVA, M. L. M. F.; JOÃO, H. A.; MUNIZ, S. R. Orientações motivacionais de alunos do ensino médio para física: considerações psicométricas. **Revista Brasileira de Ensino Física**, v. 40, n.3, p. e 3404, 2018 . Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S180611172018000300505&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 15 ago. 2021.

PAIM, I.; M. **Os impactos do enriquecimento escolar e da estimulação da memória operacional sobre o desenvolvimento cognitivo e moral de alunos do ensino médio**. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Filosofia e Ciências. Marília, 2016. 412 f.

PEREIRA, A. **What the cognitive neurosciences mean to me, Mens Sana Monographs**, v. 5, n. 1, 158–168, 2007.

PEREIRA, R. Método Ativo: Técnicas de Problematização da Realidade aplicada à Educação Básica e ao Ensino Superior. In: **VI Colóquio internacional. Educação e Contemporaneidade**. São Cristóvão, SE. 20 a 22 set. de 2012.

PINTO, S. et al. O Laboratório de Metodologias Inovadoras e sua pesquisa sobre o uso de metodologias ativas pelos cursos de licenciatura do UNISAL, Lorena: estendendo o conhecimento para além da sala de aula. **Revista de Ciências da Educação**, São Paulo, v. 2, n. 29, p. 67-79, jun./dez. 2013.

POZO, J. I.; CRESPO, M. Á. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. - 5.ed.-Porto Alegre: Artmed, 2009.

PRENSKY, M. Digital natives, digital immigrants part 1. **On the horizon**, v. 9, n. 5, p. 1-6, 2001.

RAMOS, D. K. Jogos cognitivos eletrônicos: contribuições à aprendizagem no contexto escolar. **Ciências & Cognição**, Rio de Janeiro, v.18, p. 19-32, 2013.

RAGUZE, T.; SILVA, R. P. **Gamificação aplicada a ambientes de aprendizagem**. GAMEPAD - SEMINÁRIO DE GAMES E TECNOLOGIA. Junho, 2016. Disponível em: <https://www.feevale.br/Comum/midias/7fe3e6be-385f-4e8b-96e4-933a0e63874f/Gamificac%C2%B8a~o%20aplicada%20a%20ambientes%20de%20Aprendizagem.pdf>. Acesso: 20 set. 2021.

RELVAS, M. P. **Neurociência na prática pedagógica**. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2012.

RELVAS, M. **Estudos da Neurociência aplicada à aprendizagem escolar**. 2012. Consultora na área de Neurociência Aplicada à Aprendizagem Cognitiva e Emocional no Desenvolvimento Humano. Bióloga e Neurobióloga). Disponível em: [al/dc-na-sala-de-aula/noticia/2012/08/estudosda-neurociencia-aplicada-a-aprendizagem-escolar-3852913.html](http://dc-na-sala-de-aula/noticia/2012/08/estudosda-neurociencia-aplicada-a-aprendizagem-escolar-3852913.html)>. Acesso em: 10. Jun. 2021.

RIBEIRO, J. L. P.; VERDEAUX, M. Atividades experimentais no ensino de óptica: uma revisão. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.34, n.4, p.4403.1-4403.9, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v34n4/a21v34n4.pdf>>. Acesso em: 02 jul. 2020.

ROCHA, J. A. L. **Elementos de termodinâmica**. In: Termodinâmica da fratura: uma nova abordagem do problema da fratura nos sólidos [online]. Salvador: EDUFBA, 2010, pp. 37-46. ISBN 978-85-2321235-3. Available from SciELO Books. Disponível em: <http://books.scielo.org> Acesso: 01 ago. 2020.

ROSA, T. M. R. **Gamificação**: uma prática para revitalizar a educação. Curso de Especialização em Mídias na Educação, pelo Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - CINTED/UFRGS, 2018.

ROSA, C.; et al. Experimento de condução térmica com e sem uso de sensores e Arduino. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 1, p. 292-305, abr. 2016.

ROYAL SOCIETY. **Brain waves module 2**: Neuroscience: implications for education and lifelong learning. Royal Society, 2011.

ROZAL, E. F.; SOUZA, E. S. R.; SANTOS, N. T. Aprendizagem em Matemática, Aprendizagem Significativa e Neurociência na educação dialogando aproximações teóricas. **Revista da Rede Amazônica de educação em Ciências e Matemática - Revista REAMEC**, Cuiabá - MT, v. 5, n. 1, jan/jun 2017.

SALES, G. L. et al. Gamificação e ensinagem híbrida na sala de aula de Física: metodologias ativas aplicadas aos espaços de aprendizagem e na prática docente. **Conexões-Ciência e Tecnologia**, v. 11, n. 2, p. 45-52, 2017. Disponível em: <file:///C:/Users/Positivo/Downloads/1181-4929-1-PB.pdf>. Acesso em: 30 set. 2020.

SANTANA, Guilherme. Termodinâmica. **Todo Estudo**. Disponível em: <https://www.todoestudo.com.br/fisica/termodinamica>. Acesso em: 28 de ago. 2020.

SANTOS, A.; AMORIM, H.; DEREZYNSKI, C. Investigação do fenômeno ilha de calor urbana através da utilização da placa Arduino e de um sítio oficial de meteorologia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, n. 1, e1505, 2017.

SANTOS, H.R. Análise da concepção e das habilidades dos professores do ensino médio sobre a prática interdisciplinar no colégio estadual Deputado Jayro Sento-Sé. **VI CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO- CONEDU**, 2019.

SCHORN, G. T.; MOSSMANN, J. B.; Neurociência e alfabetização: relato de experiência utilizando ambiente virtual de aprendizagem. **Revista Educação & Tecnologia**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR Curitiba - Paraná - Brasil - ISSN impresso 1516-280X e ISSN eletrônico 2179-6122 - n. 20, p. 1-130, 2020. Disponível em: <http://revistas.utfpr.edu.br/pb/index.php/revedutec-ct/article/view/2683>. Acesso em 20 set. 2021.

SHELTROWN, N.; VANDERVEEN, A. **Ensino do futuro**: personalização por meio da análise de dados. [S.l.: s.n.], 2015. Disponível em: <http://www.desafiosdaeducacao.com.br/ensino-futuro-personalizacao-por-meio-da-analise-de-dados/>. Acesso em: 10 de mai. 2020.

SILVA, C. M. S.. et al. **Gamificação: estratégia ativa que potencializa o aprendizado e proporciona o engajamento dos alunos no estudo da Termodinâmica..** In: Anais do I Congresso Brasileiro Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia. Anais. Diamantina (MG) Online, 2020.

Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/icobicet2020/267308-gamificacao--estrategia-ativa-que-potencializa-o-aprendizado-e-proporciona-o-engajamento-dos-alunos-no-estudo-da-/>. Acesso em: 20 jan. 2021.

SILVA, C. M. S. S.; ROMEU, M. C.; BARBOSA, M. C. S. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer – Jandaia - GO, v.18 n.37; p. 52, 2021.

SILVA, G. R. da; ERROBIDART, N. C. G. A PRODUÇÃO CIENTÍFICA NACIONAL EM PERIÓDICOS SOBRE O ENSINO DE TERMODINÂMICA. **Revista Prática Docente**, [S. l.], v. 4, n. 2, p. 559-577, 2019.

SILVA, J. B. **Gamificação de uma sequência didática como estratégia para motivar a atitude potencialmente significativa dos alunos no ensino de Óptica geométrica.** Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Instituto Federal de Ciências e Educação do Ceará, 2017.

SILVA, J. C. X.; LEAL, C. E. S. Proposta de laboratório de física de baixo custo para escolas da rede pública de ensino médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 39, n. 1, p.1-5, out. 2016.

SILVA, J. P.; NASCIMENTO, A. C. S. A relação entre a memória de trabalho e a aprendizagem escolar - considerações e proposições. **Brazilian Journal of Health Review**, Curitiba, v.4, n.3, p. 11680-11691 may./jun. 2021.

SILVA, M. F.; CORTEZ, R. C. C.; OLIVEIRA, V. B. Software Educativo como auxílio na aprendizagem da matemática: uma experiência utilizando as quatro operações com alunos do 4º Ano do Ensino Fundamental I. **ECCOM**, v. 4, n. 7, jan./jun. 2013.

SILVA, J. B.; ANDRADE, M. H.; OLIVEIRA, R. R.; SALES, G. L.; ALVES, F. R. V. Tecnologias digitais e metodologias ativas na escola: o contributo do Kahoot para gamificar a sala de aula. **Revista Thema**, v. 15, n. 2, p. 780-791, 2018. Disponível em: <<http://revistathema.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/838>>. Acesso em: 24 jun. 2021.

SILVA, F. R. O. et al. **Uma proposta para o estudo experimental da cinemática através da robótica educacional.** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 06, Ed. 02, Vol. 06, pp. 152-166. Fevereiro de 2021. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/fisica/robotica-educacional> Acesso: 15 jul. 2021.

SILVEIRA, S.; GIRARDI, M. Desenvolvimento de um kit experimental com Arduíno para o ensino de Física Moderna no Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, n. 4, e 4502, 2017.

SLAGTER, H. Conventional working memory training may not improve intelligence. **Trends in Cognitive Sciences**, Vol. 16, N°. 12, 2012.

SOARES, A. A.; MORAES, L. E.; OLIVEIRA, F. G. Ensino de matéria e radiação no ensino médio com o auxílio de simuladores interativos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 3, p. 915 – 933, dez. 2015.

SOBREIRA, S. R.; VIVEIRO, A. A.; D'ABREU, J. V. V. **Do Paper Circuit à programação de Arduino com Scratch: uma sequência didática para aprendizagem do conteúdo de energia nos anos iniciais do ensino fundamental.** Anais do Workshop de Informática na Escola, WIE 2016. Disponível em <https://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/view/6852/4730>. Acesso: 02 jun. 2020.

SOUZA, A. M. O. P.; ALVES, R. R. N. A neurociência na formação dos educadores e sua contribuição no processo de aprendizagem. **Rev. Psicopedagogia**, Pinheiros - SP, v. 34, n. 105, p. 320-331, 2017. Disponível em pepsic.bvsalud.org/pdf/psicoped/v34n105/09.pdf. Acesso em: 23 de dez. de 2020.

SOUZA, C. J. M. **O Arduíno e o visual basic como recursos didáticos na prática experimental para o ensino de eletrostática e primeira lei de OHM.** Dissertação (Mestrado Profissional em Física) - Universidade Federal de Alagoas, UFAL, Instituto de Física. Programa de Pós-Graduação de Mestrado Nacional Profissional em Física - MNPEF. Maceió, 2017.

SOUZA, C. S; IGLESIAS, A. G; PAZIN-FILHO, A. Estratégias inovadoras para métodos de ensino tradicionais - aspectos gerais. **Medicina**. v. 47, n. 3, p. 284-292, 2014.

SOUZA, Fábio. **Arduino - Primeiros Passos.** 2013. Disponível em: <https://www.embarcados.com.br/arduino/>. Acesso: 06 maio. 2020.

SOUZA, L. F. P. O. et al. **O uso da gamificação no ensino de ciências humanas e ciências naturais: uma prática com uma abordagem em neurociências na formação pedagógica.** Revista Perspectivas Online: Humanas & Sociais Aplicadas. Anais do V Seminário P&D PROVIC/PIBIC. II Encontro de Iniciação Científica CNPq, v. 10, nº 28, Suplemento, 2020.

SOUZA, R.; B.; **Sequência didática para o ensino das leis da termodinâmica e máquinas térmicas.** Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física. Campo Mourão, 2019.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** 2. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

VICKERY, Anitra. et al. **Aprendizagem Ativa: nos anos iniciais do ensino fundamental.** Porto Alegre: Penso, 2016. 252p.

VIDAL, R. S. M. F. **Ensino de termodinâmica através da construção de instrumentos de medição de variáveis meteorológicas e da confecção de mini**

estação meteorológica portátil com Arduino. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Polo 51, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF. Natal, RN, 2018.

VIEIRA, W. C. **O ensino da termodinâmica sob a perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e da interdisciplinaridade dela decorrente.** Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Física. Programa de Pós-Graduação em Física. Maceió, 2021.

VISCOVINI, R. et al. Maquete didática de um sistema trifásico de corrente alternada com Arduino: ensinando sobre a rede elétrica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 3, p. 856-869, dez. 2015.

VIZZOTTO, Patrick Alves. A Neurociência na formação do professor de Física: Análise curricular das licenciaturas em Física da região Sul do Brasil. **Revista Insignare Scientia**, volume 02, n. 2, p. 150-165, 2019. Disponível em: <https://doaj.org/article/08bbea670c1049afa9d6c34aaf8672d6>. Acesso em: 20 jun. 2021.

WERBACH, K.; HUNTER, D. **For The Win: How Game Thinking Can Revolutionize Your Business.** Filadélfia, Pensilvânia: Wharton Digital Press, 2012.

XAVIER, C.; BARRETO, B. **Física aula por aula: mecânica dos fluidos, termologia, óptica**, Vol 2 - 3ª Edição. São Paulo: FTD, 2016.

YAMAZAKI, S. C.; YAMAZAKI, R. M. O. Jogos para o ensino de Física, Química e Biologia: elaboração e utilização espontânea ou método teoricamente fundamentado?. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia (R. B. E. C. T.)**, Ponta Grossa, v. 7, n. 1, p. 159-181, 2014. Disponível em:. Acesso em:15 de jul 2020.

ZICHERMANN, G.; CUNNINGHAM, C. **Gamification by Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps.** 1 edition ed. Sebastopol, Calif: O'Reilly Media, 2011.

**APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO PRÉVIO (INICIAL) DE OPINIÃO (2º ANO A - GE)
E (2º ANO B/C - GC)**

Questionário prévio de opinião

EEM FRANCISCO NONATO FREIRE

***Obrigatório**

1. E-mail *

2. Nome: *

Digite seu nome completo sem abreviação.

3. Disciplina: *

4. Turma: *

Vamos começar 

5. 1. Você gosta de estudar Física? *

Marcar apenas uma oval.

☐ Sim

☐ Não

☐ Às vezes

6. 2. Você possui dificuldades em aprender os conteúdos de Física? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
☐ Não
☐ Às vezes

7. 3. Você acha o Ensino de Física importante? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
☐ Não
☐ Às vezes

8. 4. Você relaciona os conteúdos abordados nas aulas de Física com o seu dia-a-dia? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
☐ Não
☐ Às vezes

9. 5. Gosta de usar dispositivos tecnológicos para realizar de forma online as atividades escolares? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
☐ Não

10. 6. Você vê relação com o que aprende em Física, com seu cotidiano e as tecnologias? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
☐ Não
☐ Em parte

11. 7. Você se sente à vontade em participar das aulas? Se a resposta for NÃO ou às VEZES, justifique. *

ATENÇÃO!!

Nas questões a seguir, a partir da questão 08 até 13 pode assinar uma ou mais alternativas.

12. 8. Quais as principais dificuldades em aprender Física? *

Marque todas que se aplicam.

- ☐ Compreender a teoria.
☐ Linguagem matemática.
☐ Interpretar enunciados.
☐ Relacionar teoria/prática.
☐ Não tenho dificuldade.

13. 9. Como você gostaria de estudar Física? *

Marque todas que se aplicam.

- ☐ Aulas expositivas
- ☐ Com experimentos em sala de aula
- ☐ No laboratório Didático de Ciências
- ☐ No laboratório de Informática
- ☐ Por aplicativos em celular
- ☐ Através de simulações em plataformas virtuais.

14. 10. Quais são os recursos pedagógicos que seu professor de Física, mais utiliza em suas aulas? *

Marque todas que se aplicam.

- ☐ Livro didático/lousa
- ☐ Exercícios no caderno
- ☐ Slides e/ou vídeo
- ☐ Experimentos em sala de aula
- ☐ Demonstrações de experimentos em sala de aula
- ☐ Laboratório Didático de Ciências
- ☐ Laboratório Educacional de Informática
- ☐ Biblioteca
- ☐ Aplicativos em celular

15. 11. Quais os métodos de avaliação utilizados pelo seu professor de Física? *

Marque todas que se aplicam.

- ☐ Prova objetiva
- ☐ Prova subjetiva
- ☐ Prova objetiva/subjetiva
- ☐ Trabalho em grupo
- ☐ Trabalho em dupla e/ou individual
- ☐ Seminário
- ☐ Dinâmica de grupo
- ☐ Formulário do Google forms
- ☐ Contínua e cumulativa da performance dos estudantes.

16. 12. Quais as ferramentas pedagógicas que você mais utiliza para estudar Física fora da sala de aula? *

Marque todas que se aplicam.

- ☐ Livro didático
- ☐ Caderno
- ☐ Computador ou celular sem internet (offline)
- ☐ Computador ou celular com internet (online)

17. 13. Por qual ou/quais dispositivo acessa a internet? *

Marque todas que se aplicam.

- ☐ Telefone celular
- ☐ Tablete
- ☐ Notebook
- ☐ Computador desktop
- ☐ Nenhum dos dispositivos

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO FINAL DE OPINIÃO (2º ANO A - GE)

Questionário final de opinião

EEM FRANCISCO NONATO FREIRE

**Obrigatório*

1. E-mail *

2. Nome: *

Digite seu nome completo sem abreviação.

3. Disciplina: *

4. Turma: *

Vamos começar 

5. 1. Você conseguiu compreender os conteúdos abordados em sala de aula, através das plataformas virtuais? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
- ☐ Não
- ☐ Parcialmente

6. 2. Você realizou todas atividades propostas nas aulas? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
☐ Não
☐ Parcialmente

7. 3. Sentiu-se motivado(a) em realizar alguma das atividades? SIM, NÃO ou PARCIALMENTE, justifique. *

8. 4. Considerando que a sua escola tenha os materiais (componentes) e o Arduino para fazer a montagem experimental na prática (ensino presencial), você gostaria de construir o aparato do Arduino do qual foi apresentado na aula, através da Modelagem eletrônica na plataforma Tinkercad? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
☐ Não
☐ Talvez

9. 5. Em sua opinião, a utilização de recursos didáticos no ambiente virtual deixa o conteúdo da disciplina mais atrativo? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
☐ Não
☐ Em parte

10. 6. Considera que o uso de simulações virtuais para o conteúdo, através da estratégia da gamificação, contribuiu de forma mais eficiente para relacionar teoria e prática? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
☐ Não
☐ Em parte

11. 7. Você conseguiu associar a abordagem dos temas apresentados, à temáticas aplicadas em outras disciplinas? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
☐ Não
☐ Em parte

12. 8. Como você avalia a mudança da aplicação desse recurso didático comparada as aulas expositivas tradicionais? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Ótimo
☐ Bom
☐ Regular
☐ Ruim

13. 9. Quais as vantagens e desvantagens que você obteve durante a aplicação desta abordagem? *

14. 10. Você consegue identificar um diferencial do estudo aplicado? Se a resposta for SIM, qual diferencial se aplica? *

15. 11. Você relaciona os conteúdos abordados nas aulas de Física com o seu dia-a-dia? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
☐ Não
☐ Em parte

16. 12. Você vê relação com o que aprende em Física, com seu cotidiano e as tecnologias? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
☐ Não
☐ Em parte

17. 13. Como você gostaria de estudar física? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Na sala de aula
☐ No laboratório Didático de Ciências
☐ Através de simulações em plataformas virtuais.
☐ Com experimentos em sala de aula
☐ No laboratório de Informática.
☐ Por aplicativos em celular.

18. 14. Avalie sua aprendizagem durante a aplicação desta pesquisa. *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Ótima
- ☐ Boa
- ☐ Regular
- ☐ Ruim

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO FINAL DE OPINIÃO (2º ANO B/C - GC)

Questionário final de opinião

EEM FRANCISCO NONATO FREIRE

***Obrigatório**

1. E-mail *

2. Nome: *

Digite seu nome completo sem abreviação.

3. Disciplina: *

4. Turma: *

Vamos começar 

5. 1. Você conseguiu compreender os conteúdos abordados durante as aulas? *

Marcar apenas uma oval.☐ Sim☐ Não☐ Parcialmente

6. 2. Você realizou todas atividades propostas nas aulas? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
☐ Não
☐ Parcialmente

7. 3. Sentiu dificuldade em realizar alguma das atividades proposta nas aulas? Se a resposta for SIM ou PARCIALMENTE, justifique. *

8. 4. Considerando que as aulas estivessem presenciais, gostaria de estudar com os mesmos métodos aplicados na abordagem dessas aulas? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
☐ Não
☐ Talvez

9. 5. Em sua opinião as atividades aplicadas nas aulas, deixou o conteúdo da disciplina mais atrativo? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
☐ Não
☐ Em parte

10. 6. Considera que o ensino remoto (online) para os conteúdos propostos, dificulta a compreensão dos assuntos explanados? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
☐ Não
☐ Em parte

11. 7. Você conseguiu associar a abordagem dos temas apresentados, à temáticas aplicadas em outras disciplinas? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
☐ Não
☐ Em parte

12. 8. Como você avalia as atividades aplicadas nas aulas? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Ótimo
☐ Bom
☐ Regular
☐ Ruim

13. 9. Quais as vantagens e desvantagens que você obteve durante a aplicação desta abordagem? *

14. 10. Você consegue identificar um diferencial do estudo aplicado? Se a resposta for SIM, qual diferencial se aplica? *

15. 11. Você relaciona os conteúdos abordados nas aulas de Física com o seu dia-a-dia? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
☐ Não
☐ Em parte

16. 12. Você vê relação com o que aprende em Física, com seu cotidiano e as tecnologias? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
☐ Não
☐ Em parte

17. 13. Como você gostaria de estudar física? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Na sala de aula
☐ Com experimentos em sala de aula
☐ No laboratório Didático de Ciências
☐ No laboratório de Informática.
☐ Por aplicativos em celular.
☐ Através de simulações em plataformas virtuais.

18. 14. Avalie sua aprendizagem durante a aplicação desta pesquisa. *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Ótima
- ☐ Boa
- ☐ Regular
- ☐ Ruim

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

APÊNDICE D - PRÉ-TESTE E PÓS TESTE (2º A - GE) E (2º B/C - GC)

Pré-teste Termodinâmica

EEM FRANCISCO NONATO FREIRE

***Obrigatório**

1. E-mail *

2. Nome: *

Digite seu nome completo sem abreviações.

3. Disciplina: *

4. Turma: *

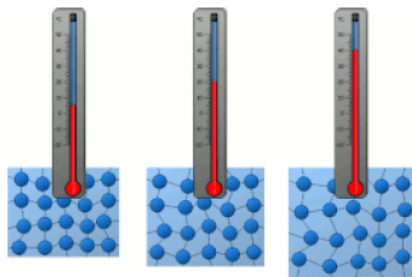
Vamos começar 

5. 1. A Termodinâmica é uma área de estudo bastante ampla, por meio dela é possível conceber o comportamento macroscópico de sistemas que contenham muitos corpos. Sobre o conceito da Termodinâmica, qual o item verdadeiro? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Área da Física que estuda as cargas elétricas em situação de repouso e todos os fenômenos relacionados a elas.
- ☐ Área da Física que estuda diversos fenômenos e sistemas físicos complexos em que podem ocorrer trocas de calor, transformações de energia e variações de temperatura.
- ☐ Parte da Física que estuda fenômenos associados à luz.
- ☐ O Ramo da Física que está relacionado com o estudo dos movimentos e suas causas.
- ☐ Parte da Física que estuda a eletricidade e o magnetismo, bem como as relações estabelecidas entre eles.

6. 2. Sobre o conceito de temperatura pode-se concluir que: *



Marcar apenas uma oval.

- ☐ é a energia que os corpos possuem;
- ☐ é um sinônimo de temperatura em um sistema;
- ☐ é uma grandeza associada ao grau de agitação das moléculas do corpo;
- ☐ é a quantidade de movimento das moléculas do corpo;
- ☐ é o mesmo que calor.

7. 3. Calor e Temperatura são dois conceitos fundamentais na termologia. É correto afirmar que calor e temperatura são sinônimos? Confirme se a pergunta é verdadeira ou falsa e justifique. *

8. 4. É correto afirmar que, se ocorre troca de calor entre dois corpos, o que ocorre de diferente no início do processo? *



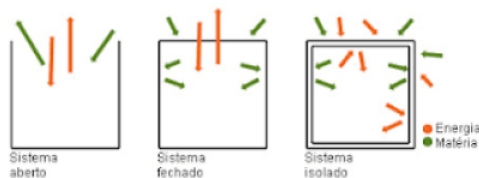
Marcar apenas uma oval.

- ☐ À pressão e a massa.
- ☐ Suas massas.
- ☐ Suas capacidades térmicas.
- ☐ Suas temperaturas.
- ☐ Seus calores específicos .

5. Em um sistema termodinâmico pode haver um ou vários corpos que se relacionam. O meio que o envolve e o Universo representam o meio externo ao sistema. Leia as sequências enumeradas abaixo.

- a) No sistema _____ há apenas transferência de energia (calor), e quando é _____ não há trocas.
- b) O café em uma garrafa térmica é um exemplo de sistema _____.
- c) Quando o sistema é _____, há transferência de matéria e energia entre o sistema e o meio externo.

9. Marque o item verdadeiro, classificando o sistema em aberto, fechado ou isolado de acordo com as sequências enumeradas acima. *



Marcar apenas uma oval.

- ☐ Fechado, isolado, aberto e aberto.
- ☐ Fechado, isolado, isolado e aberto.
- ☐ Isolado, fechado, fechado e aberto.
- ☐ Isolado, isolado, aberto e fechado.
- ☐ Aberto, fechado, isolado e aberto

10. 6. Relacione as colunas a seguir: *

Marcar apenas uma oval por linha.

	São capazes de converter parcialmente o calor proveniente de uma fonte térmica em energia mecânica.	É um fluido que possui as propriedades de compressibilidade e expansibilidade e que tende a ocupar todo o espaço onde está contido.	Variáveis definem o estado termodinâmico de um gás.	Capacidade que um determinado corpo tem de realizar trabalho.	Ocorre quando as temperaturas entre dois ou mais corpos igualam-se.
Temperatura, volume e pressão.	☐	☐	☐	☐	☐
Equilíbrio térmico	☐	☐	☐	☐	☐
Máquina térmica	☐	☐	☐	☐	☐
Gás	☐	☐	☐	☐	☐
Energia	☐	☐	☐	☐	☐

7. O estudo dos gases é importante para compreender os fatos que ocorrem no nosso cotidiano como: um balão subir ou a pressão interna do pneu aumentar em dias mais quentes. Quando os valores das variáveis de estado de um gás sofrem alterações dizemos que o gás sofreu uma transformação gasosa. Analise as afirmativas a respeito dos tipos de transformações ou mudanças do estado de um gás.

I. Isocórica ou isovolumétrica: transformação em que o volume do gás permanece constante. Aquecimento do vapor de água confinado em uma panela de pressão completamente.

II. Isotérmica: transformação em que a temperatura permanece constante. Qualquer expansão ou contração lenta de um gás que ocorra em uma temperatura constante.

III. Em uma transformação adiabática variam o volume, a pressão e a temperatura. Gás sendo expelido por um spray de aerossol.

IV. Isobárica: transformação em que a pressão permanece constante. Resfriamento do gás contido em uma bexiga colocada para esfriar num refrigerador.

11. De acordo com as afirmativas acima, podemos dizer que: *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Somente a III é verdadeira.
- ☐ I, II, III e IV são verdadeiras.
- ☐ Todas são falsas.
- ☐ I e II são verdadeiras.
- ☐ II e III são verdadeiras.

8. As principais definições de grandezas termodinâmicas constam de suas leis.

- A primeira lei da Termodinâmica (calor, trabalho mecânico e energia interna) é a do princípio da conservação da energia.
- A segunda lei está relacionada com o conceito de entropia. Trata da transferência de energia térmica, indica as trocas de calor que têm tendência para igualar temperaturas diferentes (equilíbrio térmico).
- E a terceira lei aponta limitações para a obtenção do zero absoluto de temperatura.
- A lei zero é a que define a temperatura.

12. Na primeira lei da Termodinâmica, o balanço de energia de um dado sistema é dado em termos de três grandezas: *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ densidade, volume e massa.
- ☐ trabalho, calor e densidade.
- ☐ pressão, volume e temperatura.
- ☐ trabalho, calor e energia interna
- ☐ calor, energia interna e volume.

13. 9. Enquanto um gás se expande, recebe o calor $Q=80\text{J}$ e realiza o trabalho $T=55\text{J}$. Ao final do processo, podemos afirmar que a energia interna do gás: *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ aumentou 25 J.
- ☐ aumentou 80 J.
- ☐ aumentou 135 J.
- ☐ diminuiu 25 J.
- ☐ diminuiu 55 J.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

APÊNDICE E - ROTEIRO DA AULA EXPERIMENTAL (2º ANO B/C – GC)

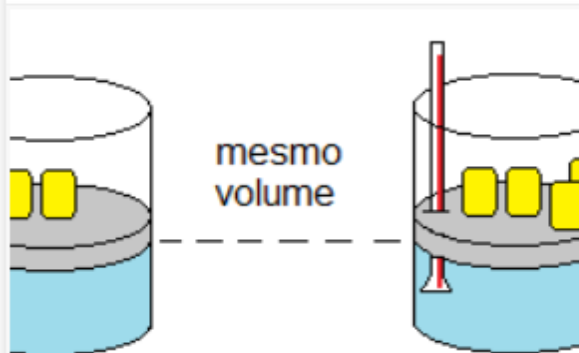
- **Disciplina:** Física
- **Série:** 2º Ano B / C **Data:** 17/05/2021
- **Conteúdo:** Termodinâmica
- **Nome do experimento:** _____



1. **Objetivo:** O que se pretende alcançar com aquela aula.
2. **Materiais utilizados:** Listar os materiais utilizados no experimento
3. **Metodologia:** Descrever detalhadamente os procedimentos (métodos) e etapas da experiência, fornecendo informações sobre a prática realizada.
4. **Referência:** Listar o nome de livros ou sites utilizados para realização do experimento.

APÊNDICE F - DESAFIO (QUIZ) INDIVIDUAL NA PLATAFORMA KAHOOT (2º Ano A - GE)

1 1. Qual tipo de transformação gasosa a imagem abaixo mostra?



- ☐ Isobárica
- ☐ Adiabática
- ☐ Isocórica
- ☐ Isotérmica
- ☐ No answer

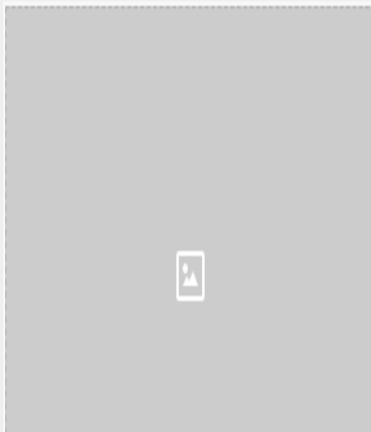
2 2. Classifique os sistemas termodinâmico de acordo com a sequência dos exemplos apresenta...



- ☐ Fechado, isolado e aberto.
- ☐ Aberto, fechado e isolado.
- ☐ Isolado, fechado e aberto.
- ☐ Fechado, aberto e isolado.
- ☐ No answer

3 3. Marque somente as frases verdadeiras.

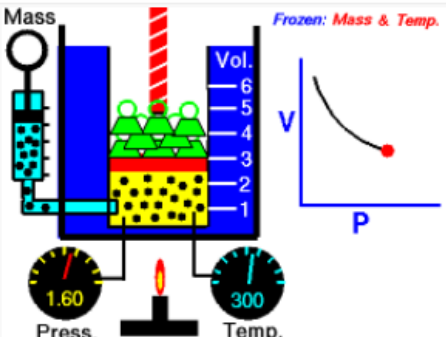
Quiz



- ☐ Nós nos agasalhamos para que o nosso corpo não perca calor para o ambiente.
- ☐ Nós nos agasalhamos para que o frio não entre em nosso corpo.
- ☐ Um corpo quente possui muito calor.
- ☐ A energia interna está relacionada à temperatura média do corpo.

APÊNDICE G - JOGOS DE APRENDIZADO "KAHOOTS" (2º ANO A - GE)

1 01. Qual tipo de transformação gasosa a imagem mostra?



Mass
Vol.
Frozen: Mass & Temp.
Press. 1.60 Temp. 300

- ☐ Isobárica
- ☐ Isotérmica
- ☐ Isocórica
- ☐ Adiabática
- ☐ No answer

2 02. Na frase, "O dia está quente, estou recebendo muito calor". Essa afirmativa é verdadeira o...



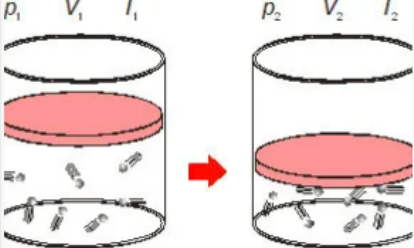
- ☐ True
- ☐ False
- ☐ No answer

3 03. O que diz a Segunda Lei da Termodinâmica?



- ☐ Não há como um corpo atingir a temperatura do zero absoluto.
- ☐ É expressa na fórmula $\Delta U = Q - T$
- ☐ Está associada ao conceito de entropia.
- ☐ Expressa o Princípio da Conservação de Energia
- ☐ No answer

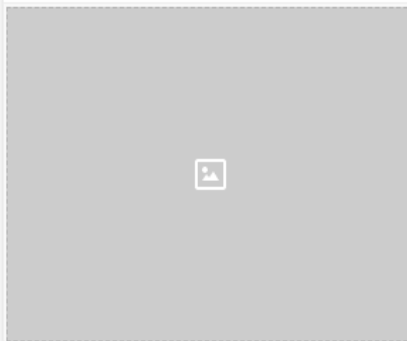
4 04. Um gás ideal é comprimido tão rapidamente que o calor trocado com o meio é desprezível...



- ☐ Que a pressão do gás diminui.
- ☐ Que a temperatura do gás diminui.
- ☐ Que a energia interna do gás aumenta.
- ☐ Que o volume do gás aumente.
- ☐ No answer

5 05. Sobre a propagação de calor, por qual meio se propaga o processo da condução térmica?

Quiz



- ☐ Por meio de ondas eletromagnéticas.
- ☐ É mais eficiente em materiais como os metais.
- ☐ É transferida para os gases e líquidos.
- ☐ Por meio do aquecimento da Terra através do sol.
- ☐ No answer

6 06. Um gás ideal de $V_1 = 40\text{L}$ à $T_1 = 300\text{K}$. Se a temperatura aumentar para $T_2 = 600\text{K}$ sob pressã...

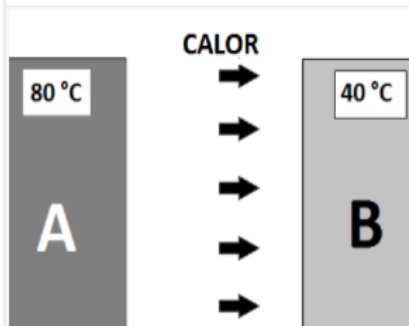
Quiz

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

- ☐ 75L
- ☐ 45L
- ☐ 80L
- ☐ 100L

7 07. Calor é uma energia térmica em trânsito. O fluxo de calor entre dois corpos em contato se ...

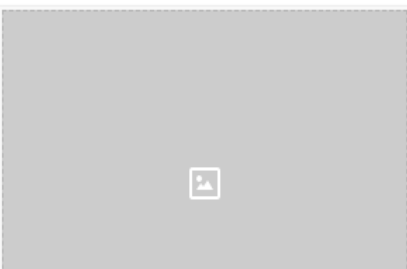
Quiz



- ☐ temperaturas dos corpos serem iguais
- ☐ temperatura dos corpos serem diferentes
- ☐ os corpos estarem muito quentes
- ☐ os corpos estarem muito frios
- ☐ No answer

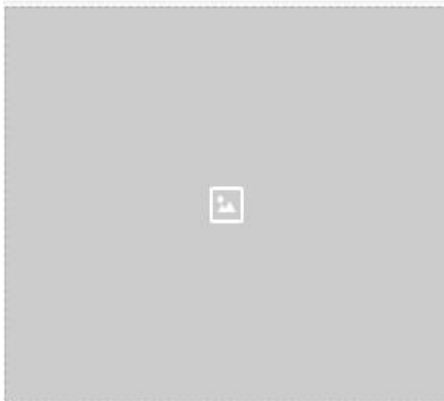
8 08. Como é denominado o sistema termodinâmico que troca energia, mas não troca matéria c...

Quiz



- ☐ Aberto
- ☐ Isolado
- ☐ Adiabático
- ☐ Fechado

9 09. A Lei zero da Termodinâmica afirma que, todos os corpos trocam calor entre si até que ati...



True



False



No answer

10 10. A energia que pode ser transferida para outros corpos devido uma diferença de temperatu...



energia cinética



energia interna



energia térmica



energia potencial

APÊNDICE H - DESAFIO INDIVIDUAL (QUIZ ON-LINE) - GOOGLE FORMS (2º ANO B/C - GC).

Perguntas Respostas 14 Configurações Total de pontos: 0

DESAFIO – AULA 02
Calor e temperatura

Seção 1 de 11

Resolvam ao desafio da Aula 02 - "Calor e Temperatura".

Descrição do formulário

Ativar o Windows
Acesse as configurações do computador para ativar o Windows.

Desafio 1

Descrição (opcional)

Assista ao vídeo e responda a pergunta abaixo:



Dois corpos P e Q, com temperaturas diferentes, sendo $T_p > T_q$, são colocados em contato e isolado de influências externas. O que ocorre com os valores de T_p e T_q ? *

- ☐ A temperatura de T_p aumenta e a T_q diminui.
- ☐ As duas temperaturas T_p e T_q diminuem.
- ☐ A temperatura de T_p diminui e a T_q aumenta.
- ☐ As duas temperaturas T_p e T_q aumentam.
- ☐ Nenhum dos itens estão corretos.

Desafio 2



Descrição (opcional)

Quando em um determinado sistema A e B, o estado de equilíbrio térmico é alcançado, o que podemos dizer sobre os valores de temperatura desses corpos? *

- ☐ $t_A > t_B$
- ☐ $t_A = t_B$
- ☐ $t_A \geq t_B$
- ☐ $t_A < t_B$

Desafio 3

Descrição (opcional)

Marque somente a frase verdadeira. *

- ☐ Nós nos agasalhamos para que o nosso corpo não perca calor para o ambiente.
- ☐ Um corpo quente possui muito calor.
- ☐ Nós nos agasalhamos para que o frio não entre em nosso corpo.

APÊNDICE I - TRABALHO ON-LINE FORMATIVO - GOOGLE FORMS (2º ANO B/C - GC)

Trabalho - Termodinâmica

*Obrigatório

1. E-mail *

2. Nome: *

Digite seu nome completo sem abreviação.

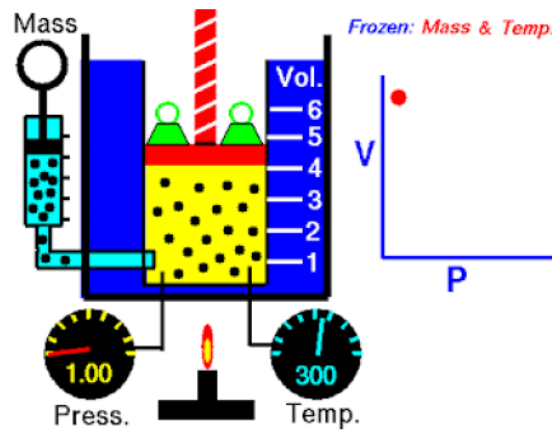
3. Disciplina: *

4. Turma: *

Vamos começar 🐾

5. 01. Qual tipo de transformação gasosa a imagem abaixo mostra? *

10 pontos



Marcar apenas uma oval.

- ☐ Isobárica
- ☐ Adiabática
- ☐ Isocórica
- ☐ Isotérmica
- ☐ Nenhuma das alternativas

6. 2. Classifique os sistemas termodinâmico de acordo com a sequência dos exemplos apresentados. *

10 pontos



Marcar apenas uma oval.

- ☐ Fechado, isolado e aberto.
- ☐ Isolado, fechado e aberto.
- ☐ Aberto, fechado e isolado.
- ☐ Fechado, aberto e isolado.
- ☐ Aberto, isolado e fechado.

7. 03. Marque somente as frases verdadeiras. *

10 pontos

Marque todas que se aplicam.

- ☐ Nós nos agasalhamos para que o nosso corpo não perca calor para o ambiente.
- ☐ Um corpo quente possui muito calor.
- ☐ A energia interna está relacionada à temperatura média do corpo.
- ☐ Nós nos agasalhamos para que o frio não entre em nosso corpo.
- ☐ O dia está frio, estou recebendo muito frio.

8. 04. A frase, " O dia está quente, estou recebendo muito calor". Essa afirmativa é verdadeira ou falsa? *

10 pontos

QUE CALOR!



@gadof1989

05. O calor está ligado à transferência de energia térmica de um corpo de maior temperatura para um corpo de menor temperatura, ou seja, calor é a energia em trânsito.

Assista ao vídeo e responda abaixo, a alternativa correta.

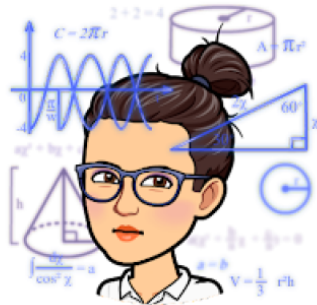


[http://youtube.com/watch?](http://youtube.com/watch?v=fNWwz8AI9Ro)

[v=fNWwz8AI9Ro](http://youtube.com/watch?v=fNWwz8AI9Ro)

10. 06. Relacione às colunas correspondentes: *

10 pontos



Marcar apenas uma oval por linha.

	Equilíbrio térmico	Fechado	Isobárico	Isolado	Isocórico ou isovolumétrico.
É caracterizada por uma variação de volume e temperatura, mantendo-se a pressão constante.	☐	☐	☐	☐	☐
Sistema que não troca energia nem matéria com o meio externo.	☐	☐	☐	☐	☐
Condição termodinâmica na qual dois ou mais corpos encontram-se à mesma temperatura.	☐	☐	☐	☐	☐
Sistema que troca energia, mas não matéria com o meio externo.	☐	☐	☐	☐	☐
Processo em que um gás ideal sofre mudanças de pressão e temperatura, mantendo-se constante o seu volume.	☐	☐	☐	☐	☐

11. 07. A Termodinâmica é a área da termologia que analisa os processos de troca de calor, observando as variações da temperatura, pressão e do volume e como elas interferem nos sistemas físicos. O que diz a Segunda Lei da Termodinâmica? *

10 pontos

Marcar apenas uma oval.

- ☐ De acordo com essa lei, não há como um corpo atingir a temperatura do zero absoluto.
- ☐ Está associada ao conceito de entropia.
- ☐ Expressa o Princípio da Conservação de Energia
- ☐ Afirma que todos os corpos em contato térmico transferem calor entre si, até que se atinja o equilíbrio térmico
- ☐ É expressa na fórmula $\Delta U = Q - T$

08. Quando uma determinada massa de gás sofre uma transformação em que a pressão se mantém constante constante é chamada de isobárica.

Se determinada massa de gás ideal, ocupa um volume de $V_1 = 40L$ á temperatura $T_1 = 300K$. Se a temperatura desse gás for aumentada para $T_2 = 600K$, sob pressão constante, qual será o novo volume V_2 do gás?

12. Assim temos a fórmula abaixo, para a prática resolução. Aponte somente o item verdadeiro. *

10 pontos

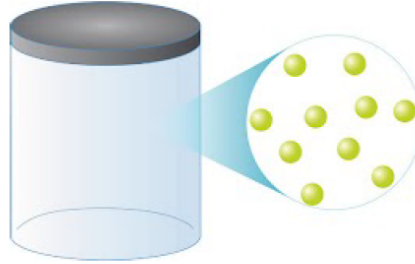
$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

Marcar apenas uma oval.

- ☐ 75L
- ☐ 45L
- ☐ 80L
- ☐ 100L
- ☐ 450L

13. 09. Entre as partículas de um gás ideal, não há qualquer tipo de interação, como forças atrativas ou repulsivas, além disso, essas partículas não ocupam espaço. Esse gás é comprimido tão rapidamente que o calor trocado com o meio é desprezível. É verdadeiro afirmar que: *

10 pontos



Marcar apenas uma oval.

- ☐ O volume do gás diminui
- ☐ A energia interna do gás aumenta
- ☐ A temperatura do gás diminui
- ☐ A pressão do gás diminui
- ☐ O gás realiza trabalho para o meio exterior

14. 10. Em nossa aula *online* foi realizada uma demonstração prática, como essa mostrada na imagem abaixo. Qual grandeza física se manteve constante no experimento? *

10 pontos



Marcar apenas uma oval.

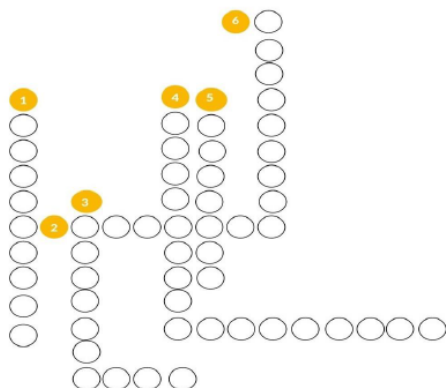
- ☐ Temperatura
- ☐ Volume
- ☐ Pressão
- ☐ Massa
- ☐ Volume e massa.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

APÊNDICE J - DESAFIO EM GRUPO ON-LINE EM TEMPO REAL - SLIDES (2º Ano B/C – GC)

01 ► Na cruzada, qual o item com as palavras corretas?



- 1 É caracterizada por uma variação de volume e temperatura, mantendo-se a pressão constante.
- 2 Sistema que não troca energia nem matéria com o meio externo.
- 3 Sistema em que a temperatura de um gás se mantém constante.
- 4 Condição termodinâmica na qual dois ou mais corpos encontram-se à mesma temperatura.

► Qual o item correto?

- a) Isotérmico, fechado, isobárico, equilíbrio térmico, isolado, isocórico.
- b) Isobárica, isolado, isotérmica, equilíbrio térmico, fechado, isocórico.
- c) Isocórico, equilíbrio térmico, isotérmica, isolado, fechado, isobárico.
- d) Isolado, isobárico, isotérmica, fechado, equilíbrio térmico, isocórico.

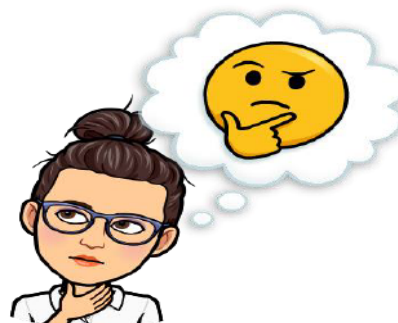
- 5 Sistema que troca energia, mas não matéria com o meio externo.
- 6 Processo em que um gás ideal sofre mudanças de pressão e temperatura, mantendo-se constante o seu volume.

At
Ac
ati

02 ► A Lei zero da Termodinâmica afirma que, todos os corpos trocam calor entre si até que atinja o equilíbrio térmico.

a) Verdade

b) Falso



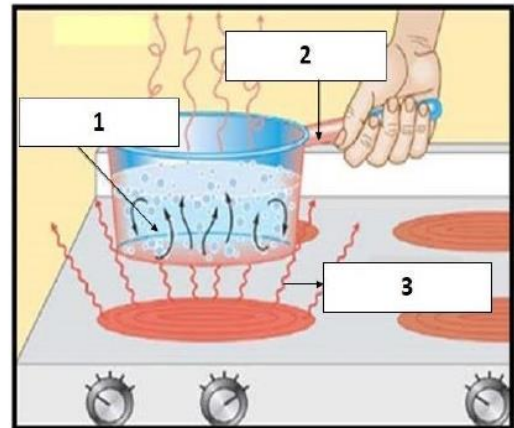
03 ► Calor é uma energia térmica em trânsito. O fluxo de calor entre dois corpos em contato se deve inicialmente a:

- a) temperaturas dos corpos serem iguais
- b) os corpos estarem muito quentes
- c) temperatura dos corpos serem diferentes
- d) os corpos estarem muito frios



04► A imagem representa as três formas pelas quais o calor pode se propagar. Sobre a propagação de calor, por qual meio se propaga o processo da convecção térmica?

- a) Por meio das ondas eletromagnéticas.
- b) Em materiais sólidos.
- c) Transferida para gases e líquidos.
- d) Em metais.



APÊNDICE L - ROTEIRO DA AULA EXPERIMENTAL - AULA MODELAGEM ELETRÔNICA NA PLATAFORMA TINKERCAD (2º ANO A - GE)

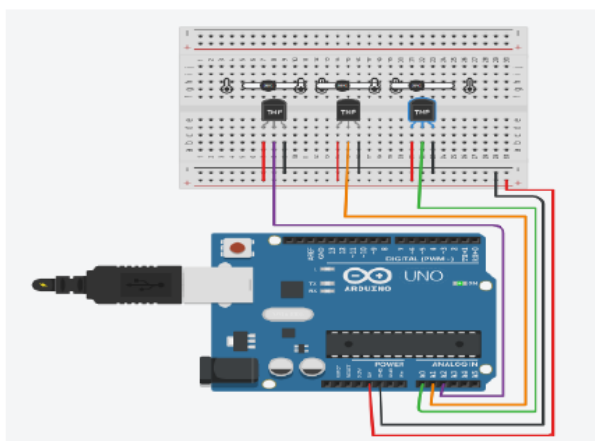
**Modelagem eletrônica - Sensor de temperatura TMP36
controlado pelo Arduino no Tinkercad**

EEM FRANCISCO NONATO FREIRE

Aluno (a) _____

Série: 2º Ano "A" Data: 28/05/2021

► ATIVIDADE

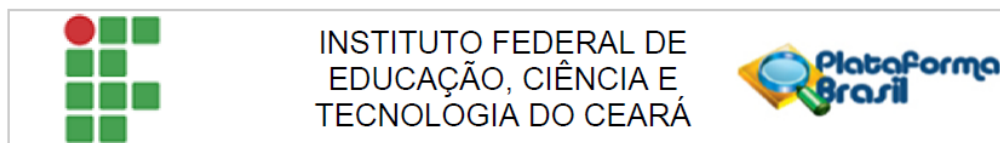


1. Calcular a soma das temperaturas de cada ensaio.
2. Calcular as médias das temperaturas de cada ensaio.
3. Calcular a diferença entre as temperaturas ($t_1 - t_2$) ($t_2 - t_3$) ($t_1 - t_3$).
4. Calcular a soma geral de todas as temperaturas.
5. Calcular a média geral.
6. Onde ocorreu maior diferença de temperatura?
7. Onde ocorreu menor diferença de temperatura.

Cada ensaio	T_1	T_2	T_3	Soma das T_1, T_2 e T_3	Média das temperaturas $T_1+T_2+T_3/3$	Diferença entre as temperaturas $(t_1 - t_2) (t_2 - t_3) (t_1 - t_3).$
1º ensaio						$(t_1 - t_2)$
						$(t_2 - t_3)$
						$(t_1 - t_3)$
2º ensaio						$(t_1 - t_2)$
						$(t_2 - t_3)$
						$(t_1 - t_3)$
3º ensaio						$(t_1 - t_2)$
						$(t_2 - t_3)$
						$(t_1 - t_3)$

Nº ensaio geral	Soma geral das temperaturas	Média geral das temperaturas $M1+M2+M3/3$
1º ensaio		
2º ensaio		
3º ensaio		
TOTAL		

ANEXO A - PARECER CONSUBSTANCIADO nº 4.669.681



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: Uso do Arduino e a gamificação no ensino da Termodinâmica

Pesquisador: CRISTIANA MARIA DOS SANTOS SILVA

Área Temática:

Versão: 5

CAAE: 39860720.4.0000.5589

Instituição Proponente: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO CEARA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.669.681

Apresentação do Projeto:

RESUMO

A disciplina de Física no Ensino Médio tem como fonte de estudo fenômenos que ocorrem em nosso cotidiano. A Termodinâmica é considerada pela maioria dos professores uma área da Física, que apresenta assuntos que não são facilmente entendidos pelos estudantes. A pesquisa que tem como tema “Uso do Arduino e a gamificação no ensino da Termodinâmica”, tem como objetivo analisar como a gamificação pode potencializar a aprendizagem significativa dos conhecimentos científicos e tecnológicos no ensino da Termodinâmica. O estudo propõe a aplicação de uma estratégia ativa gamificada através de uma sequência didática de atividades, baseada nos Três Momentos Pedagógicos (3MP) para o ensino da Termodinâmica, utilizando a simulação computacional e modelagem teórica, que dispõe do Arduino com ambiente de programação como ferramenta pedagógica para potencializar os conhecimentos científicos e tecnológicos da Termodinâmica, flexibilizando e otimizando o processo de aprendizagem significativa. No contexto inicial terá uma sessão de aprofundamento teórico, que envolverá uma pesquisa quali-quantitativa descritiva, através de um estudo de caso com estudantes de três (03) turmas da 2ª série A/B/C da Escola da rede pública estadual de educação, EEM Francisco Nonato Freire do município de Alto Santo - Ce, sobre a coordenação da CREDE 10 - Russas - CE. As aulas serão realizadas totalmente por meio de ensino remoto em um ambiente virtual, através da ferramenta Google Meet, vista a situação atípica do novo coronavírus. A aplicação da pesquisa ocorrerá

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703

Bairro: Jardim América

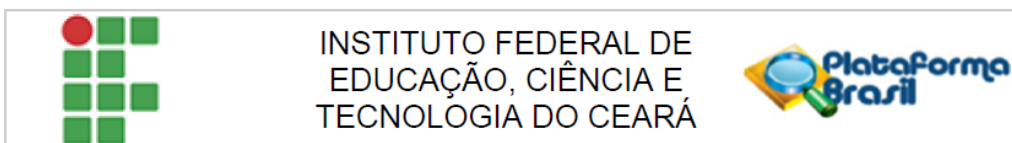
CEP: 60.410-426

UF: CE

Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3401-2332

E-mail: cep@ifce.edu.br



Continuação do Parecer: 4.669.681

Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_1725947_E1.pdf	14/04/2021 19:52:34		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	termo_de_consentimento_livre_e_esclarecido.pdf	14/04/2021 19:51:16	CRISTIANA MARIA DOS SANTOS SILVA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	tcle_aos_pais.pdf	14/04/2021 19:50:58	CRISTIANA MARIA DOS SANTOS SILVA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	termo_de_assentimento_livre_e_esclarecido.pdf	14/04/2021 19:50:22	CRISTIANA MARIA DOS SANTOS SILVA	Aceito
Outros	questionario_de_opiniao.pdf	02/04/2021 10:33:49	CRISTIANA MARIA DOS SANTOS SILVA	Aceito
Outros	pre_teste_pos_teste.pdf	02/04/2021 10:32:22	CRISTIANA MARIA DOS SANTOS SILVA	Aceito
Parecer Anterior	parecer_aprovado_cep.pdf	02/04/2021 10:29:29	CRISTIANA MARIA DOS SANTOS SILVA	Aceito
Outros	declaracao_de_garantia_regresso.pdf	02/04/2021 10:26:59	CRISTIANA MARIA DOS SANTOS SILVA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto_detalhado.pdf	02/04/2021 10:20:58	CRISTIANA MARIA DOS SANTOS SILVA	Aceito
Orçamento	orcamento.pdf	02/04/2021 10:20:25	CRISTIANA MARIA DOS SANTOS SILVA	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	termo_autorizacao_declaracao_infraestrutura.pdf	02/04/2021 10:19:40	CRISTIANA MARIA DOS SANTOS SILVA	Aceito
Cronograma	cronograma_2.pdf	02/04/2021 10:16:14	CRISTIANA MARIA DOS SANTOS SILVA	Aceito
Cronograma	cronograma_1.pdf	02/04/2021 10:15:47	CRISTIANA MARIA DOS SANTOS SILVA	Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto.pdf	02/04/2021 10:15:14	CRISTIANA MARIA DOS SANTOS SILVA	Aceito
Outros	declaracao_de_compromisso_de_apresentacao_dos_resultados.pdf	05/11/2020 23:33:30	CRISTIANA MARIA DOS SANTOS SILVA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703

Bairro: Jardim América

CEP: 60.410-426

UF: CE

Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3401-2332

E-mail: cep@ifce.edu.br



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO CEARÁ



Continuação do Parecer: 4.669.681

FORTALEZA, 26 de Abril de 2021

Assinado por:
Jeffé Ferreira da Silva
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703

Bairro: Jardim América

UF: CE

Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3401-2332

CEP: 60.410-426

E-mail: cep@ifce.edu.br

ANEXO B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



INSTITUTO FEDERAL
CEARÁ
Campus Fortaleza

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
ESTADO DO CEARÁ - IFCE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA - PGECM

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

“Uso do Arduino e a gamificação no ensino da Termodinâmica”

Pesquisadora: Cristiana Maria dos Santos Silva

Orientador: Mairton Cavalcante Romeu

Identificação

Você está sendo convidado a participar como voluntário de uma pesquisa de tema “Uso do Arduino e a gamificação no ensino da Termodinâmica” pesquisado pela aluna Cristiana Maria dos Santos Silva. Este documento, chamado Termo de Assentimento Livre e Esclarecido, visa assegurar seus direitos como participante e é elaborado em duas vias, uma que deverá ficar com você e outra com o pesquisador.

Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de assiná-lo, você poderá esclarecê-las com o pesquisador. Se preferir, pode levar este Termo para casa e consultar seus familiares ou outras pessoas antes de decidir participar. Não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo se você não aceitar participar ou retirar sua autorização em qualquer momento.

Justificativa e objetivos:

Considerada pela maioria dos professores, a Termodinâmica é uma área da Física, que apresenta assuntos que não são facilmente entendidos pelos estudantes. Contextualizar os conteúdos da Termodinâmica, é uma das formas de melhorar o entendimento do aluno, já que a temática trabalha com conceitos tão comuns em seu cotidiano

Objetivo geral:

Analisar como a gamificação pode potencializar a aprendizagem significativa dos conhecimentos científicos e tecnológicos no ensino da Termodinâmica.

Objetivos Específicos:

- Investigar estratégias pedagógicas que utilize o Arduino como recurso didático no estudo da Termodinâmica, atendendo assim, às necessidades dos alunos contemporâneos.
- Aplicar uma prática pedagógica, através de metodologias que possibilitem aos alunos interagir de forma ativa com simulações, experimentações (virtual) e estratégias gamificadas, possibilitando a melhor compreensão dos conteúdos da Física.
- Examinar as contribuições da Teoria da Aprendizagem Significativa e uma sequência didática nos conhecimentos da Termodinâmica em sala de aula, por meio da aplicação de questionários.
- Apontar as colaborações que a Neurociências pode oferecer na compreensão do processo de ensino e aprendizagem.

Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do participante: _____

ANEXO C - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO AOS PAIS E/OU RESPONSÁVEIS



INSTITUTO FEDERAL
CEARÁ
Campus Fortaleza

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO ESTADO DO CEARÁ - IFCE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA - PGECM

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO AOS PAIS E/OU RESPONSÁVEIS

“Uso do Arduino e a gamificação no ensino da Termodinâmica”

Pesquisadora: Cristiana Maria dos Santos Silva

Orientador: Mairton Cavalcante Romeu

Identificação

O menor sobre sua responsabilidade está sendo convidado a participar como voluntário de uma pesquisa de tema “Uso do Arduino e a gamificação no ensino da Termodinâmica” pesquisado pela aluna Cristiana Maria dos Santos Silva. Este documento nominado de termo de consentimento livre e esclarecido, visa assegurar os seus direitos como participante, sendo elaborado em duas vias, uma que deverá ficar com você e a outra com a pesquisadora.

Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de assiná-lo, você poderá esclarecê-las com o pesquisador. Se preferir, pode levar este Termo para casa e consultar seus familiares ou outras pessoas antes de decidir participar. Não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo se você não aceitar participar ou retirar sua autorização em qualquer momento.

Justificativa e objetivos

Considerada pela maioria dos professores, a Termodinâmica é uma área da Física, que apresenta assuntos que não são facilmente entendidos pelos estudantes. Contextualizar os conteúdos da Termodinâmica, é uma das formas de melhorar o entendimento do aluno, já que a temática trabalha com conceitos tão comuns em seu cotidiano

Objetivo geral:

Analisar como a gamificação pode potencializar a aprendizagem significativa dos conhecimentos científicos e tecnológicos no ensino da Termodinâmica.

Objetivos Específicos:

- Investigar estratégias pedagógicas que utilize o Arduino como recurso didático no estudo da Termodinâmica, atendendo assim, às necessidades dos alunos contemporâneos.
- Aplicar uma prática pedagógica, através de metodologias que possibilitem aos alunos interagir de forma ativa com simulações, experimentações (virtual) e estratégias gamificadas, possibilitando a melhor compreensão dos conteúdos da Física.

Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do participante: _____

ANEXO D - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



INSTITUTO FEDERAL
CEARÁ
Campus Fortaleza

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
ESTADO DO CEARÁ - IFCE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA - PGECEM

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

“Uso do Arduino e a gamificação no ensino da Termodinâmica”

Pesquisadora: Cristiana Maria dos Santos Silva

Orientador: Mairton Cavalcante Romeu

Identificação

Você está sendo convidado a participar como voluntário de uma pesquisa de tema “Uso do Arduino e a gamificação no ensino da Termodinâmica” pesquisado pela aluna Cristiana Maria dos Santos Silva. Este documento, chamado Termo de Assentimento Livre e Esclarecido, visa assegurar seus direitos como participante e é elaborado em duas vias, uma que deverá ficar com você e outra com o pesquisador.

Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de assiná-lo, você poderá esclarecê-las com o pesquisador. Se preferir, pode levar este Termo para casa e consultar seus familiares ou outras pessoas antes de decidir participar. Não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo se você não aceitar participar ou retirar sua autorização em qualquer momento.

Justificativa e objetivos:

Considerada pela maioria dos professores, a Termodinâmica é uma área da Física, que apresenta assuntos que não são facilmente entendidos pelos estudantes. Contextualizar os conteúdos da Termodinâmica, é uma das formas de melhorar o entendimento do aluno, já que a temática trabalha com conceitos tão comuns em seu cotidiano

Objetivo geral:

Analisar como a gamificação pode potencializar a aprendizagem significativa dos conhecimentos científicos e tecnológicos no ensino da Termodinâmica.

Objetivos Específicos:

- Investigar estratégias pedagógicas que utilize o Arduino como recurso didático no estudo da Termodinâmica, atendendo assim, às necessidades dos alunos contemporâneos.
- Aplicar uma prática pedagógica, através de metodologias que possibilitem aos alunos interagir de forma ativa com simulações, experimentações (virtual) e estratégias gamificadas, possibilitando a melhor compreensão dos conteúdos da Física.
- Examinar as contribuições da Teoria da Aprendizagem Significativa e uma sequência didática nos conhecimentos da Termodinâmica em sala de aula, por meio da aplicação de questionários.
- Apontar as colaborações que a Neurociências pode oferecer na compreensão do processo de ensino e aprendizagem.

Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do participante: _____