

**UNIVERSIDADE LUTERANA DO BRASIL**  
**DIRETORIA ACADÊMICA**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E**  
**MATEMÁTICA**

LUCAS TEIXEIRA PICANÇO

CONSTRUINDO SIGNIFICADOS SOBRE O CONCEITO DE ENERGIA:  
RESULTADOS DE UMA UNIDADE DE ENSINO INCLUSIVA APLICADA A  
ESTUDANTES SURDOS DO ENSINO MÉDIO EM TEMPOS DE PANDEMIA



Canoas, 2022

**UNIVERSIDADE LUTERANA DO BRASIL**  
**DIRETORIA ACADÊMICA**

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E  
MATEMÁTICA



LUCAS TEIXEIRA PICANÇO

CONSTRUINDO SIGNIFICADOS SOBRE O CONCEITO DE ENERGIA: RESULTADOS  
DE UMA UNIDADE DE ENSINO INCLUSIVA APLICADA A ESTUDANTES SURDOS DO  
ENSINO MÉDIO EM TEMPOS DE PANDEMIA

Tese apresentada no Programa de Pós -  
Graduação em Ensino de Ciências e Matemática  
da Universidade Luterana do Brasil para obtenção  
do título de Doutor em Ensino de Ciências e  
Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Agostinho Serrano de Andrade Neto  
Coorientadora: Profa. Dra. Marlise Geller

Canoas, 2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação – CIP

P585c Picanço, Lucas Teixeira.

Construindo significados sobre o conceito de energia : resultados de uma unidade de ensino inclusiva aplicada a estudantes surdos do ensino médio em tempos de pandemia / Lucas Teixeira Picanço. – 2022.

265 f. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Luterana do Brasil, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Canoas, 2022.

Orientador: Prof. Dr. Agostinho Serrano de Andrade Neto.

Coorientadora: Profa. Dra. Marlise Geller.

1. Educação especial. 2. Educação de surdos. 3. Ensino de física. 4. Unidade de Ensino Potencialmente Significativa – UEPS. 5. Unidade de Ensino Inclusiva – UEI. I. Andrade Neto, Agostinho Serrano. II. Geller, Marlise. III. Título.

CDU 376.33

Bibliotecária responsável – Heloisa Helena Nagel – 10/981

LUCAS TEIXEIRA PICANÇO

CONSTRUINDO SIGNIFICADOS SOBRE O CONCEITO DE ENERGIA: RESULTADOS  
DE UMA UNIDADE DE ENSINO INCLUSIVA APLICADA A ESTUDANTES SURDOS DO  
ENSINO MÉDIO EM TEMPOS DE PANDEMIA

Tese apresentada no Programa de Pós-  
Graduação em Ensino de Ciências e Matemática  
da Universidade Luterana do Brasil para obtenção  
do título de Doutor em Ensino de Ciências e  
Matemática.

Data de Aprovação:

BANCA EXAMINADORA

---

Profa. Dra. Helena Libardi  
Universidade Federal de Lavras– UFLA.

---

Profa. Dra. Neusa Teresinha Massoni  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS.

---

Profa. Dra. Maria Adelina Raupp Sganzerla  
Universidade Luterana do Brasil – ULBRA.

---

Prof. Dr. Renato Pires dos Santos  
Universidade Luterana do Brasil – ULBRA.

---

Prof. Dr. Agostinho Serrano de Andrade Neto (Orientador)  
Universidade Luterana do Brasil – ULBRA.

---

Profa. Dra. Marlise Geller (Coorientadora)  
Universidade Luterana do Brasil – ULBRA

Dedico esta pesquisa a todos os surdos e às suas lutas pelo direito a uma educação bilíngue e/ou verdadeiramente inclusiva.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela dádiva da vida.

Aos meus pais Josué Rodrigues Picanço e Raimunda Nonata Teixeira Picanço.

À minha esposa e sempre amiga, Neiva Pinheiro Fragata, que me deu o maior presente de todos, nossa primeira filha, Arabela Fragata Picanço.

Aos meus irmãos e amigos, pelo apoio nesta caminhada.

Aos professores e estudantes surdos que participaram deste trabalho.

A todos os colegas e professores do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática – PPGECIM, da Universidade Luterana do Brasil, por esses anos de amizade e companheirismo.

À coordenação do PPGECIM, representada pela Professora Dra. Cláudia Lisete Oliveira Groenwald, pelo apoio em todos os momentos desta caminhada.

Por último, mas não menos importantes, aos meus orientadores, o Professor Dr. Agostinho de Andrade Serrano Neto e Professora Dra. Marlise Geller, por todo o apoio e ensinamento nesses anos.

E à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas – FAPEAM, pelo apoio financeiro para executar esta pesquisa.

*Quando eu aceito a língua de outra pessoa, eu aceito a pessoa... Quando eu rejeito a língua, eu rejeito a pessoa porque a língua é parte de nós mesmos... Quando eu aceito a Língua de Sinais, eu aceito o surdo, e é importante ter sempre em mente que o surdo tem o direito de ser surdo. Nós não devemos mudá-los, devemos ensiná-los, mas tem-se que lhes permitir ser surdo.*

Terje Basilier (Psiquiatra surdo norueguês)

## RESUMO

Esta pesquisa buscou apresentar a construção de significados do conceito de energia por estudantes surdos, durante o contexto pandêmico. Para tanto, utilizou-se uma sequência didática desenvolvida para o ensino de Física para estudantes surdos, intitulada Unidade de Ensino Inclusiva (UEI). Essa abordagem representa uma ampliação das ideias de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) de Moreira, especialmente ao contemplar o desenvolvimento de estratégias pedagógicas que respeitem, em primeiro lugar, a identidade cultural dos estudantes surdos. Inicialmente, apresentou-se uma introdução à temática, que destaca a motivação para realizar esta pesquisa, bem como um breve histórico sobre a educação de surdos, para contextualizar o leitor. Em seguida, expôs-se o referencial teórico utilizado, onde são discutidos alguns aspectos da identidade e cognição de pessoas surdas e o problema do ensino de ideias abstratas para elas, indicando uma possível solução, por meio de representação dos fenômenos e da Teoria da Mediação Cognitiva (TMC), aliada ao campo de conhecimento da Tecnologia Assistiva (TA), aplicadas ao ensino do conceito de energia. Na sequência, delineou-se o percurso metodológico da pesquisa, no qual se caracteriza a população e o local de pesquisa. Seguiu-se com a revisão da literatura, que proporcionou o fomento necessário para o desenvolvimento de estratégias e recursos didáticos para este estudo. Na etapa seguinte, registrou-se o processo de ensino remoto, híbrido e presencial durante a pandemia de Covid-19 na escola pesquisada. Posteriormente, evidenciou-se a UEI propriamente dita, destacando os resultados da aplicação desta metodologia em uma turma do 1º ano do Ensino Médio, de uma Escola Especial para surdos de Porto Alegre, no Rio Grande do Sul. Como principal descoberta, ressalta-se que os participantes desta pesquisa tinham um conceito limitado a respeito do tema energia, antes da intervenção pedagógica, restringindo-o ao conceito de energia elétrica. Contudo, ao final do processo de ensino e aprendizagem, passaram a reconhecer, ainda que parcialmente, outras formas de energia e criaram sinais para denominar duas das formas mais exploradas na sequência didática. Por fim, ressalta-se os aspectos que deram mais certo e quais podem ser melhorados, além das possibilidades de aplicação dessa metodologia para outros temas do componente curricular da Física e outros contextos da educação especial. Por fim, salienta-se a possibilidade de construção de novas UEI.

**Palavras-chaves:** Educação especial; Educação dos surdos; Ensino de Física; Unidade de Ensino Potencialmente Significativa – UEPS; Unidade de Ensino Inclusiva – UEI.



## ABSTRACT

This research aimed to present the energy concept meanings construction by deaf students during the pandemic. For this, it was used a didactic sequence developed for teaching physics to deaf students, entitled Inclusive Teaching Unit (ITU). This approach represents an expansion of Moreira's ideas regarding Potentially Meaningful Teaching Units (PMTU), especially when facing the pedagogical strategies development that respect, first of all, the deaf students cultural identity. Initially, an introduction to the theme was presented, highlighting the motivation to carry out this research, as well as a brief history on deaf education, to contextualize the reader. Then, the theoretical framework used was exposed, where some aspects of deaf people identity and cognition and the problem of teaching abstract ideas to them were discussed, indicating a possible solution through the phenomena representation and the Cognitive Mediation Theory (CMT), allied to the Assistive Technology (AT) knowledge field, applied to the teaching of the energy concept. Next, the research methodological path was outlined, in which the population and the research venue were characterized. This was followed by a literature review, which provided the necessary support for developing this research teaching strategies and resources. In the next step, the remote, hybrid, and face-to-face teaching process during the Covid-19 pandemic at the researched school was recorded. Subsequently, the ITU itself was evidenced, highlighting the methodology application results in a 1st year high school class of a Special School for the Deaf, in Porto Alegre, Rio Grande do Sul. As a main finding, it is noteworthy that the participants of this research had a limited concept about the energy theme before the pedagogical intervention, restricting it to electrical energy concept. However, at the end of the teaching and learning process, they started to recognize, although partially, other forms of energy and created signs to name two of the most explored forms in the didactic sequence. Finally, the aspects that worked best and which can be improved were highlighted, as well as the possibilities of applying this methodology to other themes of the Physics curriculum and other contexts of special education. Finally, the possibility of building new UEI's is pointed out.

**Keywords:** Special education; Deaf Education; Teaching Physics; Potentially Meaningful Teaching Unit – PMTU; Inclusive Teaching Unit – ITU.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Níveis de representação de um fenômeno físico da Mecânica Newtoniana aplicado ao futebol.....	36
Figura 2 –Mediações cognitivas na TMC.....	40
Figura 3 – Processo de mediação Hipercultural de acordo com a classificação de Esquembre (2002) .....	42
Figura 4 – Exemplos de mediação Hipercultural de acordo com a classificação de Esquembre (2002) .....	43
Figura 5 – Exemplos de Tecnologia Assistiva para surdos de acordo com Bersch (2017)	47
Figura 6 – Recurso de Tecnologia Assistiva, Luva <i>HandTalk</i> .....	48
Figura 7 – Demonstração de uso do recurso de TA “Giulia, Mãos que falam” .....	49
Figura 8 – Código HTML usado nas páginas do site .....	52
Figura 9 – Demonstração de homepage do <i>site</i> Unidade de ensino Energia Mecânica Assistiva.....	53
Figura 10 – Tradução do <i>website</i> usando o VLibras .....	53
Figura 11 – Exemplo de uma resposta escrita de um aluno surdo .....	54
Figura 12 – Formulário adaptado para receber resposta em Libras .....	55
Figura 13 – Opções de envio de resposta em Libras .....	56
Figura 14 – Ilustração com o funcionamento do aplicativo .....	57
Figura 15 – Vídeo legendado e com tradutor de Libras .....	58
Figura 16 –Sistema massa-mola .....	74
Figura 17 – Gráfico com o número de trabalhos por ano relacionados à surdez na Plataforma CAPES .....	90
Figura 18 – Gráfico da distribuição anual dos trabalhos de pesquisa relacionados à surdez em grandes Áreas do Conhecimento no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES ..	91
Figura 19 – Gráfico da distribuição anual dos trabalhos de pesquisa relacionados à surdez nas áreas de Educação e Ensino no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES.....	92
Figura 20 – Gráfico do número de trabalhos por área de ensino nos indexadores ERIC e SCOPUS.....	94
Figura 21 - Análise temática dos artigos encontrados no Brasil .....	95

Figura 22 - Análise temática dos artigos sobre o ensino de Física ou Astronomia para Surdos encontrados no cenário internacional.....	99
Figura 23 – Registro de problemas de conexão de <i>internet</i> do professor.....	108
Figura 24 – Registro no <i>Chat</i> do <i>Google Meet</i> de problemas de conexão de <i>internet</i> de uma aluna.....	109
Figura 25 – Registro de uma aula <i>online</i> via <i>Google Meet</i> .....	111
Figura 26 – Registro de uma aula online via <i>Google Meet</i> que utilizou uma simulação do PHET-Colorado. ....	116
Figura 27 – Professor P explicando o funcionamento do <i>Google Classroom</i> no Facebook da Escola.....	117
Figura 28 – Professor P apresentando um vídeo de uma disputa entre um carro de F1 e um guepardo para contextualizar conceitos da cinemática .....	118
Figura 29 – Quadro sintético de aulas .....	123
Figura 30 - Registro das palavras solicitadas pelos alunos .....	125
Figura 31 - Alunos A01, A04 e A05 respondendo à segunda parte do teste diagnóstico	126
Figura 32 - Alunos A03, A04 e A05 explicando as respostas do teste diagnóstico .....	128
Figura 33 - Aluno A05 respondendo que não tem energia ao chutar uma bola.....	128
Figura 34 - Aluno A03 fala sobre a energia no Parque eólico.....	129
Figura 35 - Demonstração da transformação da energia solar em cinética.....	130
Figura 36 - Registro da aula sem recursos digitais.....	131
Figura 37 - Aluna A01 realizando o experimento da queda da bola de massa de modelar .....	134
Figura 38 - Montagem da atividade experimental “Carrinho divertido da Física” .....	136
Figura 39 - Registro da atividade experimental “Carrinho divertido da Física” .....	137
Figura 40 - Registro da atividade experimental com elásticos.....	139
Figura 41 - Demonstração de um sistema que envolve força elástica.....	139
Figura 42 - Registro do slide contendo a imagem do super-herói Flash.....	141
Figura 43 - Aluna A06 fazendo o sinal de Energia Cinética.....	141
Figura 44 - Aluno A05 fazendo o sinal de Energia Potencial Gravitacional .....	142
Figura 45 - Aluno A05 testando apagar o lápis com a bolinha de borracha .....	145
Figura 46 - Aluno A03 ilustrando como ele imagina que ocorre a deformação da bolinha de borracha.....	146

Figura 47 - Aluna A06 deixa a bolinha de borracha sobre o caderno .....	147
Figura 48 - Apresentação do arremesso de uma bola de futebol cheia com água no rosto de um homem.....	147
Figura 49 - Professor P explicando a força elástica com desenhos no quadro .....	149
Figura 50 - Aluno A05 testa a força elástica com uma liga de borracha.....	149
Figura 51 - Pesquisa do termo “ervilha em conserva” .....	151
Figura 52 - Simulação Conservação da Energia Mecânica na Queda de corpos.....	152
Figura 53 - Gráfico das energias em função do tempo na Queda de corpos.....	154
Figura 54 - Aluno A05 interagindo com a simulação “Energia na Pista de <i>Skate</i> ” .....	156
Figura 55 - Aluno A05 simulando soltar o skatista a 8 m do chão acima da pista .....	159
Figura 56 - Aluna A06 explicando para os colegas o que acontece com a energia no início e no fim do movimento do skatista .....	160
Figura 57 - Apresentação do vídeo Cirque du Soleil - Ovo.....	161
Figura 58 – Print screen do vídeo Cirque du Soleil - Ovo.....	162
Figura 59 - Simulação Conservação da Energia Mecânica no trampolim .....	163
Figura 60 - Respostas da Aluna A01 à primeira parte do teste diagnóstico inicial .....	165
Figura 61 - Respostas do Aluno A02 à primeira parte do teste diagnóstico inicial .....	166
Figura 62 - Respostas do Aluno A03 à primeira parte do teste diagnóstico inicial .....	167
Figura 63 - Respostas da Aluna A04 à primeira parte do teste diagnóstico inicial .....	168
Figura 64 - Respostas do Aluno A05 à primeira parte do teste diagnóstico inicial .....	168
Figura 65 - Respostas da Aluna A01 à segunda parte do teste diagnóstico inicial.....	170
Figura 66 - Respostas da Aluna A04 à segunda parte do teste diagnóstico inicial.....	171
Figura 67 - Respostas do Aluno A05 à segunda parte do teste diagnóstico inicial.....	172
Figura 68 – Respostas da Aluna A01 no teste diagnóstico final (questões de 1 a 5) .....	173
Figura 69 - Respostas da Aluna A01 no teste diagnóstico final (questão 6).....	174
Figura 70 - Respostas do Aluno A02 no teste diagnóstico final (questões de 1 a 5).....	175
Figura 71 - Respostas do Aluno A02 no teste diagnóstico final (questão 6).....	176
Figura 72 - Respostas do Aluno A05 no teste diagnóstico final (questões de 1 a 5) .....	177
Figura 73 - Respostas do Aluno A05 no teste diagnóstico final (questão 6).....	178
Figura 74 - Lâmpada do sinal .....	180

*As figuras desta pesquisa foram audiodescritas para serem acessíveis a todos os leitores. A Audiodescrição foi elaborada por Elza de Oliveira e a consultoria realizada por Rosenilda Farias.*

## LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABPEE	Associação Brasileira de Pesquisadores em Educação Especial
AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
BIOE	Banco Internacional de Objetos Educacionais
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
INES	Instituto Nacional de Estudos Surdos
Libras	Língua Brasileira de Sinais
NTID/RIT	National Technical Institute for the Deaf at Rochester Institute of Technology
PIE	Plano Individual de Estudo
POA	Porto Alegre
PPGECIM	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática
PPP	Projeto Político e Pedagógico
RCG	Referencial Curricular Gaúcho
RA	Realidade Aumentada
RS	Rio Grande do Sul
SEDUC-RS	Secretaria da Educação do Estado do Rio Grande do Sul
TA	Tecnologia Assistiva
TAS	Teoria da Aprendizagem Significativa
TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação
TMC	Teoria da Mediação Cognitiva
UEI	Unidade de Ensino Inclusiva

UEPS            Unidade de Ensino Potencialmente Significativa

ULBRA        Universidade Luterana do Brasil

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>18</b>
1.1 JUSTIFICATIVA.....	19
1.2 UM BREVE HISTÓRICO DA EDUCAÇÃO DOS SURDOS .....	20
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>28</b>
2.1 DIFERENTES IDENTIDADES DE PESSOAS SURDAS E ALGUNS ASPECTOS DA COGNIÇÃO SURDA.....	28
2.2 A ABSTRAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA PARA SURDOS: UM DESAFIO A SER SUPERADO.....	31
<b>2.2.1 Múltiplas representações no ensino de química .....</b>	<b>31</b>
<b>2.2.2 Uma releitura dos níveis de representação para o ensino de Física.....</b>	<b>35</b>
2.3 A MEDIAÇÃO COGNITIVA POR MEIO DE RECURSOS DIGITAIS DE TECNOLOGIA ASSISTIVA PARA ALUNOS SURDOS: REALIDADE, EXPECTATIVAS E POSSIBILIDADES .....	38
<b>2.3.1 A Teoria da Mediação Cognitiva .....</b>	<b>39</b>
<b>2.3.2 Recursos de Tecnologia Assistiva para Surdos .....</b>	<b>46</b>
<b>2.3.3 Processo de Ensino e Aprendizagem de Alunos Surdos auxiliado pela Tecnologia Assistiva .....</b>	<b>49</b>
<b>2.3.4 A Implementação de Recursos Digitais de Tecnologia Assistiva para Surdos no ensino de Física.....</b>	<b>52</b>
<b>2.3.5 Influência dos recursos hiperculturais na proposta desta pesquisa .....</b>	<b>59</b>
2.4 UNIDADE DE ENSINO INCLUSIVA: UMA PROPOSTA DE ENSINO DE FÍSICA PARA ALUNOS SURDOS DO ENSINO MÉDIO .....	60
<b>2.4.1 Unidade de Ensino Potencialmente Significativa e a Teoria da Mediação Cognitiva .....</b>	<b>61</b>
2.5 ENERGIA: UM CONCEITO FUNDAMENTAL.....	66
<b>2.5.1 A abordagem adotada nesta pesquisa para ensinar o termo energia.....</b>	<b>69</b>
<b>3 PERCURSO METODOLÓGICO .....</b>	<b>77</b>
3.1 ETAPAS DA PESQUISA.....	78
<b>3.1.1 Fase exploratória .....</b>	<b>78</b>



3.1.2	<b>Trabalho de campo</b> .....	78
3.1.3	<b>Tratamento do material empírico e documental</b> .....	78
3.2	PERÍODO DE COLETA DE DADOS.....	79
3.3	CARACTERÍSTICAS DA POPULAÇÃO E DO LOCAL DE PESQUISA.....	80
3.4	IDENTIDADES SURDAS DOS PARTICIPANTES DA PESQUISA.....	82
4	<b>O ESTADO DA ARTE DO ENSINO DE FÍSICA PARA ALUNOS SURDOS</b> .....	83
4.1	METODOLOGIA DA PESQUISA BIBLIOGRÁFICA.....	84
4.2	RESULTADOS E DISCUSSÃO DA PESQUISA BIBLIOGRÁFICA.....	86
4.2.1	<b>Pesquisa no Repositório ERIC</b> .....	87
4.2.2	<b>Pesquisa no Repositório SciELO</b> .....	88
4.2.3	<b>Pesquisa no Repositório SCOPUS</b> .....	88
4.2.4	<b>Panorama do ensino de Ciências e Física para Surdos no Brasil</b> .....	89
4.2.5	<b>Panorama do ensino de Física para Surdos no Cenário Internacional</b> .....	98
4.3	O QUE ESSES ARTIGOS DIZEM? .....	105
5	<b>O ENSINO DE FÍSICA PARA SURDOS EM TEMPOS DE PANDEMIA: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA</b> .....	107
5.1	DESAFIOS E ADVERSIDADES NO ENSINO REMOTO PARA SURDOS.....	108
5.1.1	<b>A comunicação em tempos de pandemia</b> .....	108
5.1.2	<b>Limitações das plataformas de videoconferência</b> .....	110
5.1.3	<b>O processo de implementação do ensino remoto e/ou híbrido</b> .....	112
5.1.4	<b>A falta de materiais didáticos em Libras e o regionalismo</b> .....	113
5.1.5	<b>Aspectos socioemocionais decorrentes da pandemia em professores e alunos</b> .....	114
5.2	SOLUÇÕES, LIÇÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS PARA O ENSINO REMOTO DE ALUNOS SURDOS.....	115
5.2.1	<b>Aplicativo de mensagem WhatsApp como meio de comunicação</b> .....	115
5.2.2	<b>O uso de simuladores para explicar o conteúdo</b> .....	115
5.2.3	<b>As redes sociais como canal de comunicação</b> .....	116
5.2.4	<b>O uso de vídeos para ensinar conceitos de Física</b> .....	117
5.3	LIÇÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS PARA O ENSINO REMOTO DE ALUNOS SURDOS .....	118

5.4	O PROCESSO DE RETORNO AO ENSINO PRESENCIAL.....	119
6	<b>A IMPLEMENTAÇÃO DA UNIDADE DE ENSINO INCLUSIVA: APRESENTAÇÃO DOS REGISTROS, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS COLETADOS PRESENCIALMENTE .....</b>	<b>122</b>
6.1	REGISTRO DAS AULAS .....	124
6.1.1	<b>Aula 01 – Avaliação diagnóstica parte 1 (terça-feira, 17/08/21) .....</b>	<b>124</b>
6.1.2	<b>Aula 02 – Avaliação diagnóstica parte 2 (segunda-feira, 23/08/21) .....</b>	<b>125</b>
6.1.3	<b>Aula 03 – Debate e socialização das respostas do questionário diagnóstico (terça-feira, 24/08/21) .....</b>	<b>127</b>
6.1.4	<b>Aula 04 – A equação da energia cinética e introdução à energia potencial gravitacional (segunda-feira, 30/08/21) .....</b>	<b>130</b>
6.1.5	<b>Aula 05 – Processos de transformação de energia: Realização de experimentos físicos (terça-feira, 31/08/21).....</b>	<b>133</b>
6.1.6	<b>Aula 06 – A criação dos sinais da energia Cinética e da energia Potencial gravitacional (segunda-feira, 13/07/21).....</b>	<b>140</b>
6.1.7	<b>Aula 07 – A equação da energia potencial gravitacional e potencial elástica (terça-feira, 14/07/21).....</b>	<b>144</b>
6.1.8	<b>Aula 08 – O princípio da conservação da Energia Mecânica (segunda-feira, 27/07/21).....</b>	<b>150</b>
6.1.9	<b>Aula 09 – A transformação da energia em exemplos do cotidiano: Simulação energia na Pista de Skate (terça-feira, 28/07/21) .....</b>	<b>154</b>
6.1.10	<b>Aula 10 – A transformação da energia na cama elástica (segunda-feira, 04/10/21).....</b>	<b>160</b>
6.1.11	<b>Aula 11 – Teste diagnóstico final (terça-feira, 05/10/21).....</b>	<b>164</b>
6.2	RESPOSTAS AO TESTE DIAGNÓSTICO INICIAL – PARTE 1 .....	165
6.2.1	<b>Respostas da Aluna A01 à primeira parte do teste diagnóstico.....</b>	<b>165</b>
6.2.2	<b>Respostas do Aluno A02 à primeira parte do teste diagnóstico .....</b>	<b>166</b>
6.2.3	<b>Respostas do Aluno A03 à primeira parte do teste diagnóstico .....</b>	<b>166</b>
6.2.4	<b>Respostas da Aluna A04 à primeira parte do teste diagnóstico.....</b>	<b>167</b>
6.2.5	<b>Respostas do Aluno A05 à primeira parte do teste diagnóstico .....</b>	<b>168</b>
6.3	RESPOSTAS AO TESTE DIAGNÓSTICO INICIAL – PARTE 2.....	169
6.3.1	<b>Respostas da Aluna A01 à segunda parte do teste diagnóstico .....</b>	<b>169</b>

6.3.2	Respostas da Aluna A04 à segunda parte do teste diagnóstico .....	171
6.3.3	Respostas do Aluno A05 à segunda parte do teste diagnóstico.....	172
6.4	RESPOSTAS DO TESTE DIAGNÓSTICO FINAL .....	173
6.4.1	Respostas da Aluna A01 no teste diagnóstico final .....	173
6.4.2	Respostas do Aluno A02 no teste diagnóstico final.....	175
6.4.3	Respostas do Aluno A05 no teste diagnóstico final.....	176
6.5	ANÁLISE DAS RESPOSTAS DO TESTE DIAGNÓSTICO INICIAL .....	179
6.6	ANÁLISE DAS RESPOSTAS DO TESTE DIAGNÓSTICO FINAL.....	181
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	184
	REFERÊNCIAS .....	189
	APÊNDICE A – DOCUMENTOS PROTOCOLARES DA PESQUISA .....	206
	APÊNDICE B - UNIDADE DE ENSINO INCLUSIVA ENERGIA MECÂNICA.....	212
	APÊNDICE C – TESTE DIAGNÓSTICO INICIAL .....	225
	APÊNDICE D – AFINAL, O QUE É ENERGIA? .....	228
	APÊNDICE E- ROTEIRO DE ATIVIDADES AULA 4.....	238
	APÊNDICE F - ROTEIRO DE ATIVIDADES- AULA 5 .....	241
	APÊNDICE G - ROTEIRO DE ATIVIDADES- AULA 6 .....	249
	APÊNDICE H - TESTE DIAGNÓSTICO FINAL .....	260
	ANEXO A – REPORTAGEM DO GLOBO ESPORTE, DE RAFAEL HONÓRIO VISTA, SOBRE A MEGA RAMPA (13/10/2015).....	262
	ANEXO B - E-MAIL SOLICITANDO A AUTORIZAÇÃO DE USO DE REPORTAGENS .....	265

## 1 INTRODUÇÃO

Esta é uma pesquisa multifacetada, que se classifica como exploratória, sendo um estudo de caso e um relato de experiência sobre o ensino de Física, desenvolvido em uma escola especial da rede pública de ensino da cidade de Porto Alegre (POA), no estado do Rio Grande do Sul (RS). Ela foi realizada em uma turma do primeiro ano do Ensino Médio, composta por seis alunos surdos, onde foi investigado o ensino de Física, de forma remota e presencial, durante a pandemia de Covid-19, bem como o impacto desta nos processos educacionais.

A partir desse cenário de profundas transformações, teve-se como desafio, para desenvolver esta pesquisa, o seguinte problema de pesquisa: **quais características deve ter uma Unidade de Ensino Inclusiva para melhorar a aprendizagem de conceitos de Física para alunos surdos de Ensino Médio?** Para respondê-lo, os pesquisadores investigaram a atuação de um professor de Física durante a pandemia de Covid-19, e desenvolveram e investigaram a implementação de uma proposta de ensino de Mecânica, elaborada a partir do tema: conservação da Energia Mecânica.

Essa proposta de ensino foi construída com base nos preceitos da educação especial<sup>1</sup> para alunos surdos, e teve como força motriz o desejo dos pesquisadores em propor melhorias para a prática pedagógica, desenvolver e descrever uma metodologia adequada ao ensino de alunos surdos, que culminou no desenvolvimento do que chama, nesta pesquisa, de Unidade de Ensino Inclusiva (UEI).

Tendo em vista o problema de pesquisa, esta tem como objetivo principal investigar e colaborar com o ensino de Física em uma escola especial de alunos surdos de ensino médio, em POA/RS, sendo o objetivo geral, descrito formalmente como: **Investigar o uso de uma Unidade de Ensino Inclusiva envolvendo conceitos de mecânica newtoniana como aporte à intervenção pedagógica para alunos surdos.**

Para alcançá-lo, analisa-se a prática pedagógica de um professor de Física e se busca, na literatura, estratégias voltadas para o ensino de Física para surdos, especificamente no que compete ao desenvolvimento de metodologias de ensino e

---

<sup>1</sup> A Educação Especial é uma modalidade de educação escolar, oferecida, preferencialmente, na rede regular de ensino para alunos com deficiência (CAIADO; MELETTI, 2011). Ela contempla dois modelos ou perspectivas de ensino, a Educação Especial (substitutiva ao ensino regular) e a Educação Inclusiva (sistema educacional misto, onde os alunos da educação especial estão incluídos no ensino regular) (KASSAR, 2014).

recursos de Tecnologia Assistiva (TA), voltadas para o ensino e aprendizagem de um tema da mecânica. Logo, tem-se os seguintes objetivos específicos:

- a) pesquisar processos de ensino de Física na perspectiva de alunos surdos;
- b) investigar tecnologias digitais para o processo de ensino de conceitos de mecânica newtoniana;
- c) compreender o desenvolvimento dos processos de ensino e de aprendizagem da disciplina de Física, em tempos de pandemia de Covid-19, ensino remoto e/ou híbrido, síncrono e assíncrono, e presencial para alunos surdos do primeiro ano do Ensino Médio; e
- d) implementar (planejar, desenvolver e validar) em uma Unidade de Ensino Inclusiva os conceitos de mecânica newtoniana, analisando a evidência de aprendizagem dos principais conceitos explorados, tendo como norte a Teoria da Mediação Cognitiva.

Estes objetivos foram fundamentais e nortearam todo o desenvolvimento da pesquisa, a próxima seção apresenta a justificativa para a realização desta investigação.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

A motivação intrínseca para a realização desta pesquisa foi a minha<sup>2</sup> experiência profissional em uma escola inclusiva de Manaus, no Amazonas, onde desenvolvi a pesquisa de Mestrado (PICANÇO, 2015). Foi um período de profundas transformações, pois representou o meu primeiro contato com uma comunidade de surdos. Havia recém-chegado, do interior do estado do Amazonas, após ter sido aprovado no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF).

Inicialmente, intencionava trabalhar com currículo e formação de professores para o ensino de Física, porém, ao conhecer aquela escola inclusiva, resolvi pesquisar naquele contexto (totalmente inédito para mim) a implementação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) de óptica geométrica sobre problemas de visão e lentes corretoras para alunos surdos e ouvintes.

---

<sup>2</sup> Como autor principal, optei por utilizar o discurso em primeira pessoa, na intenção de mostrar ao leitor o porquê de minha motivação para realizar esta pesquisa.

A implementação daquela UEPS me motivou a pensar de que maneira poderia melhorar a minha prática de ensino para todos os meus alunos, fossem eles surdos ou ouvintes. Notei que precisaria considerar não só as ideias de Moreira (2011) de UEPS, mas o próprio entendimento das especificidades de cada aluno. Nascia ali, o cerne da ideia do que hoje chama-se Unidade de Ensino Inclusiva (UEI).

A relevância da pesquisa desenvolvida neste estudo, sobre o que considero ser uma UEI, pode ser compreendida em face do atual cenário da educação brasileira, em que observa-se que o número de alunos matriculados na educação especial é cada vez maior, conforme o que vem sendo registrado nos censos escolares nos últimos cinco anos (BRASIL, 2021b).

Porém, no ensino de Ciências e Matemática, a Educação Especial e/ou Inclusiva é um campo que ainda demanda muita pesquisa, e estudá-la se faz necessário, os investimentos ainda são tímidos e existe um amplo caminho a ser explorado, principalmente no que se refere ao ensino de Ciências para alunos surdos e, em especial, ao ensino de Física (PICANÇO; ANDRADE NETO; GELLER, 2021a).

## 1.2 UM BREVE HISTÓRICO DA EDUCAÇÃO DOS SURDOS

Para se compreender melhor o cenário atual no ensino de Ciências e Matemática, na perspectiva da Educação Especial e/ou Inclusiva, é preciso se analisar, em perspectiva histórica, o tratamento dispensado ao público da educação especial. Sendo assim, observa-se que, ao longo de várias décadas, no Brasil e em outros países, as pessoas com deficiência têm lutado por acessibilidade, equiparação de oportunidades, equidade, condições de vida melhores e garantia de pleno exercício de cidadania (LANNA JÚNIOR, 2010).

Muitos movimentos políticos surgiram ao longo desses anos e importantes encontros foram realizados, como, por exemplo, a Conferência Mundial de Educação Especial, que deu origem à Declaração de Salamanca (UNESCO, 1994), que estabeleceu, a nível mundial, um direcionamento e normativas que influenciaram na elaboração de documentos legais da educação inclusiva e da Educação Especial no país (BREITENBACH; HONNEF; COSTAS, 2016) e atitudes sociais em relação à inclusão (OMOTE, 2018).

Em função do destaque dado pela Organização das Nações Unidas (ONU), ao declarar 1981 como sendo o Ano Internacional das Pessoas Deficientes, nota-se a organização do Movimento Político das Pessoas com Deficiência, que fez surgir relevantes mudanças, até mesmo de cunho filosófico, pois, antes do merecido destaque dado à causa, muitos eram os eufemismos designados à designação desses indivíduos, como, por exemplo: portadores de deficiência ou portadores de necessidades especiais, etc. (LANNA JÚNIOR, 2010).

Foi a ONU que introduziu o termo ‘pessoa’ antes da deficiência, destacando um posicionamento político que transcende o estigma da deficiência (modelo médico) e resgata a cidadania, pois em “oposição à expressão ‘pessoa portadora’, ‘pessoa com deficiência’ demonstra que a deficiência faz parte do corpo e, principalmente, humaniza a denominação” (LANNA JÚNIOR, 2010, p. 17, destaque do autor).

E, em se tratando dos surdos, vê-se que essa parcela da população não deseja, na sua grande maioria, ser vista pelo viés da deficiência, e, sim, de forma oposta. O surdo deseja ser visto como um sujeito possuidor de idioma, cultura e identidades múltiplas, sendo social e politicamente constituído diferente, em relação à ‘norma’ ouvinte (THOMA, 2009).

A pessoa surda, que atua politicamente em prol de garantir direitos linguísticos e de cidadania, faz essa distinção entre “ser Surdo”<sup>3</sup>(CARVALHO, 2019, p.16) e ser “deficiente auditivo”<sup>4</sup>(QUADROS, 2006, p. 41) primeiro porque a palavra ‘deficiente’ não foi escolhida por essas pessoas para se autodenominarem, e estabelece um estigma ao enfatizar o que ela não tem em relação às outras pessoas; segundo, porque desconsidera que isso, na verdade, não é um déficit e sim uma diferença (FELIPE, 2001 *apud* STROBEL, 2008b). Logo, é preciso ter respeito pelo povo surdo<sup>5</sup>, que se auto identifica ‘surdo’, tendo como base sua “expressão cultural surda com as suas subjetividades, identidades, políticas, histórias, línguas, pedagogia e outros” (STROBEL, 2008b, p. 38).

---

<sup>3</sup> Note o uso do “S” maiúsculo, que, neste caso, para ser com letra maiúscula, segundo Carvalho (2019, p. 16), o surdo precisa aceitar-se como um “sujeito essencialmente sinalizante”.

<sup>4</sup> Entenda-se por “Deficiente Auditivo” o indivíduo que possui algum grau de perda na capacidade auditiva, que, em geral, fala e escreve a língua dos ouvintes (oralizado) e que não utiliza a Língua Brasileira de Sinais, nem tão pouco se identifica como surdo, tal como definido anteriormente, mas sim como alguém que “[...] sofre de uma patologia crônica, traduzida por lesão no canal auditivo e/ou área cortical” (SOUZA, 1998, p. 4 *apud* QUADROS, 2006, p. 41).

<sup>5</sup> Segundo Strobel (2008a, p. 29), o povo surdo é constituído por sujeitos surdos que não residem necessariamente no mesmo local, mas que “[...] estão ligados por uma origem, por um código ético de formação visual, independente do grau de evolução linguística, tais como a língua de sinais, a cultura surda e quaisquer outros laços”.

Nessa perspectiva de identificação de um povo surdo, pode-se recorrer à história do “Mito de origem” de Carvalho (2019, p. 16) que narra a luta entre dois povos, o povo Surdo, “alvo de toda espécie de martírio, crueldade e perseguição por parte do povo ouvinte”, para entender a história da Surdez.

Ao longo dos séculos, teve-se muitos paradigmas diferentes com relação à aceitação ou não do indivíduo com surdez<sup>6</sup>, que foram criados, quase sempre, sob a perspectiva dos ouvintes, os quais, em geral, negligenciaram, ignoraram e desvalorizaram os surdos enquanto cidadãos (STROBEL, 2008b). Apesar dos poucos registros históricos, sabe-se que estes eram venerados no Egito antigo e na Pérsia como seres divinos, por serem introspectivos (já que não verbalizam), portanto, deveriam possuir uma conexão com os deuses. Porém, apesar desse tratamento diferenciado de proteção e ‘adoração’, eles eram mantidos em total isolamento, sem direito à instrução e ao convívio social (STROBEL, 2008b).

Na Grécia antiga, o destino de indivíduos que possuíssem qualquer deficiência aparente era mais bárbaro, já que crianças com deficiência não poderiam servir no exército em Esparta (sociedade que cultuava o corpo), nem tão pouco receber instruções em Atenas (sociedade que cultuava o intelecto), e assim, esses indivíduos eram mortos ainda na ocasião do nascimento (DUARTE *et al.*, 2013). Os surdos que sobrevivessem ao lançamento do topo dos rochedos de Taygète, nas águas de Barathere, eram considerados inválidos e muito incômodos para a sociedade grega e viviam miseravelmente como escravos ou isolados (STROBEL, 2008b).

Strobel (2008b) chama a atenção para três formas que identificou de como os surdos são representados ao longo da história: o olhar com base no Historicismo, o olhar com base na História camuflada e o olhar com base na História Cultural. As duas primeiras influenciam na forma como a sociedade via (ou ainda vê) o surdo, e estão ligadas a outros pontos de vista, o religioso e o clínico, algo que a autora identifica como sendo “[...] a surdez no imaginário do outro” (STROBEL, 2008b, p. 80).

Do ponto de vista religioso, Strobel (2008b) coletou, na literatura de outros autores, exemplos de diferentes religiões que revelam o tratamento dispensado aos surdos. A autora cita os registros históricos sobre surdos em textos bíblicos, como o antigo testamento, na passagem em que Moisés fala com Deus (Êx 4, 10-12) e no novo testamento, como a

---

<sup>6</sup> Neste caso, o termo faz referência histórica a como a deficiência foi abordada ao longo dos séculos.



passagem em que Jesus cura um surdo (Mc 7, 31-37), e no texto religioso judaico da Talmud, que fala que surdos não devem ser equiparados à “categoria dos idiotas ..., porque eles podem ser instruídos e feitos inteligentes” (PERELLO, 1968, p. 3, *apud* STROBEL, 2008b, p. 82).

Observa-se que o tratamento dado aos surdos sob a perspectiva religiosa, seja ela Judaico-cristã ou não, atribui à surdez um estigma de castigo de uma divindade, como os exemplos citados, que diz que é Deus que faz o surdo (Êx 4, 10-12) e que somente ele pode curá-lo (Mc 7, 31-37), algo que influencia o pensamento de pessoas, já em tempos contemporâneos, pois se atribui à surdez agressões de espíritos (LANE, 1992, *apud* STROBEL, 2008b) ou possessão demoníaca.

Do ponto de vista clínico, surge um tratamento paternalista, no qual a sociedade deve tratar desses indivíduos que necessitam de cuidados. Porém, com ele veio a discriminação social, onde especialistas passam a considerar os surdos cultural e psicologicamente inferiores (LANE, 1992, *apud* STROBEL, 2008b), fazendo surgir visões estereotipadas a partir de um “modelo de enfermidade baseado no grau de surdez” (STROBEL, 2008b, p. 46).

Apesar de todas as atrocidades barbaridades cometidas no passado, observa-se que o povo surdo do Brasil conseguiu, atualmente, conquistar importantes vitórias. Como a Lei nº 10.436, que estabelece duas línguas oficiais no Brasil, a Língua Portuguesa e a Língua Brasileira de Sinais (Libras) (BRASIL, 2002), e a lei que regulamenta a profissão do tradutor/intérprete da Libras (BRASIL, 2010) e, mais recentemente, o direito à educação bilíngue como modalidade de ensino independente (BRASIL, 2021a).

Porém, ainda existe um amplo caminho a ser percorrido em muitos aspectos, e um deles é o educacional. Em relação a outros países, o Brasil apresenta um histórico significativo de educação para surdos, pois, desde o império, tinha-se essa preocupação, tendo em vista a criação, em 1857, do Instituto Imperial para Surdos-Mudos de Ambos os Sexos no Rio de Janeiro, que, ao longo da sua existência, teve outras denominações, até ser intitulado como Instituto Nacional de Estudos Surdos (INES), em 1957 (ROCHA, 2008).

Desde essa época, muitos métodos de ensino para surdos foram implementados no Brasil e em muitos outros países, como foi o caso do oralismo, comunicação total, na década de 1970 e, mais tarde, do bilinguismo, na década de 1980 (BENTES; HAYASHI, 2016). O oralismo, no entanto, representou, segundo Carvalho (2019, p. 17), um duro golpe

no povo surdo e se configurou como a trama suprema do povo ouvinte contra as Línguas de Sinais, graças ao “[...] nefasto Congresso de Milão”, de 1880, pois, antes deste, “a língua de sinais e a cultura surda eram valorizadas e usadas livremente” (STROBEL, 2008b, p. 93) e havia nessa época “[...] inúmeros escritores surdos, artistas surdos, professores surdos e outros” (STROBEL, 2008b, p. 93).

Como consequência do Congresso de Milão, bem como da imposição do oralismo, o uso da Língua Brasileira de Sinais (Libras) ficou proibido na educação de surdos por quase um século, já que, segundo a maioria dos participantes desse congresso (160 de 164), a língua de sinais “[...] destruía a habilidade da oralização dos sujeitos surdos” (STROBEL, 2008b, p. 90).

Porém, tal como afirma Strobel (2008b, p. 100), as línguas de sinais sobreviveram “[...] graças a resistência do povo surdo contra esta prática ouvintista”, seja porque as crianças surdas nesse tempo continuaram a praticar a língua de sinais “[...] às escondidas entre si” (STROBEL, 2008b, p. 100), seja por haver a resistência de adultos surdos, que fundaram associações para proteger as comunidades surdas do retrocesso e do fracasso representado pelo oralismo, como foi o caso da primeira associação de surdos da Dinamarca, fundada em 1893 (três anos após o congresso de Milão), “[...] com o objetivo de preservar a língua de sinais” (PERLIN, 1998, p. 29).

Atualmente, no Brasil, tem-se dois modelos de escola que são concorrentes entre si: a especial e a inclusiva (NUNES *et al.*, 2015). A adoção de um ou outro modelo de escola não é um consenso. Por um lado, existem os que defendem a escola inclusiva como um modelo que promove a participação do surdo na sociedade, destacando que a participação deste na sala de aula com outros colegas ouvintes promove a inclusão social (BLANCO *et al.*, 2005; MACEDO, 2009). E, por outro, a corrente que defende a escola especial contra-argumenta que, ao invés de incluir, a concorrente promove a exclusão ao estabelecer parâmetros de dominação e normatização ouvinte. A escola especial defende que, no ambiente escolar inclusivo, o aluno surdo fica sujeito a muitos fatores que podem impactar diretamente no seu desempenho, como excesso de informação, perda de conceitos por causa de tradução inadequada e falha causada pela falta de interação direta entre professor e aluno, que, nesse caso, é mediada por um tradutor/intérprete (CUNHA, 2007; MACHADO, 2006).

Tem-se ainda, como recomendação na Declaração de Salamanca (UNESCO, 1994, p. 18), no item 21, sobre política e organização de diretrizes de ação em nível nacional, que a educação de surdos pode “[...] ser ministrada de forma mais adequada em escolas especiais ou em unidades, ou classes especiais nas escolas regulares”, tendo em vista as necessidades particulares desses alunos, que devem ter garantido o acesso à educação na língua de sinais de seu país. A Declaração de Salamanca reconhece a importância da Libras para a comunicação entre os surdos e preconiza que as políticas educacionais devem considerar as diferenças individuais, bem como as situações distintas, como é o caso da educação de surdos.

Particularmente, o autor desta pesquisa, teve a oportunidade experienciar e conhecer duas escolas, nesses dois modelos, pois, durante os estudos no Mestrado, desenvolveu a pesquisa em uma escola inclusiva de Manaus-AM (PICANÇO, 2015), e nessa escola, conviveu com professores, tradutores/intérpretes, alunos surdos e ouvintes, e pode observar a interação social entre os indivíduos, com todos os pontos positivos e negativos. Porém, em realidades geográficas e socioeconômicas completamente singulares, e que, portanto, não cabe nenhum tipo de comparação. É nesse universo tão singular, com características peculiares e fascinantes que se desenvolve este estudo. Espera-se expor apontamentos relevantes sobre o trabalho realizado com os alunos surdos de uma escola especial de POA/RS.

Esta tese está organizada em sete seções, que iniciam com esta introdução; a segunda seção, apresenta o referencial teórico que destaca cinco aspectos, os quais nortearam esta pesquisa: definições de Identidades Surdas (PERLIN, 1998); de Cognição Surda (MARSCHARK; HAUSER, 2008); níveis de representação dos fenômenos físicos adaptados daqueles de representação dos fenômenos químicos (GABEL, 1993, GILBERT; TREAGUST, 2009, SUJAK; DANIEL, 2017); Teoria da Mediação Cognitiva (TMC) (SOUZA, 2004; SOUZA *et al.*, 2012), associada à área da Tecnologia Assistiva (TA) (BERSCH; SCHIRMER, 2005; BERSCH, 2017); e os preceitos da Educação Especial de Surdos (RINALDI *et al.*, 1997; QUADROS, 2006, CAMPELLO, 2008; THOMA, 2009), discutindo qual o impacto das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) no desenvolvimento da cognição humana; e a importância desses recursos na garantia de um espaço bilíngue e como eles integram esta proposta, naquilo que se considera ser uma metodologia adequada ao ensino de alunos surdos.

Ainda na segunda seção, delinea-se o marco conceitual sobre Energia, o qual é, em última instância, o assunto abordado na Unidade de Ensino Inclusiva (UEI), ressaltando o quanto é importante para a formação do aluno e como se acredita que ele pode ser abordado. A terceira seção aponta a metodologia empregada, destacando os instrumentos de coleta e o tratamento de dados, a saber, os documentos, questionários e entrevistas, analisados e discutidos, tendo como referencial metodológico a perspectiva da Pesquisa Social Interpretativa de Rosenthal (2018). Busca-se caracterizar o local de pesquisa, com base em observações diretas e na análise do Projeto Político Pedagógico da escola escolhida, de modo a situar o leitor no contexto em que a pesquisa foi desenvolvida, bem como apresentar a população estudada, tendo como referência as definições de Identidades Surdas (PERLIN, 1998) e aspectos da Cognição Surda (MARSCHARK; HAUSER, 2008) que são relevantes para a caracterização dos alunos que participaram deste estudo.

Na quarta seção, está o levantamento bibliográfico, que foi fundamental para se conhecer como vem ocorrendo o ensino de Física para surdos no Brasil e em outros países, algo que proporcionou a inspiração para o desenvolvimento de estratégias e recursos, fundamentais para o desenvolvimento desta pesquisa. Na quinta seção, faz-se um recorte especial e se destaca como a Pandemia de Covid-19 impactou no ensino dos alunos surdos da escola pesquisada (em todos os níveis de ensino), como ocorreu a adaptação da pesquisa para o ensino Remoto e/ou Híbrido, e, por fim, o retorno presencial. Elaborou-se um levantamento de como essa situação expôs inúmeras fragilidades, em diferentes cenários da educação de surdos, em lugares diversos, e que lições podem ser aprendidas desta realidade tão dura.

Na sexta seção, evidencia-se a UEI, que fala sobre o tema Conservação da Energia Mecânica, destacando como essa estratégia de ensino é uma contribuição às ideias de Moreira (2011), e, por este motivo, garante o ineditismo da tese levantada. Essa seção descreve como a UEI foi implementada, exibe-se os registros feitos pelo pesquisador e a discussão dos resultados. Na última seção, são feitas as considerações que foram avaliadas como as mais importantes, já que, de maneira direta ou indireta, influenciaram nos resultados obtidos. Apresenta-se o nível de satisfação dos pesquisadores, no que diz respeito à correspondência dos objetivos traçados e, com base em todo o processo de

elaboração até a implementação da UEI, e inspirados pelos apontamentos de Zabala (1998), ao final, busca-se responder às seguintes questões norteadoras:

1) De que maneira(s) a proposta pode ajudar a melhorar (ou não) a prática educativa para surdos na escola pesquisada?

2) Que experiências, modelos, exemplos e propostas de ensino são adequados, ou não, para implementação nesta pesquisa?

3) Como os resultados obtidos por outros pesquisadores em outros contextos educacionais podem (ou não) ser total ou parcialmente aplicados ao contexto da educação de surdos no Brasil?

4) Que resultados empíricos podem justificar, de forma substancial, o uso da Teoria da Mediação Cognitiva (TMC) para surdos, e se eles têm um regime de validade que corrobora de fato a metodologia e essa teoria de Aprendizagem?

5) Eventuais bons resultados se aplicam somente aos alunos surdos, independentemente do ponto de partida, ou sem considerar as condições em que se encontram os meios que se tem disponíveis, ou podem ser expandidos para outros contextos educacionais através de um *Design Universal* para a Aprendizagem?

Com essas questões, espera-se que os registros descritos nesta pesquisa, possibilitem, em algum grau, a compreensão dos fenômenos abordados neste estudo. Em um contexto mais amplo, deseja-se inspirar outros pesquisadores, para que mais pessoas venham a se interessar pelo ensino de Física na perspectiva da Educação Especial e/ou Inclusiva de surdos, proporcionando a implementação e o desenvolvimento dos recursos utilizados nesta proposta em outros ambientes educacionais, contribuindo com essa parcela da população, o Povo Surdo.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção, apresenta-se os fundamentos teóricos que nortearam esta pesquisa, os quais contemplam cinco eixos temáticos:

- a) as identidades e a cognição de estudantes surdos;
- b) o ensino de Física, no que tange aos níveis de representação dos fenômenos físicos baseados nos níveis de representação dos fenômenos da Química (GABEL, 1993; 1999; GILBERT; TREAGUST, 2009; SUJAK; DANIEL, 2017);
- c) estratégias de ensino de Física, por meio da TMC (SOUZA, 2004) e recursos digitais de TA (BERSCH; SCHIRMER, 2005; BERSCH, 2017);
- d) sequencias didáticas (ZABALA, 1998), UEPS (MOREIRA, 2011) e UEI (PICANÇO, ANDRADE NETO, GELLER, 2022); e
- e) o ensino do conceito de energia sob uma perspectiva histórica e epistemológica da Física.

### 2.1 DIFERENTES IDENTIDADES DE PESSOAS SURDAS E ALGUNS ASPECTOS DA COGNIÇÃO SURDA

Quando se faz referência às diferentes identidades dos surdos, não se deseja, de forma alguma, reduzir a singularidade, individualidade e peculiaridade de qualquer participante desta pesquisa a um molde ou modelo pré-determinado. Busca-se, no entanto, matrizes de identidades baseadas na cultura surda, que estão em contínua reconstrução e que não podem ser mencionadas fora de um contexto de relações culturais (PERLIN, 2014).

O que se intenciona é enriquecer a análise dos participantes desta pesquisa, ao considerar os apontamentos de alguns autores, no que diz respeito ao modo como as pessoas surdas compreendem a surdez e a si mesmas nesse processo de autoafirmação, e determinar como as concepções desses indivíduos podem impactar na sua postura e comportamento. Contudo, há muitos fatores intervenientes na construção da identidade da pessoa surda, podendo-se citar, principalmente, o contexto familiar, como aponta Santana (2019) e o contato com comunidades surdas.

Assim, parte-se dos apontamentos de Perlin (1998; 2002), que estabeleceu sete identidades de sujeitos surdos: (a) Identidade surda (identidade política); (b) identidade

híbrida; (c) identidade flutuante; (d) Identidade embaraçada; (e) identidade de transição; (f) identidade de diáspora; e (g) identidade intermediária. Dessas identidades, duas são particularmente relevantes para o contexto desta pesquisa: identidade surda (identidade política) e a identidade flutuante (PERLIN, 2002). Tem-se que a Identidade surda, propriamente dita, é fortemente marcada pelo posicionamento político do ser surdo, um sujeito culturalmente definido diferente do ouvinte. Segundo Perlin (2002), esse sujeito caracteriza-se por:

- a) seu comportamento, cultura e língua determinados pelas suas experiências visuais;
- b) uso da Libras sempre, sendo essa a sua forma de expressão;
- c) aceitação e reconhecimento de si mesmo como surdo, inserindo-se e participando ativamente na comunidade surda a qual pertence (e que mantém o sentimento de pertinência, que é o mais importante), lutando politicamente em prol da identidade surda, “[...] onde impera a diferença: necessidade de intérprete, de educação diferenciada, de língua de sinais, etc.” (p. 15);
- d) transmissão da sua cultura, da sua forma de diferir para os outros surdos;
- e) adoção de uma posição de resistência;
- f) adoção de uma posição de vanguarda no delineamento da identidade cultural surda;
- g) não assimilação da ordem da língua falada, pouca assimilação ou dificuldades em entendê-la;
- h) obediência à estrutura da Libras na escrita, podendo se igualar à língua escrita com reservas;
- i) inserir-se plenamente na comunidade surda participando de associações e/ou órgãos representativos, compartilhando dificuldades, aspirações e utopias;
- j) recorrer a tecnologias diferenciadas como legenda e sinais na TV, telefone especial, campanha luminosa; e
- k) apresentar uma forma diferente de se relacionar com as pessoas e até mesmo com os animais.

Em contrapartida à essa identidade, a identidade flutuante se caracteriza, segundo Perlin (2002) por indivíduos que:

- a) seguem a representação da identidade ouvinte;
- b) estão em uma posição de dependência no mundo ouvinte, seguindo os seus princípios, respeitando e colocando-os acima dos princípios da comunidade surda, por vezes induzidos ao modelo da identidade ouvinte competindo com estes;
- c) não participam da comunidade surda, associações e lutas políticas;
- d) desconhecem ou simplesmente rejeitam a presença do intérprete de Libras;
- e) têm orgulho de falar “corretamente”;
- f) demonstram resistência à Libras e à cultura surda, pois, para eles, representa um estereótipo;
- g) não se identificam como surdos e se sentem sempre inferiores aos ouvintes, algo que pode causar depressão, fuga, suicídio, acusação aos demais surdos, competição com os ouvintes, ou em alguns casos, ocasionar angústia no desejo contínuo de ser ouvinte;
- h) são vítimas de processos de oralização, de inclusão, da educação clínica, do preconceito em geral e do preconceito com a surdez propriamente dito; e
- i) são surdos, quer ouçam algum som ou não, que persistem em usar aparelho auditivo e não utilizam tecnologia dos surdos.

A respeito da cognição surda, tem-se que, geralmente, esses alunos apresentam grandes dificuldades nas áreas de Ciências e Matemática, principalmente no que se refere ao entendimento de conceitos abstratos (MARSCHARK; HAUSER, 2008). Essa situação pode ser verificada, empiricamente, em vários momentos ao longo desta pesquisa, pois se percebe que os alunos participantes são usualmente literais, que solicitam, sempre que possível, a utilização de imagens para retratar uma determinada situação (ver seção 6, p.151), e demonstram certa dificuldade de abstração e nas operações matemáticas básicas, como somar, subtrair e multiplicar (ver seção 6, p.152).



## 2.2 A ABSTRAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA PARA SURDOS: UM DESAFIO A SER SUPERADO

Como um dos principais desafios enfrentados nesta pesquisa, aponta-se a dificuldade dos alunos surdos em entender conceitos abstratos no ensino de Ciências e Matemática (MARSCHARK; HAUSER, 2008). Isso ficou evidente na pesquisa apresentada na seção 4, ao se observar os resultados obtidos por outros pesquisadores e pode ser constatado no acompanhamento das aulas durante o ensino remoto (seção 5).

Por esse motivo, nesta seção, apresenta-se uma proposta para que essa dificuldade possa ser superada. Trata-se de uma adaptação das ideias de Gabel (1993) (originalmente voltadas ao ensino de Química), que propôs uma abordagem para o ensino de Física, que contempla diferentes níveis de representação para os fenômenos abordados neste estudo, em particular para o ensino do conceito de Energia Mecânica. Assim, nas próximas subseções, são apresentadas as ideias de Gabel (1993) sobre os níveis de representações dos fenômenos químicos e a proposta para representação de fenômenos Físicos.

### 2.2.1 Múltiplas representações no ensino de química

Por se tratar de uma Ciência que estuda a constituição da matéria que compõe o universo, a Química é uma das Ciências da Natureza que mais exige abstração por parte dos estudantes, uma vez que muitos desses elementos não são acessíveis aos sentidos, em especial a visão. O seu ensino envolve a introdução de um núcleo de ideias, tais como as de que toda a matéria é particulada na natureza, isto é, para compreendê-las, em qualquer grau, exige-se um certo engajamento mental com suas representações e com os fenômenos que com elas se relacionam, algo que não é fácil (GILBERT; TREAGUST, 2009).

Segundo Sujak e Daniel (2017), o conhecimento químico é gerado, expresso, ensinado e comunicado em três diferentes níveis, tradicionalmente chamados macroscópicos, submicroscópicos e simbólicos. Esses níveis de representação, segundo esses autores, são metodologias poderosas no ensino de Química e vêm sendo empregadas nos últimos 25 anos. Com elas, os estudantes podem alcançar a compreensão

de conceitos em Química ao utilizarem “[...] uma representação interna ou um modelo mental que tenha sido construído usando todas as três representações macroscópicas, microscópicas e simbólicas”<sup>7</sup> (SUJAK; DANIEL, 2017, p. 83).

Gilbert e Treagust (2009, p. 6) apontam que essa forma de representação no ensino de Química forma uma “[...] relação trigêmea [...]”<sup>8</sup>, mas, ao pesquisarem na literatura, encontraram o emprego de diferentes termos para basicamente três níveis, quais sejam: (a) nível macroscópico, denominado por alguns autores como nível sensorio, nível macro ou mundo macroscópico; (b) nível microscópico, chamado também como nível submicro, nível submicroscópico, mundo molecular ou mundo atômico; e (c) nível simbólico, denominado por outros pesquisadores como mundo simbólico, química representativa, sistema algébrico. Dorothy Gabel (1993) propôs para esses três níveis os termos: nível macroscópico, nível microscópico e nível simbólico, os quais são bastante similares à denominação adotada por Gilbert e Treagust (2009).

O nível macroscópico busca representar fenômenos, como os que são experimentados com os sentidos (ou extensões desses) (GILBERT; TREAGUST, 2009), ou seja, essa forma de representação busca caracterizar fenômenos reais que experimenta-se diariamente ou em laboratório; trata-se do que é observável e tangível (TREAGUST; CHITTLEBOROUGH; MAMIALA, 2003). Da mesma forma, aquilo que pode ser modelado na natureza a partir de conceitos e ideias usadas para descrever propriedades macroscópicas da matéria, como pH, temperatura, pressão, densidade e concentração (SUJAK; DANIEL, 2017).

O nível submicroscópico busca explicar qualitativamente modelos, fenômenos que se enquadram no mandato da Química e são descritos pelo primeiro tipo de representação. Porém, eles representam uma gama de entidades que são muito pequenas para serem vistas usando microscópios ópticos, são entidades como átomos, íons, moléculas e radicais livres (GILBERT; TREAGUST, 2009). Esses modelos submicroscópicos são importantes, pois ajudam a identificar e diferenciar o regime de validade das teorias químicas e modelos de matéria (JOHNSTONE, 1991 *apud* SUJAK; DANIEL, 2017).

O nível simbólico busca apoiar o aspecto quantitativo na descrição dos fenômenos abordados pelos outros dois níveis. Isto é, esse nível é usado e se relaciona com o primeiro

---

<sup>7</sup> No original: “*using an internal representation or a mental model which has been constructed using all three macroscopic, microscopic and symbolic representations*” (SUJAK; DANIEL, 2017, p. 83).

<sup>8</sup> No original: “*the triplet relationship in chemical education*” (GILBERT; TREAGUST, 2009, p. 6).

(nível macroscópico), mediante representação fenomenológica, ao lidar com quantidades em massa de reagentes e produtos em computação estequiométrica e com uma ampla gama de modelos do segundo tipo de representação (nível submicroscópico), ao descrever mudanças físicas (de estado e dissolução de solutos, por exemplo) e as alterações químicas que ocorrem durante as reações (GILBERT; TREAGUST, 2009). Em outras palavras, trata-se da linguagem visual da Química, pensada e expressada por símbolos e ícones usados para representar as propriedades e o comportamento de substâncias e processos químicos (SUJAK; DANIEL, 2017).

Assim, a linguagem adotada na Química combina valores simbólicos e icônicos para representar a composição da matéria, ou suas propriedades e comportamentos. Essa linguagem inclui: (a) símbolos: para representar átomos, seja de um elemento ou de grupos ligados de vários elementos (por exemplo, H, O, H<sub>2</sub>O); (b) sinais: para representar carga elétrica; (c) subscritos: para indicar o número de átomos em um íon ou molécula individual; (d) letras: para indicar o estado físico da entidade (sólido (s), líquido (l), gás (g), aquoso (aq) ou outra solução); e (e) equações químicas e iônicas: conforme apropriado dentro de todas as convenções, e com uso de coeficientes prefixados para mostrar a conservação da matéria durante uma reação (GILBERT; TREAGUST, 2009; SUJAK; DANIEL, 2017).

Ensinar na perspectiva desses três níveis de representação não é fácil, pois são exigidas dos alunos imaginação e metacognição para visualizarem os níveis macroscópico, microscópico e simbólico (SUJAK; DANIEL, 2017). Gilbert e Treagust (2009) evidenciam algumas dificuldades ao ensinarem esses níveis, dentre elas:

- a) Falta de experiência do tipo macroscópica, no sentido de que a experiência prática não é fornecida para estudantes ou é inadequada (NELSON, 2002 *apud* GILBERT; TREAGUST, 2009) ou os alunos não estão conscientes sobre o que eles vão aprender com esse nível (HODSON, 1990 *apud* GILBERT; TREAGUST, 2009).
- b) Equívocos sobre a natureza do tipo submicroscópica, causados por confusões sobre a natureza particulada da matéria (HARRISON; TREAGUST, 2002 *apud* GILBERT; TREAGUST, 2009) e/ou a incapacidade de visualizar entidades quando representadas nesse nível (TUCKEY; SELVARATNAM, 1993 *apud* GILBERT; TREAGUST, 2009).

- c) Falta de compreensão das convenções complexas usadas no nível simbólico (MARAIS; JORDAAN, 2000 *apud* GILBERT; TREAGUST, 2009).
- d) Incapacidade de articular e transitar entre os três níveis (GABEL, 1998; 1994 *apud* GILBERT; TREAGUST, 2009; GABEL, 1993).

Apesar desses problemas, Gilbert e Treagust (2009) apontam maneiras de melhorar processos de ensino e a pedagogia existente em relação à adoção dos níveis de representação no ensino de Química, baseando seus apontamentos em boas práticas existentes e como estas podem ser implementadas e sugerindo novas formas de melhorá-las. Dessa forma, esses autores indicam que o trabalho prático laboratorial, ou seja, a realização de experimentos, é a melhor base para uma prática pedagógica sólida. Como principais apontamentos para melhorar o ensino e a aprendizagem de Química utilizando os três níveis de representações, Gilbert e Treagust (2009) apresentam a importância das atividades práticas e trazem exemplos de abordagens práticas em diversos contextos, tais como demonstrações de palestras e trabalho prático cooperativo dos alunos.

Gilbert e Treagust (2009) discutem a importância da História da Química na construção de diferentes modelos de partículas para a matéria, Os autores destacam os relacionamentos macro e micro, a contribuição do uso da tecnologia, especialmente dos computadores e animações, para um melhor ensino e aprendizado e a importância do domínio afetivo durante o ensino, essencialmente no que se refere à motivação dos alunos com relação à apropriação do conhecimento científico e engajamento em atividades interessantes e emocionantes.

Como exemplos práticos, Gilbert e Treagust (2009, p. 60) apresentam trabalhos de pesquisas em sala de aula, que envolvem estudos de caso, como a relação entre o "comportamento dos gases" (nível macroscópico) e o "modelo de matéria particulada" (nível submicroscópico), assim como uma atividade pedagógica definida para ilustrar um exemplo de trabalho prático para vincular o macro e o submicro na compreensão do aluno. Dois estudos de caso sobre o uso de diagramas, para efetivar uma melhor compreensão da relação entre os três níveis em estudantes de origens educacionalmente desfavorecidas e uma série de recomendações gerais para ensinar os três níveis.

Além desses estudos de caso, Gilbert e Treagust (2009, p. 137) mostram como promover a compreensão da relação entre os três níveis de representação por meio da

“análise qualitativa inorgânica” e indicam como vincular observações macro ao submicro subjacente, e representações simbólicas que fornecem explicações para os fenômenos estudados em atividades laboratoriais. Nesse processo, eles desenvolveram tanto um pacote de ensino quanto um teste, para mostrar que os seus objetivos foram alcançados.

### 2.2.2 Uma releitura dos níveis de representação para o ensino de Física

A proposta defendida nesta pesquisa de UEI, baseia-se nos níveis de representação dos fenômenos da Química, apresentados na subseção 2.2.1, o nível macroscópico, submicroscópico e o simbólico (GABEL, 1993; 1999; GILBERT; TREAGUST, 2009; SUJAK; DANIEL, 2017). A intenção é propor uma estratégia de ensino de Física para os alunos surdos, a fim de que eles possam compreender, com mais facilidade, um fenômeno físico que exige um alto grau de abstração, tal como foi feito no ensino de Química (para alunos ouvintes) por Carobin e Andrade Neto (2003) e Perry e Andrade Neto (2005).

A abordagem apresentada por Gabel (1993) é natural para fenômenos que apresentam representações microscópicas pertinentes à compreensão do conteúdo, mas que, para outros conteúdos que não possuam representações microscópicas, pode-se trocar naturalmente este nível de representação por um nível modelador ou por um modelo científico. Assim, traçando um paralelo com os níveis de representação da Química, propõe-se a adoção como terminologia para os três níveis de representação no ensino de Física: (a) o nível sensório<sup>9</sup> (equivalente ao nível macroscópico na Química); (b) nível modelador<sup>10</sup> (modelo físico para um fenômeno microscópico ou não); e (c) o nível simbólico (equações, tabelas, sinais<sup>11</sup>)

O nível Sensório corresponde ao fenômeno que é acessível aos sentidos dos alunos, nas mais diferentes situações do cotidiano, como o movimento de corpos ou por

---

<sup>9</sup> Optou-se por não utilizar o termo “nível macroscópico” e sim “nível sensório” por uma questão de inclusão. Isso porque o primeiro termo remete à ideia do sentido da visão, ou seja, aquilo que é observável “a olho nu”. E o segundo é mais inclusivo, pois faz alusão a todos os sentidos simultaneamente. Nesse aspecto, passa a considerar, por exemplo, o aluno cego, que pode ouvir um som e tocar um experimento, ao invés de ver.

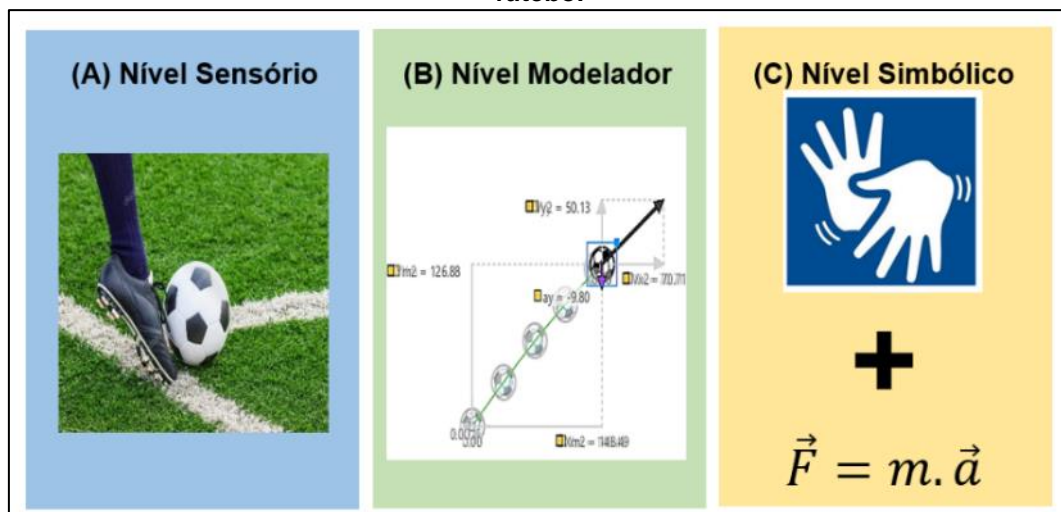
<sup>10</sup> A Física compreende diferentes escalas de grandezas do submicro ao macro. Por esse motivo, não se adota o termo “nível submicroscópico”.

<sup>11</sup> Tanto da linguagem matemática adotada pela Física quanto da Língua Brasileira de Sinais, considerando o caso do ensino de surdos.

meio de experimentos físicos concretos, que podem ser realizados em laboratório, em casa ou em sala de aula. Entende-se que o nível Modelador é uma forma qualitativa usada para representar, mais detalhada e dinamicamente os fenômenos por meio de modelos descritivos. Pode-se considerar, por exemplo, a modelagem computacional, para evidenciar conceitos abstratos como a orientação de linhas de força, campos e vetores em simulações e animações e, assim, explicar, qualitativamente, o movimento de corpos.

O nível Simbólico da Física é similar ao da Química, ou seja, leva-se em consideração, nesse nível de representação, todos os símbolos e ícones, para que se possa representar os conceitos envolvidos na descrição quantitativa de fenômenos. Isso precisa ser feito com a utilização de equações e sinais, no caso do ensino de surdos. A Figura 1, mostra um exemplo hipotético da proposta para o ensino de Física para surdos, na qual são ilustrados três níveis de representação de um fenômeno físico da Mecânica Newtoniana aplicado ao futebol.

**Figura 1 – Níveis de representação de um fenômeno físico da Mecânica Newtoniana aplicado ao futebol**



Fonte: a pesquisa.

No caso descrito pela Figura 1, tem-se o Nível Sensório (Figura 1- A) representado pelo chute na bola. O nível do Modelo Físico (Figura 1- B) é dado pela representação vetorial das grandezas envolvidas nesse fenômeno, tais como a velocidade e a aceleração instantâneas, advindas da força de contato estabelecida no momento do chute (que implicará na variação do momento linear da bola), e é considerando o campo gravitacional, onde está representada a força peso no desenho, retirado da animação desenvolvida no

*Software Modellus*. O Nível Simbólico (Figura 1- C) é representado pelo princípio fundamental da dinâmica, dado pela equação e pelos sinais em Libras necessários para a explicação do fenômeno, representado na figura, de modo genérico, pelo símbolo das mãos em movimento.

Tem-se, ainda, que um dos principais entraves no processo de ensino/aprendizagem de Física (e de ciências) por alunos surdos, compreende os processos semióticos (VYGOTSKY, 2004) estreitamente ligados ao Nível Simbólico, no que se refere à falta de tradução de conceitos científicos para as línguas de Sinais, e mais ainda para Libras<sup>12</sup>, sendo este, mais um desafio enfrentado nesta pesquisa.

Certamente, esta situação não é tão simples de se resolver, pois envolve a criação, o consenso e a adoção de sinais da comunidade surda onde se pretende implementá-los, pois a Libras sofre variações conforme a questão regional (KOSLOWSKI, 2000). Porém, a solução desse problema também é uma das principais implicações para o sucesso do processo de ensino e aprendizagem de Física para surdos, uma vez que, conforme os artigos elencados no levantamento bibliográfico (seção 4), é possível observar que a estratégia de ensino dos pesquisadores estava direta ou indiretamente apoiada na língua de sinais.

Portanto, esse processo de ensino deve ter enfoque bilíngue, seja na educação especial ou inclusiva. E, para melhor interação entre professor e aluno, esse deve saber a Língua de Sinais, ou pelo menos conhecer a natureza visual-espacial dessa língua e planejar as atividades pedagógicas considerando a estrutura linguística da Língua de Sinais (QUADROS, 2006). No caso específico do ensino inclusivo, é imprescindível a presença do intérprete de Língua de Sinais. Contudo, o professor não pode transferir a sua responsabilidade para esse profissional, cabendo àquele o papel de ensinar, não a este, que deve ser visto como mediador no processo.

Tem-se ainda que o aluno surdo deve ter na Língua de Sinais a sua primeira língua (L1) e a Língua dos Ouvintes, na forma escrita, a segunda língua (L2). Para alguns surdos, a língua portuguesa é considerada uma língua estrangeira, pois 'pertence ao ouvinte' (SOUZA, 2009). Autores como Kyle (2009), Quadros (2009) e Skliar (2009) defendem o

---

<sup>12</sup> Nesta pesquisa não foi identificado, no dicionário oficial do INES, nenhuma tradução de conceitos da Física Newtoniana como, por exemplo: "Força de contato". No entanto, esse e outros conceitos relevantes foram encontrados no Projeto "Sinalizando a Física" (CARDOSO; BOTAN; FERREIRA, 2010)

bilinguismo, ou seja, desvincular o surdo da Libras é descaracterizar este indivíduo, que se constitui culturalmente por meio de sua língua (THOMA, 2009).

### 2.3 A MEDIAÇÃO COGNITIVA POR MEIO DE RECURSOS DIGITAIS DE TECNOLOGIA ASSISTIVA PARA ALUNOS SURDOS: REALIDADE, EXPECTATIVAS E POSSIBILIDADES

Quando se trata de processos educacionais, quase sempre se recorre a uma teoria de aprendizagem (HENRIQUE *et al*, 2015). Algumas amplamente difundidas no meio educacional, que até possuem notoriedade, como a teoria da psicologia genética de Piaget (1973) e a teoria sociocultural de Vygotsky (2004). Assim, pode-se refletir sobre muitos aspectos teóricos, didáticos, epistemológicos, procedimentais e pedagógicos, advindos de outras teorias de aprendizagem, como a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (2003), o Professor Reflexivo de Dewey (1997), a Transposição Didática de Chevallard (2000), a Engenharia Didática de Artigue (1988), entre muitos outros tão relevantes quanto esses.

Chama a atenção um aspecto fundamental nas teorias mencionadas: a ausência do componente digital e o seu impacto na forma como se interage com o mundo. É evidente que isso ocorre devido ao contexto histórico da época de criação delas, porém, o que se defende nesta pesquisa não é a utilização de tecnologias digitais como fim, mas como parte de uma abordagem educacional coerente e como um meio, um catalisador e potencializador de aprendizagem, na qual o aluno a utiliza com engajamento intelectual necessário e não por tentativa e erro (de forma não intencional) (ESQUEMBRE, 2002).

Nessa perspectiva, recorre-se à Teoria da Mediação Cognitiva (TMC) (SOUZA, 2004) para indicar caminhos para elaboração de propostas de intervenção pedagógica para alunos surdos, e esta seção também traz os recursos digitais de TA, desenvolvidos para esta pesquisa.

A próxima subseção apresenta alguns aspectos centrais da TMC, no que diz respeito ao desenvolvimento cognitivo de seres humanos, a segunda subseção apresenta a TA e alguns de seus recursos digitais desenvolvidos para surdos. A terceira subseção traz a aplicação de recursos de TA em certos contextos educacionais, e a quarta subseção apresenta recursos de TA que podem ser considerados bons mediadores no ensino de



Física, e é dado destaque especial aos recursos digitais de TA, considerados aqui *mediadores Hiperulturais*.

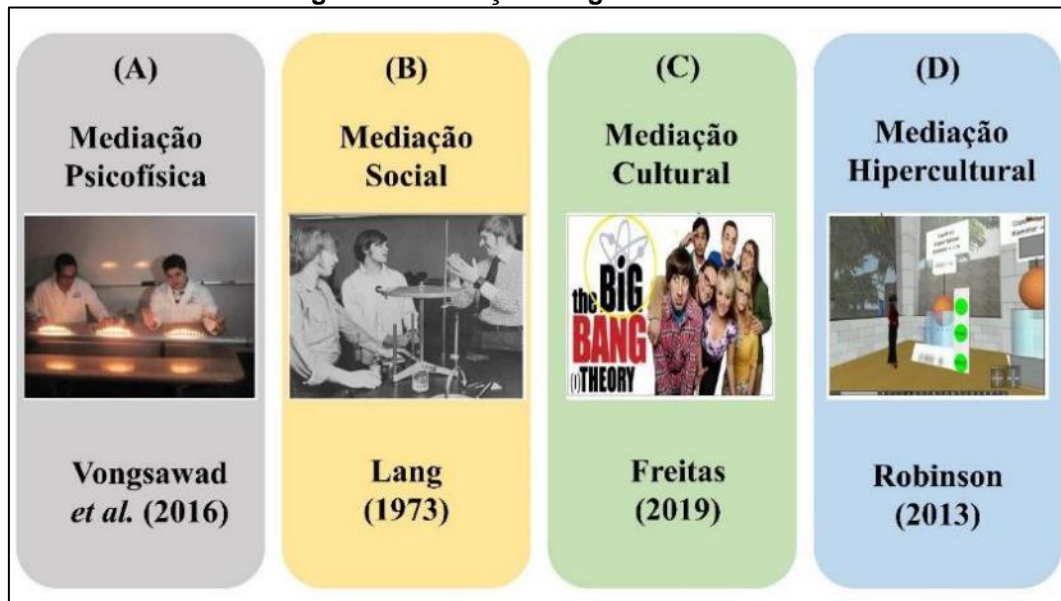
### 2.3.1 A Teoria da Mediação Cognitiva

A Teoria da Mediação Cognitiva (TMC) foi proposta por Bruno Campelo de Souza, em sua tese de doutorado, e oferece um modelo descritivo para a cognição humana (SOUZA, 2004). Essa teoria é especialmente relevante para o contexto de TA para Surdos, pois, além de assimilar muitos aspectos essenciais das principais Teorias Cognitivas já consagradas, como a Epistemologia Genética de Jean Piaget, a Teoria de Campos Conceituais de Gérard Vergnaud, a Teoria Social da Aprendizagem de Lev S. Vygotsky e a Teoria Triárquica da Inteligência de Robert J. Sternberg, ainda oferece uma abordagem nova e atual, ao buscar explicar os impactos da Era Digital e da introdução das novas TIC, na sociedade e nas estruturas cognitivas individuais dos seres humanos (SOUZA, 2004; SOUZA *et al.*, 2012).

A TMC se preocupa em descrever que a cognição humana não se restringe ao funcionamento cerebral, mas o extrapola, uma vez que esse funcionamento se complementa com o processamento externo e auxiliar ao cérebro, que inclui objetos, artefatos, grupos sociais e culturas. Nesse processamento de informações a “tecnologia fornece todos os amplificadores visuais, auditivos, tácteis e olfativos. Esses sensores servem como receptores para mais dados” (SOUZA, 2004, p. 21), ou seja, o modo que se tem de interagir com o mundo, permite que se experimente uma revolução tecnológica, ocorrida nas últimas décadas com a evolução das TIC e com o advento da *internet* e das redes sociais.

Souza (2004) estabelece que, no processo de construção da cognição humana, emergem, essencialmente, quatro tipos de mediação cognitiva: Psicofísica, Social, Cultural e Hiper-cultural. A Figura 2 apresenta cada uma dessas mediações e traz alguns exemplos que são considerados bons representantes dessas mediações.

**Figura 2 –Mediações cognitivas na TMC**



Fonte: a pesquisa.

Na Figura 2(A), tem-se a realização de um experimento de ondas estacionárias, um fenômeno de acústica, apresentado para alunos surdos (VONGSAWAD *et al.*, 2016). Esse aparato experimental é um item físico com o qual o indivíduo está tentando construir conhecimento, sendo, portanto, a primeira forma de mediação cognitiva descrita por Souza (2004), a mediação Psicofísica. Porém, essa forma de mediação não se restringe somente a objetos físicos, estes podem ser substituídos por outro objeto de conhecimento, como, por exemplo, um conceito abstrato, problema, situação e/ou relação (SOUZA *et al.*, 2012).

É importante observar que as mediações não são necessariamente excludentes entre si, e, na verdade, podem ocorrer de forma contínua e, muitas vezes, indissociáveis, como é o caso na Figura 2(B), ilustrado como mediação social, que destaca a interação que ocorre entre um professor, Sr. Lang (à direita); e dois alunos surdos (à esquerda) (LANG, 1973). Observe que todos estão interagindo (Mediação Social) em um laboratório de Física e realizando experimentos (Mediação Psicofísica).

De acordo com Souza *et al.* (2012), podem ser consideradas Mediação Cultural as atividades humanas, advindas de sistemas simbólicos, práticas e artefatos culturalmente aceitos, seja no conhecimento tradicional, seja no formal. Nesse sentido, a Figura 2(C), traz como exemplo dessa mediação a imagem da série de TV norte-americana *The Big Bang Theory*, que, de acordo com Freitas (2019), emergiu como um aspecto cultural (Mediação

Cultural) na fala de um aluno participante da sua pesquisa de mestrado, ao se referir à imagem do átomo que aparece na abertura desse seriado.

Freitas (2019) descreve, de forma clara e didática, as quatro mediações cognitivas de Souza (2004), ao investigar quais são as mais importantes e de que maneira elas se combinam para o ensino do modelo do átomo de Bohr a estudantes do Ensino Fundamental (EF) de uma escola pública do município de Canoas, no Rio Grande do Sul (RS). Souza *et al.* (2012) chamam a atenção também para o processo histórico da evolução dos estágios da cognição humana, e destacam ser possível inferir que os mecanismos de mediação cognitiva evoluíram naturalmente da mediação psicofísica para a social, e desta para a cultural, seguindo uma ordem de menor para maior complexidade, compatível com a ordem em que isso surgiu na história humana.

Ainda, consoante Souza *et al.* (2012), é possível observar que nesse processo histórico surgiu um conjunto de fatores que é substancialmente diferente do que é tradicionalmente visto como "cultura", algo que está intimamente ligado ao uso de computadores e da *internet*, que culminou em uma Revolução Digital, e em última instância no surgimento de uma "Hiper cultura" (SOUZA *et al.*, 2012, p. 2321).

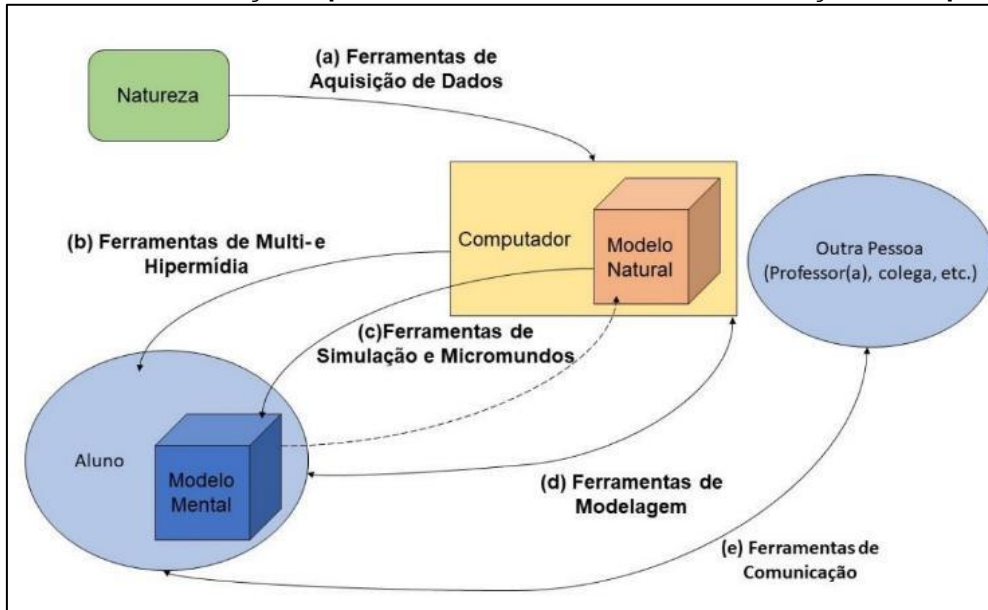
Essa mudança tecnológica introduziu uma série de transformações nas diversas esferas que compõem a sociedade (GIGLIO; SOUZA; SPANHOL, 2015) e em nível individual, uma vez que proporciona uma extensão da capacidade cerebral humana. Isso é descrito por Souza (2004) como sendo uma nova mediação cognitiva, a mediação Hiper cultural, exemplificada na Figura 2 (D) por um experimento para alunos surdos no ambiente virtual do *Second Life* (ROBINSON, 2013).

É interessante observar que esta mediação conta com muitos outros exemplos, que, por motivos evidentes, são de total interesse desta pesquisa. Sendo assim, pode-se recorrer aos apontamentos de Esquembre (2002), classificando-se os recursos digitais, todos entendidos, com base no referencial, como mediadores Hiper culturais para o ensino de Física, seguindo cinco categorias: (a) Ferramentas para aquisição e manipulação de dados; (b) Ferramentas de Multi e Hiper mídia; (c) Ferramentas de Simulação e Micromundos; (d) Ferramentas de modelagem; e (e) Ferramentas de comunicação Telemática e ferramentas de *Internet*.

Dentro da perspectiva de educação inclusiva, essas ferramentas incluem qualquer processamento digital de informações advindas do mundo real, inclusive tecnologias que

facilitem a percepção da natureza de surdos, como, por exemplo, aquelas que permitem o registro e a digitalização do som. A Figura 3 apresenta um organograma que demonstra a interação entre o mundo real (natureza) e os agentes no processo educacional (alunos e professores), mediados por essas ferramentas digitais, conforme a classificação de Esquembre (2002).

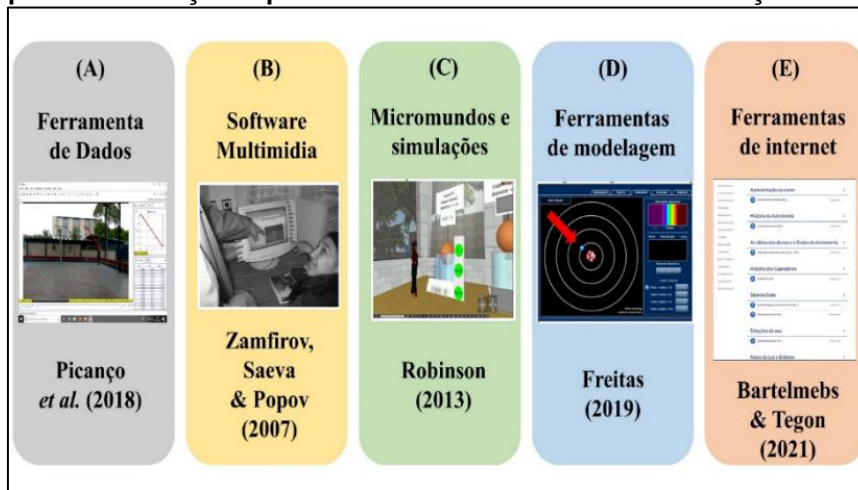
**Figura 3 – Processo de mediação Hiper-cultural de acordo com a classificação de Esquembre (2002)**



Fonte: a pesquisa.

Na literatura, pode-se encontrar exemplos que se enquadram dentro da classificação de Esquembre (2002) e como mediação Hiper-cultural, tal como se apresenta na Figura 4.

Figura 4 – Exemplos de mediação Hiper cultural de acordo com a classificação de Esquembre (2002)



Fonte: a pesquisa.

Na classificação de Esquembre (2002), as Ferramentas para aquisição e manipulação de dados incluem desde o uso de planilhas simples até os laboratórios baseados em microcomputadores mais avançados e análises de vídeo. Sendo que, segundo esse autor, a análise em vídeo oferece a oportunidade de o aluno estudar a física de eventos do mundo real e de seu interesse. Assim, na Figura 4(A), traz-se como exemplo a análise do arremesso de uma bola de basquete no *Software Tracker*, registrada no Projeto 'Laboratório esportivo da Física', realizado em uma escola inclusiva de Manaus (PICANÇO et al., 2018).

A categoria *software* multimídia está fundamentada no conceito de hipermídia, para os que apresentam informações de forma estruturada e geralmente gráfica. De acordo com Esquembre (2002), enquadram-se nessa categoria, *softwares* que apresentam controles de navegação interativos, os quais permitem que os alunos sigam o caminho desejado, sem que seja necessariamente sequencial, para uma gama de informações fornecidas como texto, imagens, animações, simulações, vídeos, etc.

Por esse motivo, destaca-se na Figura 4(B) o CD Multimídia '*Humans and nature, physics and astronomy*' (ZAMFIROV; SAEVA; POPOV, 2007), da mesma forma, cita-se outros *softwares*, como o *EvoBooks*, utilizado por Picanço (2015) no ensino de óptica, também para alunos surdos. Esquembre (2002) afirma que a categoria Micromundos e simulações é composta por *softwares* completos, construídos por especialistas, que implementam uma simulação de uma ampla gama de processos e leis físicas. Segundo esse autor, para fazer parte dessa categoria, o programa deve incentivar o aluno a explorar

e interagir com o sistema, incluindo elementos no mundo, mudando parâmetros e observando o resultado dessa manipulação.

E, como exemplo dessa categoria, a Figura 4(C) mostra a *Second Life*, utilizada no ensino de Física para alunos surdos (ROBINSON, 2013). Ressalta-se os apontamentos de Santos (2008) sobre as possibilidades de usar a *Second Life* no ensino da história e epistemologia da Física. Atualmente, tem-se como opção, para o uso de Simulações e Micromundos em sala de Aula, o *software Minecraft Education* (BOURDEAU; COULON; PETIT, 2021; KUHN, 2018), que é especialmente interessante para o ensino de Física (MARRARA *et al.*, 2021).

A categoria Ferramentas de Modelagem, engloba *softwares* que permitem que os alunos construam as suas próprias simulações de computador, e Esquembre (2002) apresenta como o principal representante dessa categoria o *Software Modellus*. Chama-se a atenção de outros simuladores interativos, mais contemporâneos, como algumas simulações em *HTML5*, do *PhET*, da Universidade do Colorado<sup>13</sup>, ou ainda o *Scratch* (MALONEY *et al.*, 2004). A Figura 4(D) traz um exemplo de uma simulação de criação de modelos atômicos usada por Freitas (2019).

Cabe ressaltar que Esquembre (2002) evidencia que as ferramentas de modelagem podem ajudar os alunos a entenderem equações como relações físicas entre quantidades, dando sentido à tradução entre representações e fornecendo experiências de aprendizagem envolventes. Essas simulações também podem ajudar a visualizar o pensamento do aluno, ao oferecerem um conjunto de ferramentas (desde programação pura até blocos de construção de alto nível, como no caso do *Scratch*), que os ajudam a descrever relações entre conceitos, executar seus próprios modelos e comparar seus resultados com modelos teóricos ou com experimentos de laboratório, analisando os erros ou equívocos conceituais que tenham cometido em seus modelos, permitindo que explicitem suas concepções (ESQUEMBRE, 2002).

A última categoria descrita por Esquembre (2002) é a de ferramentas telemáticas e de *internet*, na qual estão enquadrados os *softwares* que exploram a capacidade de intercomunicação do computador, recorrendo a todos os tipos de *softwares* anteriores.

---

<sup>13</sup> As simulações do PhET Colorado podem ser classificadas em duas categorias, definidas por Esquembre (2002): Simulações e Micromundos ou Ferramentas de Modelagem, e a sua classificação depende do grau de liberdade ao interagirem com a animação/simulação. No caso ilustrado na Figura 4 (D), trata-se de modelagem, uma vez que o aluno pode mudar livremente o número de prótons, neutros e elétrons (que nesse caso podem ser considerados blocos lógicos), para construir o seu próprio modelo atômico.

Conforme esse autor, esses *softwares* corroboram uma estratégia de ensino *just-in-time*, mais sintonizada com as necessidades dos alunos, permitindo que os professores possam adaptar o produto para corresponder aos seus interesses particulares e pontos de vista educacionais, combinando o uso de uma abordagem pedagógica adequada.

Essa é a categoria com a tecnologia mais emergente e, nesse sentido, cabe ressaltar a evolução desta, considerando que o ano de publicação do artigo de Esquembre é 2002 e ainda se tem todo período até 2021, é possível observar que muitos recursos surgiram, em especial os tecnológicos para ensino remoto, que estão sendo (ou foram) cruciais na pandemia de Covid-19, tais como os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA), como o *Google Classroom*, destacado na Figura 4(E) no desenvolvimento de Curso de Extensão para Formação em Ensino de Astronomia (BARTELMÉBS; TEGON, 2021).

Mas para além desse AVA, pode-se salientar outras ferramentas de acesso à *internet* que também se configuram como ferramentas pedagógicas e importantes soluções para o ensino à distância (UNESCO, 2021) e especialmente para o ensino de alunos surdos durante a Pandemia de Covid-19, como as plataformas de videoconferência *Google Meet*, *Zoom*, *WhatsApp*, redes sociais, etc. (PICANÇO; ANDRADE NETO; GELLER, 2021b). Salienta-se, igualmente, que, dentro dessa perspectiva, qualquer mediação digital da comunicação entre surdos e não surdos, seja por meio de tradução de Libras, seja por meio da geração de legendas automáticas, enquadram-se dentro dessa categoria.

Assim, tendo como balizador a TMC e a classificação de Esquembre (2002), oferece-se, nesta pesquisa, a sugestão de que propostas pedagógicas para a comunidade dos surdos poderiam se basear nessas quatro mediações e, principalmente, na mediação Hiper-cultural, tendo em vista o contexto de ensino remoto e/ou híbrido vivenciado recentemente com a pandemia de Covid-19 no ensino de surdos (PICANÇO; ANDRADE NETO; GELLER, 2021b), e a necessidade de Formação continuada de professores para uso de TIC (CARDOSO; ALMEIDA; SILVEIRA, 2021).

Para tanto, como a mediação Psicofísica pode ocorrer por meio da interação do ser humano com um objeto de conhecimento, tem-se que, na metodologia utilizada, essa mediação ocorre na execução de experimentos físicos reais (laboratoriais ou caseiros), e a mediação social ocorre na interação dinâmica entre os participantes da pesquisa tanto presencial quanto remotamente. Enquanto a mediação cultural é estabelecida por meio da análise de atividades humanas, como a prática de esportes.

Dá-se maior destaque à mediação Hiper-cultural, que está presente na realização de atividades em que os recursos tecnológicos são mais evidentes e, principalmente, na implementação de recursos digitais de TA. Ressalta-se que sendo a cultura surda essencialmente visual (QUADROS, 2006), explorar a tecnologia como amplificadora sensorial, tal como aponta Souza (2004), configura-se como um caminho viável para o processo de ensino e aprendizagem, pois, “[...] o uso dos recursos tecnológicos pode ampliar os atributos dos estímulos melhorando sua recepção” (CARVALHO; MANZINI, 2017, p. 215).

Com o intuito de privilegiar métodos pedagógicos e materiais didáticos que dependem de apoio visual, apresenta-se a chamada Pedagogia Visual (CAMPELLO, 2008) com materiais didáticos que exploraram as características visuais de experimentos, simuladores, Vídeos ou *Softwares*, como recursos para o ensino de Física para surdos. Todos esses materiais estão alinhados com as principais metodologias encontradas na literatura sobre o ensino de Física para esses alunos (PICANÇO; ANDRADE NETO; GELLER, 2021a), que também estão em linha com o referencial da TMC (Souza, 2004) e foram estruturados em uma plataforma de ensino *online* que abriga o que se denomina UEI. A próxima subseção delinea o que se considera TA e expõe alguns exemplos encontrados na literatura, descrevendo recursos de TA desenvolvidos para surdos.

### **2.3.2 Recursos de Tecnologia Assistiva para Surdos**

A TA é uma área do conhecimento que visa promover ou ampliar habilidades em pessoas com privações funcionais, em decorrência de uma deficiência (BERSCH; SCHIRMER, 2005). Ela é composta por uma gama de recursos e serviços, destinados a promover maior independência funcional da pessoa com deficiência na atividade do seu interesse (BERSCH, 2017).

De acordo com Bersch (2017), constituem-se recursos de TA para deficientes auditivos e surdos os aparelhos para surdez (Figura 5 - A), os sistemas com alerta tátil-visual, um celular com mensagens escritas e chamadas por vibração, um *software* que favorece a comunicação ao telefone celular transformando em voz o texto digitado no celular e em texto a mensagem falada, dentre outros (Figura 5- B). Também podem ser considerados recursos de TA os livros, textos e dicionários digitais em língua de sinais, o



sistema de legendas (*closed-caption/subtitles*) e os aplicativos com avatares tradutores de Libras, como o Hand Talk (Figura 5 – C).

**Figura 5 – Exemplos de Tecnologia Assistiva para surdos de acordo com Bersch (2017)**



Fonte: a pesquisa.

Dentre esses recursos, observa-se que o celular evoluiu e, nos dias de hoje, caracteriza-se como um dispositivo essencial, para todas as pessoas, e muito mais para os surdos. Ao passo que se constata que muitas questões levantadas por Chiu *et al.* (2010), sobre as necessidades sociais, de comunicação, consumo, entretenimento, transporte e segurança, dos surdos utilizadores de celulares, foram sanadas atualmente.

O celular também já é considerado o centro de propostas pedagógicas universais como a BYOD (*Bring your Own Device*, ou “traga o seu próprio dispositivo”), onde o dispositivo tecnológico utilizado em sala de aula é o celular do próprio aluno e apps disponíveis universalmente, seja para realização de experimentos ou como recurso para aulas expositivas (SONG, 2014).

Levando-se similarmente em consideração a pesquisa de Vincent *et al.* (2010), que analisaram a eficiência de transmissão de mensagens utilizando cinco tecnologias de telecomunicações para surdos, das quais se destaca a presença de *softwares* conhecidos e relativamente populares como o *Microsoft Windows Live Messenger*, constata-se que em menos de uma década os avanços tecnológicos na videoconferência e na comunicação à distância para utilizadores surdos foram muitos. Com isso, presenciou-se uma grande evolução, principalmente em virtude da popularização de aplicativos de mensagens

multimídia, como o *WhatsApp*, bem como a implementação do recurso de videochamada em 2016, nesse aplicativo.

Ou seja, o celular tomou um dimensionamento ainda maior para as pessoas surdas, que podem agora utilizar a língua de sinais para conversar com outra pessoa em qualquer hora e lugar, sem a necessidade de estar presencialmente com o interlocutor, face a face. O *WhatsApp*, por exemplo, foi relatado pelo professor participante desta pesquisa, como a plataforma de comunicação que ele conseguiu melhor utilizar de forma adaptada com os seus alunos surdos (PICANÇO; ANDRADE NETO; GELLER, 2021b). E, os avanços tecnológicos não param de serem desenvolvidos. Em pouco tempo, estima-se ter, não apenas *softwares* especiais para celulares, para ajudar na comunicação entre surdos e ouvintes, mas também *hardwares*, como a luva *Hand Talk*, desenvolvida por Sarji (2008).

Apesar do nome homônimo ao aplicativo de tradução em Libras mostrado anteriormente, esse dispositivo é uma luva normal de tecido equipada com sensores flexíveis ao longo do comprimento de cada dedo, que produzem um fluxo de dados brutos para ser analisado em um computador. Esses dados variam com o grau de curvatura de cada dedo quando o utilizador sinaliza, indicando a palavra correspondente ao sinal efetuado, a Figura 6 mostra esse *hardware*.

**Figura 6 – Recurso de Tecnologia Assistiva, Luva *HandTalk***

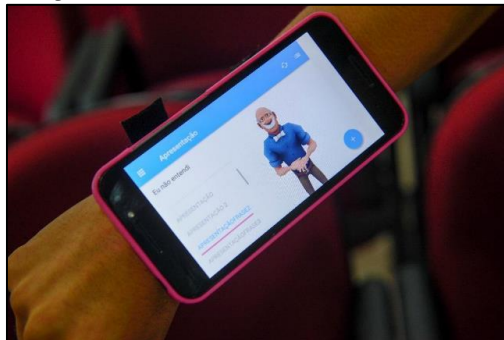


Fonte: Sarji (2008, p. 85).

Há muitos projetos brasileiros, entre eles o “Giulia, Mãos que falam”, que tem uma tecnologia baseada em inteligência artificial, que possibilita a comunicação entre surdos e pessoas que não sabem a Libras. Esse projeto de TA foi criado no Laboratório de Robótica

e Automação da Universidade do Estado do Amazonas (UEA), idealizado pelo professor Manuel Cardoso, e consiste no uso de uma braçadeira com sensor magnetômetro que capta os sinais biológicos dos músculos do antebraço e da mão. Essa braçadeira transmite os sinais, via *Bluetooth*, para um aparelho celular, que traduz em som o significado de movimentos de quem está utilizando o aparelho (AMAZONAS, 2016). A Figura 7 mostra o uso desse recurso.

**Figura 7 – Demonstração de uso do recurso de TA “Giulia, Mãos que falam”**



Fonte: Picanço, Andrade Neto e Geller (2022, p. 59).

Conforme o apresentado nesta subseção, já existem muitos recursos de TA para surdos. No entanto, esta pesquisa está centrada na investigação do possível impacto na cognição do aluno surdo decorrente do uso de *softwares* especiais de acessibilidade, como componentes lógicos das TICs quando construídos como TA, dentro da perspectiva da TMC. Em outras palavras, a proposta de intervenção recorre a programas especiais de computador que possibilitam ou facilitam a interação do aluno com a máquina (GALVÃO FILHO; DAMASCENO, 2008). Por isso, destaca-se na subseção seguinte como alguns recursos de TA já foram utilizados no processo de ensino e aprendizagem de alunos surdos em certos contextos educacionais.

### **2.3.3 Processo de Ensino e Aprendizagem de Alunos Surdos auxiliado pela Tecnologia Assistiva**

No campo educacional, tem-se alguns pesquisadores que desenvolveram, utilizaram e/ou avaliaram alguns recursos de TA para surdos e/ou deficientes auditivos, como *softwares* para tradução em Libras, como no caso de Rocha, Pinto e Silva (2015) e

Brochado, Lacerda e Rocha (2016), ou a avaliação de ferramentas de acessibilidade para *Websites* (ÁFIO *et al.*, 2016), ou ainda a aplicação de realidade aumentada (CARVALHO; MANZINI, 2017; PARTON, 2017). Rocha, Pinto e Silva (2015) apresentam uma ferramenta de Autoria para a Construção de Sinais da Libras, denominada AssistLIBRAS. Segundo esses autores, essa ferramenta permite que especialistas criem sinais em computação gráfica sem grandes dificuldades, ao passo que esses sinais podem ser utilizados em alguma outra TA, como, por exemplo, um tradutor, ou dicionário.

De forma semelhante, Brochado, Lacerda e Rocha (2016) apresentam um Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento de um *Software* Glossário de Informática com aplicação de Libras e de Tecnologia de Captura de Movimento 3D. Esse glossário é, segundo os autores, um produto pedagógico adequado ao letramento digital do público-alvo do projeto, e servirá para compor uma base de dados de movimentação facial e corporal, associada a comunicação oral e em Libras, que serão utilizadas e incorporadas na realização de animação de avatares 2D e 3D.

Brochado, Lacerda e Rocha (2016) destacam que os resultados são parciais, pois o projeto está em desenvolvimento, mas, os avanços obtidos até então demonstram a relevância da produção deste artefato tecnológico, uma vez que ele pode contribuir com a acessibilidade e a inclusão das pessoas surdas, principalmente no que tange a aprendizagem, treinamento e aperfeiçoamento da compreensão da língua de sinais, por parte de surdos e ouvintes.

O artigo de Áfio *et al.* (2016) traz a avaliação da acessibilidade automática de TA de um curso *online* denominado “Educação em Saúde Sexual e Reprodutiva: uso dos preservativos”, desenvolvido para surdos. A avaliação desse curso considerou normas de acessibilidade de sítios eletrônicos nacionais e internacionais. Como principais apontamentos, os autores ressaltam que a utilização de recursos tecnológicos, em diversas ocasiões, torna-se essencial para efetivação de estratégias educativas escolhidas. E pontuam que um desses recursos é o vídeo educativo que se constitui como um recurso de TA bastante utilizado para a educação.

No contexto das tecnologias educativas, a *internet* é um importante apoio para o ensino e a aprendizagem, pois diminui distâncias, conecta pessoas e permite a disseminação de informações das diversas áreas do conhecimento. Contudo, Áfio *et al.* (2016, p. 838) advertem que “a construção de sites acessíveis denota seguir orientações

de acessibilidade e, sobretudo, realizar avaliação automática, por *softwares*, manuais e usuários”.

Carvalho e Manzini (2017) descrevem um estudo que utilizou um *Software* de Realidade Aumentada, desenvolvido por Carvalho (2011), para ensinar palavras em Libras para um grupo de oito alunos surdos, com idades entre sete e 16 anos. Esses autores concluem que a utilização desse recurso proporcionou a aprendizagem de novas palavras e ampliou o repertório comunicativo dos participantes da pesquisa, mostrando-se como um recurso eficaz e capaz de “[...] ampliar a dimensão do processo de ensino-aprendizagem” (CARVALHO; MANZINI, 2017, p. 230).

Parton (2017) propôs, do mesmo modo, o uso da realidade aumentada na sala de aula, ao executar o projeto *Glass Vision 3D*. Nesse projeto, crianças surdas no ensino fundamental utilizaram um aplicativo e o *Google Glass* para escanear *QR codes* de objetos, e o *software* desenvolvido exibia assim vídeos na Língua de Sinais Americana (*American Sign Language – ASL*).

O projeto de Parton (2017) utilizou 25 objetos físicos, juntamente com seus cartões de *QR code* correspondentes, colocados no chão de uma pequena sala de aula. Os alunos surdos da quinta série testaram a usabilidade do aplicativo e do *Google Glass* e, os resultados foram, segundo a pesquisadora, bem-sucedidos, pois os participantes da pesquisa demonstraram um envolvimento entusiasmado que resultou no registro de uma curva de aprendizado. No entanto, Parton (2017) ressaltou que ocorreram muitos problemas e limitações na execução do teste do seu projeto, como falha de conexão com a *internet* para execução de vídeos do *YouTube* desenvolvidos para pesquisa, um número reduzido de participantes e todos do sexo masculino, mas que ainda assim, os resultados foram promissores.

Esses cinco trabalhos têm importantes apontamentos, contudo, o que chama a atenção é que no levantamento bibliográfico não foram encontrados trabalhos específicos sobre o ensino de Ciências para alunos surdos que explicitamente recorressem à TA. Assim, esta pesquisa ganha mais este destaque, no que diz respeito ao ensino de Física para alunos surdos: o desenvolvimento de metodologias inclusivas e a utilização de recursos digitais de TA.

### 2.3.4 A Implementação de Recursos Digitais de Tecnologia Assistiva para Surdos no ensino de Física

A proposta básica desta pesquisa é a utilização de quatro recursos digitais, utilizados como *mediadores hiperculturais* e como recurso de TA. O primeiro é um *Website*; o segundo, a aplicação de questionários digitais; o terceiro, um aplicativo de Realidade Aumentada; e o quarto, a utilização de vídeos com legendas e tradutor. Todos são utilizados ao longo da implementação de uma UEI.

#### 2.3.4.1 Website adaptado com *widget* VLibras

Desenvolveu-se esta pesquisa construindo-se um *Website* com um ambiente virtual de aprendizagem, sendo um mediador hipercultural, que, consoante Esquembre (2002), é um *software* de ferramentas telemáticas e de *internet*. Ele conta com uma janela de acesso (*Widget*) ao aplicativo VLibras, facilitando a comunicação do aluno surdo com o *Website*, ao possibilitar a tradução automática de Português Brasileiro para a Libras de conteúdos digitais como texto, áudio e vídeo. VLibras é um conjunto de ferramentas computacionais de código aberto, desenvolvido pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB), com o Ministério da Economia (ME) e a Secretaria de Governo Digital (SGD). Ele torna computadores, celulares e plataformas *Web* acessíveis para pessoas surdas (BRASIL, 2020), foi escrito em HTML e cada página tem o código do VLibras, indicado na Figura 8.

**Figura 8 – Código HTML usado nas páginas do site**

```
<body> <!-- Início do corpo da página -->
<vlibraswidget class="vw-text">
<!-- Conteúdo da página -->
</vlibraswidget>
<div vw class="enabled">
<div vw-access-button class="active"></div>
<div vw-plugin-wrapper>
<div class="vw-plugin-top-wrapper"></div>
</div>
</div>
<script src="https://vlibras.gov.br/app/vlibras-plugin.js"></script>
<script>
new window.VLibras.Widget("https://vlibras.gov.br/app");
</script>
</body> <!-- Fim do corpo da página -->
```

Fonte: VLibras (BRASIL, 2020).

A Figura 9 mostra a *homepage* do *website* criado para a pesquisa.

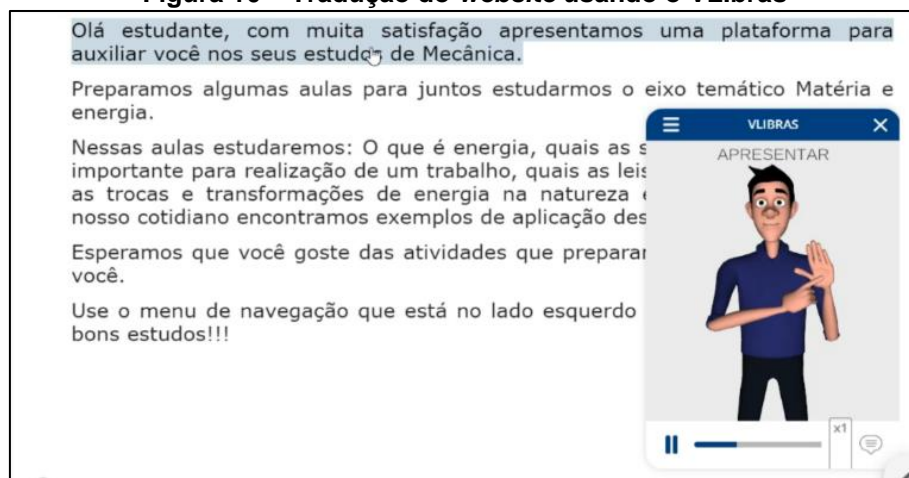
**Figura 9 – Demonstração de homepage do site Unidade de ensino Energia Mecânica Assistiva**



Fonte: a pesquisa.

Ao clicar no ícone flutuante, presente no lado direito do *website*, conforme destacado na Figura 9, o *widget* abrirá o aplicativo VLibras. E, com o *widget* aberto, ao passar o ponteiro do mouse por um elemento de texto, este é realçado, indicando que pode ser traduzido. Ao clicar com o botão esquerdo do mouse, a ferramenta iniciará a tradução, conforme mostra a Figura 10.

**Figura 10 – Tradução do website usando o VLibras**



Fonte: a pesquisa.

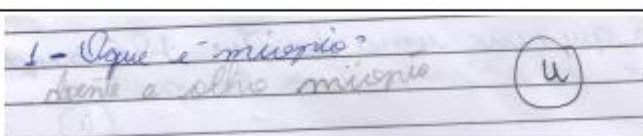
Cabe destacar que o VLibras não substitui a necessidade do intérprete humano, dada a tradução literal e não interpretativa do *software*. No entanto, é um recurso que permite que o aluno tenha acesso a informações em Libras, ainda que de forma limitada, principalmente em um cenário de ensino remoto ou híbrido, seja de forma assíncrona ou dentro de uma metodologia de ensino, como a sala de aula invertida ou a *just-in-time* destacada por Esquembre (2002).

#### 2.3.4.2 O uso de questionário digital como recurso de tecnologia assistiva

Um dos grandes entraves para o processo de ensino e aprendizagem de alunos (surdos ou não) é a avaliação. Como avaliar? Que instrumentos utilizar? São alguns dos questionamentos mais recorrentes para os professores. Tradicionalmente, uma das formas mais utilizadas para avaliar os alunos é a prova escrita. Porém, alguns autores indicam que as habilidades de escrita de alunos surdos podem deixá-los desconfortáveis com perguntas escritas, ou a postagem delas em meio eletrônico, como em *chats* e videoconferências, por exemplo (ALSADOON; TURKESTANI, 2020).

Thoma (2009) indica a prática avaliativa ‘tradicional’ está presente nos ambientes educacionais ditos inclusivos e chama a atenção para um aspecto importante sobre a avaliação dos surdos: a normalização ouvinte ou ouvintização do surdo, ou seja, esta é o processo de analisar, rotular e/ou comparar, com base no que distancia ou aproxima o aluno surdo da ‘normalidade’ ouvinte. Essa situação foi verificada por Picanço (2015), quando obteve de uma aluna surda a resposta, exposta na Figura 11, para uma pergunta de um questionário escrito.

**Figura 11 – Exemplo de uma resposta escrita de um aluno surdo**

O que é miopia?	 <p>"Doente é o olho míope (Aluna surda- G)"</p>
-----------------	--

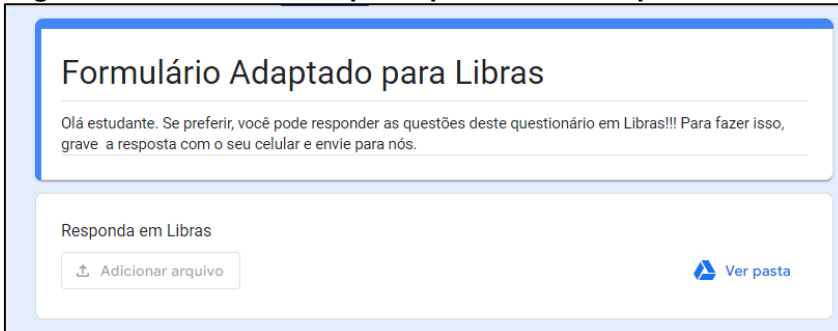
Fonte: Picanço (2015, p. 60)



Para muitos leitores, talvez a resposta dessa aluna surda seja inadequada, ou ainda tautológica, mas em relação a quê, à Norma Ouvinte? Nesta pesquisa, considera-se, ao se avaliar o aluno, a sua Cultura (mediação cultural). Nesse caso, especificamente a sua primeira língua (L1), a Libras. Mesmo que o aluno tenha a língua portuguesa na sua forma escrita como segunda língua (L2), destaca-se que para muitos surdos a língua portuguesa é considerada uma língua estrangeira, pois 'pertence ao ouvinte' (SOUZA, 2009).

Portanto, para contornar essa situação e não sujeitar o aluno surdo a responder questionamentos em atividades, somente na forma escrita, esta pesquisa utilizou o questionário eletrônico como um recurso de TA. Assim, foi dada ao aluno surdo a possibilidade de ele responder às perguntas dos questionários em Libras. Para fazer isso, cada questão que solicita a resposta na forma escrita, também dá como alternativa a possibilidade de o aluno enviar um vídeo como resposta, conforme mostra a Figura 12.

**Figura 12 – Formulário adaptado para receber resposta em Libras**



Formulário Adaptado para Libras

Olá estudante. Se preferir, você pode responder as questões deste questionário em Libras!!! Para fazer isso, grave a resposta com o seu celular e envie para nós.

Responda em Libras

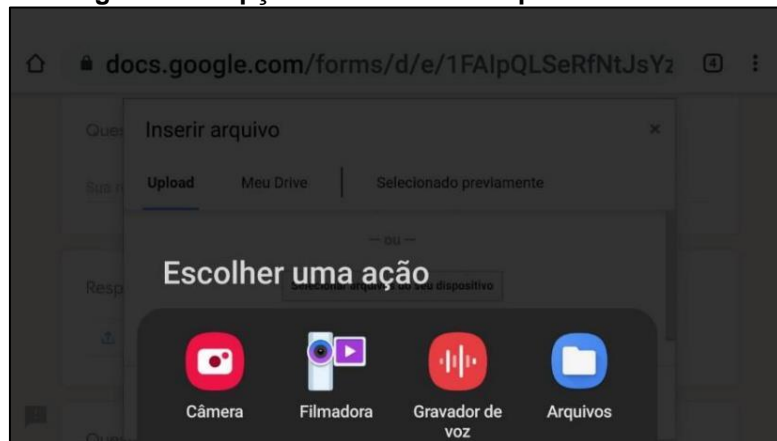
Adicionar arquivo

Ver pasta

Fonte: a pesquisa.

Neste caso, o aluno, ao clicar na caixa 'Adicionar arquivo', pode utilizar a câmera do *smartphone* para enviar a sua resposta em Libras, conforme mostra a Figura 13.

**Figura 13 – Opções de envio de resposta em Libras**



Fonte: a pesquisa.

Ao clicar no ícone da 'filmadora' a câmera do aparelho celular será acionada, permitindo assim que o aluno registre a sua resposta.

#### 2.3.4.3 O uso de aplicativo de Realidade Aumentada para auxiliar em experimentos laboratoriais reais e/ou virtuais

Uma possibilidade destacada por Esquembre (2002), sobre o uso de tecnologias digitais na educação, é a oportunidade de criar ambientes de aprendizagem que ampliam as possibilidades de tecnologias tradicionais (livros, quadro-negro, entre outras). Nesse sentido, recorre-se à Realidade Aumentada (RA), para promover um *upgrade* em atividades tradicionais, como, por exemplo, a realização de um experimento real, e incentivar a acessibilidade em Libras.

A RA não é algo novo, porém, recentemente, tornou-se popular, principalmente entre os jovens, devido ao sucesso de jogos de celular como o *Pokémon GO*. Mas essas aplicações não se restringem à indústria do entretenimento, pelo contrário, essa empreitada tem sido aplicada também em contextos educacionais, como a 'expansão' de conteúdos de livros, revistas e enciclopédias, por meio da inclusão de animações, vídeos, áudio, etc.

Parton *et al.* (2009) destacam que a RA permite conectar objetos físicos a dados digitais e é uma maneira de melhorar o processo de aprendizagem e aumentar a retenção de conceitos e vocabulário. Assim, como mais um recurso de TA, foi criado para esta pesquisa, um aplicativo de RA. Esse aplicativo utilizou o Ambiente Integral de

Desenvolvimento (*Integrated Development Environment – IDE*) do *Unity*<sup>14</sup>, sendo um motor de jogos multiplataforma, criado pela *Unity Technologies*.

Essa plataforma é muito popular entre os desenvolvedores devido à capacidade de criar jogos em 2D e 3D, para diversas *Interfaces* de Programação de Aplicativos (*Application Programming Interface – API*) para *softwares* para sistema *Windows*, *MacOS*, *Linux*, *Android* e *iOS*, ou plataforma baseada na *Web*. O próprio App do VLibras, utilizou essa plataforma em seu desenvolvimento. Neste estudo, o aplicativo de RA utilizou, além do *Unity*, o Kit de desenvolvimento de *software* (*Software Development Kit – SDK*) de RA da *Vuforia*. Infelizmente, este não é *open source* (código aberto), mas a utilização com fins educacionais é gratuita.

A opção pelo *SDK* da *Vuforia* se justifica pela praticidade de criar experiências imersivas de RA de forma simples. Essas experiências são entendidas como uma intersecção em tempo real, entre o mundo físico e o digital, ou seja, a adição de elementos virtuais em uma cena real. De tal modo, que ele permite usar as imagens da câmera do *Smartphone* combinadas com os dados do acelerômetro e do giroscópio para examinar o mundo físico, possibilitando a interação entre objetos reais e virtuais. A Figura 14 pode auxiliar no entendimento do funcionamento desse aplicativo.

**Figura 14 – Ilustração com o funcionamento do aplicativo**



Fonte: a pesquisa.

Na Figura 14, vê-se que o aluno com um *Smartphone* aciona o aplicativo de Realidade Aumentada, intitulado de 'Física para surdos.apk', que executa a câmera traseira

<sup>14</sup> *Unity* é um programa de computador que possui um conjunto de bibliotecas, usadas para simplificar e abstrair o desenvolvimento de jogos eletrônicos ou outras aplicações com gráficos em tempo real, para videogames e/ou computadores e celulares em diversos sistemas operacionais.

do celular, a qual, ao ser apontada para uma imagem (neste caso, a tela de um notebook com um experimento virtual), faz aparecer na tela um vídeo com a tradução em Libras dos principais conceitos e funcionamento de experimentos reais e virtuais utilizados na pesquisa, ou seja, utiliza-se a RA como um recurso de TA.

#### 2.3.4.4 Vídeos com legendas e com janela de tradução em Libras

Conforme delineado no referencial teórico, a proposta de intervenção pedagógica busca contemplar as mediações cognitivas descritas por Souza (2004), sendo uma delas a mediação cultural. Assim, a utilização de vídeos vem, nesse intuito, ressaltar esse componente para a formação do aluno. Optou-se, portanto, por utilizar a prática de esportes como um fator cultural e por analisar fenômenos da Física Clássica, como a conservação da energia mecânica na pista de *skate*. Para tanto, exhibe-se uma reportagem do esporte espetacular, de 10 nov. 2019, que mostra um cadeirante desafiando a Mega Rampa (ESPORTE ESPETACULAR, 2019).

A utilização de vídeos no ensino de Física como recurso pedagógico para ensino de alunos surdos, iniciou com Cozendey, Pessanha e Costa (2013). Estes desenvolveram seis vídeos bilíngues, valorizando a Libras e os aspectos visuais, tencionando testá-los como recurso inclusivo para o ensino das leis de Newton. Essa estratégia didática foi implementada em sala de aula de uma escola estadual de nível médio, do interior de São Paulo, composta por 18 alunos, dos quais uma era surda e possuía conhecimentos básicos de Libras. A proposta aqui sugerida faz, igualmente, uso desse recurso e a Figura 15 mostra como esse vídeo foi apresentado no *site* da unidade de ensino.

**Figura 15 – Vídeo legendado e com tradutor de Libras**



Fonte: Esporte Espetacular (2019, s.p. - edição própria).

Conforme mostra a Figura 15, o vídeo da reportagem foi editado pelos pesquisadores, para incluir nele a legenda e a janela de tradução em Libras. Primeiramente, foi feita a transcrição do áudio para produzir as legendas, e estas foram inseridas quadro a quadro no editor de vídeos. Posteriormente, a janela de tradução em Libras foi inserida como um segundo vídeo sobreposto ao vídeo da reportagem.

O vídeo da tradução em Libras foi feito com a captura da tela do aplicativo VLibras, ao traduzir o texto da transcrição do áudio das legendas. Buscou-se atender, dentro das possibilidades, a norma NBR 15.290, que trata sobre acessibilidade em comunicação na televisão. Essa define, entre outras coisas, que a janela de tradução de Libras deve ser, no mínimo, metade da altura da tela do televisor e a sua largura, ocupar, no mínimo a quarta parte da largura da tela, e não sobrepor nenhuma outra imagem no vídeo (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT, 2005).

### **2.3.5 Influência dos recursos hiperculturais na proposta desta pesquisa**

Baseado nos pressupostos da TMC (Souza, 2004) e, de forma complementar, na categorização do uso de tecnologias na educação proposta por Esquembre (2002), os diversos usos de TA, na educação para surdos, foram classificadas e, por assim dizer, foi feita uma releitura do papel delas para a aprendizagem de ciências e matemática. Após a análise dos recursos digitais apresentados, do referencial teórico e dos princípios de classificação de tecnologias proposta por Esquembre (2002), pode-se categorizar as TA para o ensino de ciências e matemática para surdos:

- a) Ferramentas de Digitalização da Realidade: capturam elementos da realidade para que os surdos possam interagir e analisar, incluindo informações auditivas;
- b) Ferramentas de Modelagem: apresentam, progressivamente, modelos científicos e/ou matemáticos por meios descritivos/visuais como multimídia, por meio de simulações previamente construídas ou permitindo ao surdo modelar as suas próprias simulações de fenômenos científicos; e.
- c) Ferramentas de Comunicação: dão suporte à comunicação para surdos, seja pela atemporalidade (comunicação assíncrona), diminuindo distâncias (*chats*

*online* e videoconferência) ou traduzindo elementos da comunicação (tradução de Libras ou legenda).

Acredita-se que, ao se enquadrar as ferramentas digitais nessas categorias, é possível utilizá-las, simultaneamente, para o ensino de ciências e matemática mais efetivo para a comunidade escolar surda.

## 2.4 UNIDADE DE ENSINO INCLUSIVA: UMA PROPOSTA DE ENSINO DE FÍSICA PARA ALUNOS SURDOS DO ENSINO MÉDIO

As ideias de Zabala (1998) constituíram-se como um dos objetivos fundamentais para qualquer bom profissional, essencialmente para o professor, de modo a ser cada vez mais competente em seu ofício. De fato, talvez essa seja uma eterna busca pelo ideal grego de *práxis*, a prática fundamentada em teoria ou fazer consciente. Levando em consideração o processo de ensino e aprendizagem, Zabala (1998) instiga os seguintes questionamentos:

- a) Como melhorar a prática educativa?
- b) Que experiências, modelos, exemplos e propostas são mais ou menos adequados para implementação em sala de aula?
- c) Quais são os critérios para avaliá-los?
- d) Será que os resultados obtidos por outros pesquisadores em outros contextos educacionais podem ou não ser total ou parcialmente aplicados a este contexto?
- e) Será que os resultados empíricos são suficientes para justificar o uso de uma determinada teoria de aprendizagem ou metodologia?
- f) Esses resultados se aplicam a todos os alunos, independentemente do ponto de partida, ou sem levar em conta as condições em que se encontram e os meios disponíveis?

As respostas para essas perguntas não são triviais, pelo contrário, como tudo no meio educacional, elas estão imbuídas de grande complexidade. É preciso se considerar diversos fatores intervenientes, e que a intervenção pedagógica está em um determinado contexto educacional. Este se constitui de um microssistema definido por um determinado

espaço, organização social, certas relações interativas, e que o uso dos recursos didáticos e dos processos educativos se explicam como elementos estreitamente integrados nesse sistema (ZABALA, 1998). Todavia, apesar da inerente complexidade envolvida nos mais variados contextos educacionais destacados por muitos autores (SCHWARTZMAN; BROCK, 2005; NEVES, 2007; KASSAR, 2011), tem-se certeza de que a prática educativa pode ser melhorada em vários aspectos.

Esta seção trata dessa possibilidade de melhorar a prática educativa, no ensino de Física, em um ambiente da Educação Especial para Surdos, propondo uma sequência didática, que consiste no que se chama de UEI. Esta é uma denominação original e se caracteriza como uma contribuição das ideias de Moreira (2011) de UEPS, no que tange ao desenvolvimento de estratégias para a adequação e/ou criação de sequências didáticas para alunos surdos. Essas devem, em primeiro lugar, respeitar a sua identidade cultural e fornecer estratégias de ensino viáveis e relevantes ao desenvolvimento cognitivo desses alunos.

Assim sendo, a próxima subseção expõe o que são UEPS e como elas vêm sendo utilizadas como uma metodologia de ensino em diferentes contextos educacionais, nas mais diversas áreas de conhecimento. Apresenta-se também o referencial teórico utilizado na construção dessa sequência, a TMC (SOUZA, 2004) e o porquê dessa escolha.

#### **2.4.1 Unidade de Ensino Potencialmente Significativa e a Teoria da Mediação Cognitiva**

De acordo com Moreira (2011, p. 43), uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) é “[...] uma sequência didática fundamentada em teorias de aprendizagem, particularmente a da aprendizagem significativa”<sup>15</sup>. Essa definição corrobora a que foi apresentada para Sequência Didática por Zabala (1998, p. 20), que indica que estas “[...] são uma maneira de encadear e articular as diferentes atividades ao longo de uma unidade didática”.

Em diferentes contextos educacionais, muitos autores utilizaram sequências didáticas ou especificamente UEPS, no ensino de Língua Portuguesa (VARGAS;

---

<sup>15</sup> No original: “*una secuencia didáctica fundamentada en teorías de aprendizaje, particularmente la del aprendizaje significativo*”(MOREIRA, 2011, p. 43).

MAGALHÃES, 2011), Matemática (MANASSI; NUNES; BAYER, 2014; DALBON; MERLI, 2020), Biologia (DA RONCH; ZOCH NETO; LOCATELLI, 2015; CORREIA; GUIMARÃES, 2020), de Química (RAMOS; ANDRADE NETO, 2015; LOCATELLI; SANTOS; ZOCH, 2017), e de outras disciplinas. Porém, destaca-se que, no ensino de Física, a utilização de UEPS como metodologia para o ensino de mecânica, óptica, ondulatória, eletromagnetismo, modelos atômicos e física quântica conta com muitos trabalhos na literatura (e.g. GRIEBELER, 2012; DAMASIO; SILVA, 2013; PRADELLA, 2014; FACCIN, 2015; FESTA; MASSONI; PUREUR NETO, 2015; CALHEIRO; GARCIA, 2016; FREITAS; ANDRADE NETO, 2018, FERREIRA *et al.*, 2020).

Entretanto, apesar dos relevantes trabalhos destacados anteriormente, observa-se que a literatura se torna escassa, no que diz respeito ao desenvolvimento de estratégias para a adequação e/ou criação de Unidades de Ensino (ou mesmo de Sequências Didáticas) para alunos surdos no ensino de Física. Nesta pesquisa, encontrou-se poucos artigos (VARGAS; GOBARA, 2015; PICANÇO; CABRAL NETO, 2017; MORALES; CARVALHO; PHILIPPSEN, 2020) que exploram essa metodologia de ensino para surdos. Assim, evidencia-se que existe um amplo caminho a ser galgado.

Em outras palavras, a criação de UEs se faz necessária, principalmente em virtude do aumento de 34,7% no número de matrículas na Educação Especial no Brasil, de 2016 a 2020, do ensino fundamental ao médio, registrando mais de 1,3 milhão de matrículas em 2020 (BRASIL, 2021b). É urgente pensar em estratégias de ensino para esses estudantes, nessa modalidade de ensino, incluindo-se os alunos surdos.

Partindo-se do pressuposto indicado por Moreira (2011), da adoção de uma Teoria de Aprendizagem para fundamentar a UEPS, escolhe-se, para a fundamentação teórica aqui apresentada, a TMC (SOUZA, 2004), aos moldes do que foi elaborado por Freitas (2019). Contudo, considerando os níveis de representação dos fenômenos físicos (GABEL, 1993) e os preceitos da Educação Especial de surdos no ensino de Física (PICANÇO; ANDRADE NETO; GELLER, 2021a), principalmente no que tange ao respeito da sua identidade cultural e das suas características específicas (QUADROS, 2006; CAMPELLO, 2008); e ainda o uso de recursos digitais de TA, como mediadores hiperculturais (PICANÇO; ANDRADE NETO e GELLER, 2022).

Destaca-se que a TMC é recente e foi proposta por Bruno Campello de Souza, em sua tese de doutorado, desenvolvida em 2004, e é essa contemporaneidade que a torna



especialmente relevante para o contexto de ensino de Física para surdos. Ela assimila muitos aspectos essenciais das principais Teorias Cognitivas já consagradas, como a Epistemologia Genética de Jean Piaget, a Teoria de Campos Conceituais de Gérard Vergnaud, a Teoria Social da Aprendizagem de Lev S. Vygotsky e a Teoria Triárquica da Inteligência de Robert J. Sternberg; e ainda oferece uma abordagem nova e atual, ao buscar explicar os impactos da Era Digital e da introdução das novas TIC, na sociedade e nas estruturas cognitivas individuais dos seres humanos (SOUZA, 2004; SOUZA *et al.*, 2012).

Logo, a escolha da TMC (SOUZA, 2004) ao invés da TAS como referencial teórico para a UEI se justifica pelo fato de ambas as teorias se concentrarem na forma como o indivíduo cognoscente interage com o objeto cognoscível, conservando pontos convergentes. Além disso, a TMC é mais abrangente do que a TAS, no sentido de oferecer uma abordagem atual que explica como se interage com as tecnologias digitais, descrevendo que a cognição humana não se restringe ao funcionamento cerebral, mas o extrapola, complementa esse funcionamento com processamento auxiliar e externo ao cérebro, que inclui objetos, artefatos, grupos sociais e culturas (SOUZA, 2004).

Se for traçado um paralelo entre essas duas teorias de aprendizagem, poderá se perceber muitas semelhanças. Partindo, por exemplo, do processo de subsunção na TAS (AUSUBEL, 2003), vê-se que este é contemplado na TMC pelo acionamento de ‘*drivers*’ no processamento cerebral do indivíduo (SOUZA *et al.*, 2012).

Para Souza *et al.* (2012), esses ‘*drives*’ são representações mentais de um sistema básico ou código composto por ‘teoremas em ação’, no sentido definido por Vergnaud (1997 *apud* SOUZA *et al.*, 2012). Ou seja, enquanto a TAS afirma que, para que o aluno possa aprender de forma significativa e não mecânica, ele precisa ancorar o novo conceito a um conhecimento prévio, por meio de um objeto potencial de aprendizagem ou um organizador prévio (AUSUBEL, 2003). Na TMC, esse processo se dá por meio de uma conexão entre o objeto de conhecimento e o *driver* de processamento de informações por meio de mediações cognitivas (SOUZA *et al.*, 2012), e este processo pode ser evidenciado nos gestos manifestados pelos estudantes, ao lembrarem da interação com simuladores, por exemplo (TREVISAN; ANDRADE NETO, 2014; FREITAS; ANDRADE NETO, 2019; TREVISAN; ANDRADE NETO, 2019).

No entanto, não são as semelhanças entre essas duas teorias que mais interessam, mas o aspecto relevante que direcionou para a escolha da TMC, que foi o modelo descritivo para a cognição humana, pois Souza (2004) estabelece, em sua Teoria que, no processo de construção da cognição humana, emergem, essencialmente, quatro tipos de mediação cognitiva: a Psicofísica, a Social, a Cultural e a Hiper-cultural. Picanço, Andrade Neto e Geller (2022) apresentam exemplos dessas mediações, coletados na literatura, sendo muitos deles aplicados à educação dos surdos. Esses autores destacam a mediação Hiper-cultural por meio de recursos digitais de TA para surdos, apresentando uma classificação com base nas ideias de Esquembre (2002).

Contudo, não se busca discutir os pormenores da TMC, mas usá-la como balizador, para oferecer como sugestão de que propostas pedagógicas para os surdos podem se basear nessas quatro mediações cognitivas e, principalmente, na mediação Hiper-cultural, tendo também em vista o contexto de ensino remoto e/ou híbrido, vivenciado recentemente com a pandemia de Covid-19, no ensino de surdos (PICANÇO; ANDRADE NETO; GELLER, 2021b).

Para tanto, sabendo-se que a mediação Psicofísica se dá por meio da interação do ser humano com um objeto físico, como um ábaco, por exemplo, tem-se, na proposta aqui apresentada, que essa mediação ocorre na execução de experimentos físicos reais (laboratoriais ou caseiros), e a mediação social acontece na interação dinâmica entre os participantes da pesquisa, seja de forma presencial ou remota. Enquanto a mediação cultural é estabelecida por meio da análise de atividades humanas, como a prática de esportes.

Na proposta de ensino, é dado maior destaque à mediação hiper-cultural, sendo ela mais evidente na realização de atividades do que os recursos tecnológicos, os quais são mais proeminentes, e na implementação de recursos digitais de TA descritos por Picanço, Andrade Neto e Geller (2022), estando todos alinhados com o referencial da TMC que foi delineado (SOUZA, 2004; SOUZA *et al.*, 2012).

Durante o processo de construção dessa UEI, além do referencial teórico da TMC (SOUZA, 2004; SOUZA *et al.*, 2012), apresentado na seção anterior, buscou-se atender às especificidades do aluno surdo, desde um simples questionário ou texto, que, neste caso passa a ser disponibilizado em formato digital e conta com o auxílio de um *plugin* de tradução para Libras, ao uso da RA, para garantir a tradução para Libras do funcionamento

de um experimento físico ou virtual. Também se desenvolve e se adapta recursos de TA para a implementação da UEI, entendidos como “mediadores hiperculturais” (PICANÇO; ANDRADE NETO; GELLER, 2022, p. 53).

Buscou-se verificar se existia a tradução de conceitos físicos em Libras, consultando, por exemplo, o dicionário de Libras na plataforma do INES e, para os casos afirmativos, verificar se não havia algum equívoco conceitual. Para o caso da falta de tradução de conceitos, buscou-se adotar um glossário ou desenvolver, com a comunidade surda pesquisada, sinais para tradução.

Logo, a UEI foi estruturada em um formato que permite ao professor analisar e implementar esses recursos conforme a sua possibilidade e necessidade pedagógica, sendo descritos os elementos que podem ajudar a melhorar a sua prática de ensino, principalmente no que se refere ao ensino de alunos surdos (o planejamento detalhado está exposto no Apêndice B). Os materiais didáticos utilizados aqui exploraram as características visuais de experimentos, simuladores, Vídeos ou *Softwares*, como recursos didáticos para o ensino de Física para surdos, de modo a privilegiar métodos pedagógicos e materiais didáticos que dependem de apoio visual, a chamada Pedagogia Visual (CAMPELLO, 2008).

Contudo, não se quer criar obstáculos de natureza epistemológica e visões inapropriadas para os modelos dos fenômenos físicos (MORTIMER, 2000), prestigiando em demasia um aspecto em detrimento de outro, por isso, a abordagem adotada nesta UEI visa proporcionar uma formação que contemple os três níveis de representação de um fenômeno físico, inspirados em Gabel (1993). Essa abordagem foi utilizada no ensino de Química (para alunos ouvintes) por Carobin e Andrade Neto (2003) e por Perry e Andrade Neto (2005), que estenderam as ideias de Gabel (1993) e adotaram para representação de fenômenos naturais três níveis de representação: nível sensório, nível simbólico (equações, tabelas) e nível do modelo físico (microscópico ou não).

Nesta proposta pedagógica, o nível sensório é apresentado nas atividades experimentais; o nível simbólico é representado pela abordagem analítica, por conceitos, equações, tabelas, gráficos e pelos sinais em Libras necessários para a explicação do fenômeno; e o nível do modelo físico é exposto nas simulações computacionais. Esses níveis estão descritos nas próximas subseções. Todos eles são trabalhados de forma conjunta ao longo da UEI, em diferentes graus de aprofundamento epistemológico.

Tem-se também o uso da modelagem computacional (mediação cognitiva hipercultural) para exemplificar com maior nível de abstração e com recursos visuais um determinado conteúdo. Além do uso de outras TICs como *smartphone* e computador, usados aqui como ferramentas para o emprego de recursos digitais de TA. O Apêndice B apresenta, detalhadamente, o planejamento dessa UEI, descrevendo todas as atividades, tendo como base o arcabouço teórico. A subseção 2.5 delinea os conceitos de energia utilizados na implementação dessa proposta pedagógica.

## 2.5 ENERGIA: UM CONCEITO FUNDAMENTAL

O que é energia? Qual a importância desse conceito para a formação do estudante? Como ensinar o conceito de energia em sala de aula (seja ela da educação regular ou especial)? Esses questionamentos na Área de ensino de Ciências da Natureza, dentre elas a Física, são de fato relevantes, principalmente dentro do contexto que se desenvolve esta pesquisa, pois, como ressalta Barbosa e Borges (2006), espera-se que todo estudante aprenda esse e outros conceitos da ciência escolar.

Contudo, para começar essa discussão, é preciso explicar que falar sobre energia não é fácil até mesmo para professores e/ou profissionais formados em áreas de ciências e tecnologia (MOREIRA; PEREIRA; VASCONCELLOS, 2015), uma vez que não existe um conceito único sobre o que é energia (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016) e se recorre a esse conceito mesmo quando não se consegue entender algo, como no caso da ‘Energia escura’ (BERTOLAMI; GOMES, 2017; MILGROM, 1983)<sup>16</sup>. Mas o conceito de energia não se restringe ao formalismo científico, pelo contrário, o extrapola, pois se pode observar a ocorrência desse termo no cotidiano (QUADROS; SANTOS, 2007).

O senso comum, em diferentes culturas e períodos históricos, apresenta conceitos informais que são, muitas vezes, conflitantes com conceitos científicos sobre o que é energia e força, adotando significados e propriedades não reconhecidos pela ciência, como expressões comuns, como ‘recarregar as energias’ ou ‘descarregar as energias negativas’ (BARBOSA; BORGES, 2006).

---

<sup>16</sup> Na cosmologia, “o conceito de energia escura é proposto para explicar a expansão acelerada do Universo desde um passado cosmológico recente (cerca de há 2 a 3 mil milhões de anos)” (BERTOLAMI; GOMES, 2017, p. 1). É, portanto, uma forma hipotética de energia, que estaria distribuída por todo espaço e que tende a acelerar a expansão do Universo (MILGROM, 1983).

É caso, por exemplo, da arte milenar chinesa do *Feng Shui*, que busca a “harmonização entre o céu, a terra e o ser humano, proporcionando um equilíbrio entre a natureza, o edifício e as pessoas”<sup>17</sup> (MAK; NG, 2005, p. 427). Essa filosofia influenciou e continua a influenciar a arquitetura e os arquitetos chineses e ocidentais com teorias sobre fenômenos astronômicos, fenômenos naturais e comportamento humano, seguindo conceitos da Astronomia, Geografia e Filosofia chinesas (MAK; NG, 2005).

Atualmente, essa filosofia tem gerado pseudociências que exploram, usualmente, um lado esotérico do conceito de energia, tal como o conceito de Qi (‘energia vital’). Porém, é possível aproveitá-la em sala de aula para fomentar discussões e instigar o estudante a tomar um posicionamento crítico, mas respeitoso em relação a cosmovisões não científicas (BHAKTHAVATSALAM; SUN, 2021).

A dificuldade para ensinar e aprender o conceito de energia é desafiadora no ambiente escolar, principalmente no ensino médio, por diferentes motivos, dentre os quais pode-se ressaltar: (a) a superficialidade como o tema é abordado no ensino fundamental, (b) as noções do senso comum, presentes na linguagem do cotidiano e que confunde o termo energia com outras ideias como força, movimento e potência, e (c) a organização do espaço escolar (em geral, dicotômica), onde se têm diferentes e até mesmo divergentes aspectos e enfoques dado ao tema nas diversas disciplinas escolares (BARBOSA; BORGES, 2006).

Na Física, por exemplo, o conceito de energia requer um alto grau de abstração<sup>18</sup>, além de conhecimentos específicos de várias áreas desta ciência, como mecânica, eletricidade e termodinâmica (BARBOSA; BORGES, 2006). Contudo, apesar das dificuldades destacadas anteriormente, para se compreender o conceito de energia, primeiro é preciso entender que o termo ‘energia’ é, antes de tudo, uma construção humana, ou seja, é conceito físico abstrato, não algo real, de forma que não faz sentido do ponto de vista da Física expressões cotidianas como ‘gastar’, ‘armazenar’ ou ‘produzir’ energia (QUADROS; SANTOS, 2007).

---

<sup>17</sup> No original: “*The philosophical base of Feng Shui is to achieve a harmonization amongst heaven, earth and human by providing an equilibrium amongst nature, building and people*” (MAK; NG, 2005, p. 427).

<sup>18</sup> Esta exigência de alto nível de abstração, no ensino de Física, e em especial para o conceito de energia destacado por Barbosa e Borges (2006), é mais um fator que deixa o ensino desse conceito e de outros ainda mais complexos no contexto da educação de surdos, pois esses alunos têm dificuldades na aprendizagem de conceitos teóricos e abstratos das Ciências e da Matemática (MARSCHARK; HAUSER, 2008).

Coelho (2009, p. 961) evidencia que, nos anos 60, o ganhador do Prêmio Nobel, Richard Feynman, já dizia nas suas palestras que “é importante perceber que na Física hoje não temos conhecimento do que é energia”<sup>19</sup>, e que a energia não é uma coisa concreta, e a conservação da energia é um princípio matemático. Ele ainda destaca que se “a energia for entendida como um método para lidar com fenômenos, as dificuldades que surgem do conceito de energia como substância podem ser superadas”<sup>20</sup>.

Logo, pode-se entender a ideia abstrata do conceito de energia como uma tentativa do ser humano de entender processos que ocorrem na natureza, tal como os fenômenos relatados nos trabalhos do final do século XIX de Mayer, Joule, Colding e Helmholtz, que, na história da Ciência são geralmente considerados como os ‘descobridores’ de um certo conceito para energia (COELHO, 2009). Todavia, a introdução do termo energia na Física é historicamente atribuída a Kepler, ainda no século XVII (QUADROS; SANTOS, 2007).

Mesmo que conflitantes entre si, ou mesmo quando utilizam termos como ‘propriedade de forças’ como indestrutibilidade e imponderabilidade<sup>21</sup>, observa-se, no século XIX, algumas definições sobre energia que ainda hoje estão presentes nos Livros didáticos de Física, os quais, geralmente, usam os cálculos ou experimentos de Mayer e Joule para introduzir o conceito de energia (mecânica) (COELHO, 2009). No que lhe concerne, o próprio ensino do termo energia, por si só não é consensual. Existem autores que defendem posicionamentos radicais como evitar usar o termo ‘energia’ em ensinamentos elementares de Física, dada a complexidade no ensino do conceito (WARREN, 1982 *apud* QUADROS; SANTOS, 2007). Mas, por se tratar de um termo amplamente divulgado, nas mais diferentes mídias científicas e não científicas, evitar falar só causará distanciamento entre o conhecimento ensinado formalmente na escola e o que é ‘socializado’ (SOLOMON, 1983 *apud* DE QUADROS; SANTOS, 2007).

Assim, não se pode evitar falar em energia no ensino de Ciências, pelo contrário, devido à difusão do tema nas mais diversas áreas, ora de forma correta, ora incorreta, ou muitas vezes esotérica ou utilitarista, é de extrema importância que cada estudante conheça ou reconheça esse conceito e se aproprie dele de forma adequada. Concorde-se

---

<sup>19</sup> No original: “*It is important to realize that in physics today we have no knowledge of what energy is*” (COELHO, 2009, p. 961).

<sup>20</sup> No original: “*If energy is understood as a method for dealing with phenomena, difficulties which arise from the concept of energy as a substance can be overcome.*” (COELHO, 2009, p. 979).

<sup>21</sup> Como no caso de Mayer, ao tratar do fenômeno de quedas de corpos e estabelecer uma relação de causa e efeito para o produto da massa com a altura (causa) ser igual ao quadrado da velocidade (efeito) (COELHO, 2009).

com Quadros e Santos (2007) de que é preciso focar em formação continuada e atualização de professores, de modo a garantir que esses não transmitam concepções errôneas de energia, que aprenderam de forma incompleta e incoerente na sua formação inicial.

Segundo Santos (1999, p. 2), é igualmente necessária uma variedade de abordagens discutindo as várias formas de energia, as diversas transformações e a lei da conservação da energia, utilizando uma abordagem construtivista e evitando visão simplista de que “[...] a energia é a capacidade de realizar trabalho [...]”, pois esta definição viola as Leis da Termodinâmica<sup>22</sup>. Analisando-se a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do Ensino Fundamental e Médio (BRASIL, 2018), constata-se que o tema Energia é um eixo temático estruturador de uma das três unidades temáticas que se repetem ao longo de todo o Ensino Fundamental, a unidade temática ‘Matéria e Energia’.

No Ensino Médio, também está presente em diversificadas situações-problema referidas nas competências específicas e nas habilidades descritas na Área de Ciências da Natureza e as suas tecnologias. Entretanto, é possível observar na BNCC um enfoque demasiado em matrizes energéticas, principalmente no que se refere à energia elétrica e formas de “geração de energia” (BRASIL, 2018, p. 557), evidenciando um caráter utilitarista do conhecimento científico<sup>23</sup>, reduzindo a importância desse conhecimento para a educação científica e formação cidadã dos estudantes.

### **2.5.1 A abordagem adotada nesta pesquisa para ensinar o termo energia**

Para ensinar o conceito de energia para os estudantes surdos participantes desta pesquisa, optou-se por utilizar uma linguagem fácil e acessível, compatível com o primeiro ano do Ensino Médio e a população pesquisada, utilizou-se como bibliografia básica três livros textos: um livro de Ensino Médio (YAMAMOTO; FUKU, 2016), um livro paradidático (HEWITT, 2015) e um de nível Superior<sup>24</sup> (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

Inicialmente, apresenta-se diferentes situações do cotidiano (Apêndice B), nas quais é possível se perceber diferentes aspectos associados ao termo ‘energia’. A partir

---

<sup>22</sup> A segunda lei da termodinâmica estabelece que é impossível transformar integralmente calor em trabalho (SANTOS, 2008), ou seja, a conjectura correta segundo Santos (1999) é considerar trabalho como uma das formas de transferir energia, sendo a outra o calor.

<sup>23</sup> Como uma crítica explícita à BNCC, ressalta-se que esta apresenta o conceito de energia como algo que é “funcional”, voltada para “aplicações técnicas úteis, associadas à produção de conforto, qualidade de vida para o homem” (QUADRO; SANTOS, 2007, p. 32).

<sup>24</sup> Efetuou-se a devida transposição didática desse nível de ensino para o nível de ensino médio.

daí, optou-se por trabalhar esse conceito seguindo a abordagem da mecânica, ressaltando, no entanto, que existem muitas formas de energia, mas que neste estudo ressalta-se duas: a energia potencial (em especial a gravitacional e a elástica) e a energia cinética. Partiu-se de uma abordagem pedagógica cognitivista e sociointeracionista dada na Teoria da Mediação Cognitiva (SOUZA, 2004) para explorar os conceitos expostos nas próximas subseções.

#### 2.5.1.1 Energia mecânica

Tal como dito anteriormente, para facilitar o processo de ensino do conceito de energia para os estudantes surdos, limita-se a definição da energia no campo da Mecânica. Esta abordagem se concentra nas duas formas mais comuns de energia mecânica: **a energia cinética e a energia potencial**. Assim, adota-se a seguinte definição: “Energia é a propriedade de um sistema que o capacita a realizar trabalho”<sup>25</sup> (HEWITT, 2015, p. 126).

#### 2.5.1.2 Energia cinética e trabalho

Mecanicamente pode-se estabelecer uma relação entre a energia cinética e o trabalho, considerando a movimentação e o deslocamento de um corpo, de tal forma, tem-se que:

##### 2.5.1.2.1 Energia cinética

É uma forma de energia que surge da movimentação dos corpos, que tem um valor relativo, uma vez que depende da velocidade com que o corpo se locomove quando comparado a um referencial adotado, ou seja, quanto mais rápido um objeto, maior será a energia. **Essa é a energia cinética**<sup>26</sup>. A equação para calculá-la é dada por:

$$E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2 \quad (1)$$

<sup>25</sup> A definição dada por Hewitt (2015, p. 126) não é simplista, pois não diz taxativamente que ‘trabalho é energia’ ou ‘a energia é a capacidade de realizar trabalho’. Em outras palavras, o autor diz que para realizar trabalho, a energia se faz presente como uma propriedade do sistema. Contudo, é necessário ressaltar que essa definição só é válida em um contexto mecânico muito restrito. Fora dele, ela está sujeita a críticas (COELHO, 2009).

<sup>26</sup> No passado, costumava-se chamar essa forma de energia de ‘energia real’, ‘energia sensível’ ou ‘energia dinâmica’ (COELHO, 2009).



### 2.5.1.2.2 Trabalho

O **trabalho é uma forma de energia** transferida **para um** objeto (ou sistema), ou **de** um objeto (ou sistema), por uma força externa que age sobre o objeto (ou sistema). Quando mais de uma força externa age sobre o sistema, o trabalho total das forças é igual à energia transferida. Quando esta é **transferida para** o objeto, o **trabalho é positivo**; quando ela é **transferida do** objeto, o **trabalho é negativo**.

Matematicamente, o Trabalho ( $\tau$ ) é o produto da força pela distância ao longo da qual o corpo, sobre o qual a força atua, se move. Ou seja, de maneira mais geral, é o componente da força na direção de movimento vezes a distância percorrida.

$$\tau = F \cdot d \quad (2)$$

A unidade de medida para Trabalho combina uma unidade de Força (N) com uma unidade de distância (m); a unidade de trabalho, então, é o newton-metro (N.m), também chamada Joule (J)<sup>27</sup> no Sistema Internacional (SI) de unidades. Um Joule de trabalho é realizado quando uma força de 1 newton é exercida ao longo de uma distância de 1 metro, é o equivalente, aproximadamente, por exemplo, ao trabalho de erguer um pacote de queijo ralado de 100g, sobre a sua cabeça. Para valores maiores, fala-se em quilojoules (kJ, milhares de joules) ou megajoules (MJ, milhões de joules). Também é importante observar que o trabalho pode transferir outras formas de energia para um sistema.

### 2.5.1.3 Teorema Trabalho-Energia

Existe uma relação entre o Trabalho realizado por uma força e a energia cinética: “O trabalho realizado sobre um objeto é igual à variação na energia cinética do objeto” (HEWITT, 2015, p. 126). Matematicamente:

$$\tau = \Delta E_c \quad (3)$$

---

<sup>27</sup> Em homenagem ao cientista britânico James Prescott Joule, que encontrou métodos experimentais para medir a potência mecânica, estabelecer uma relação numérica e determinar o equivalente mecânico do calor (COELHO, 2009).

Onde  $\tau$  (tau) é o trabalho realizado e  $\Delta E_c$  é a variação da energia cinética do objeto.

Essa expressão, ao fornecer uma maneira de calcular a energia cinética vinculada ao trabalho realizado por uma força, representa um dos mais importantes teoremas da Dinâmica: o **Teorema Trabalho-Energia**.

#### 2.5.1.4 Energia Potencial

Sendo a energia um conceito puramente abstrato, não faz sentido perguntar se um objeto pode 'possuir' energia, a menos que o objetivo seja sondar o conhecimento prévio do estudante, como foi o caso desta pesquisa (Apêndice C). No entanto, pode-se dizer que um objeto apresenta um estado energético devido à sua posição em dado sistema, ou à configuração das partes constituintes de um sistema. É o caso de um objeto de massa 'm' dentro do campo gravitacional, por exemplo.

Esse tipo de energia é chamada energia potencial ( $E_p$ ), porque ela tem potencial para realizar trabalho, ou para transferir essa forma de energia para outra mais evidente. Desde que foram propostas as ideias de 'energia real' e 'energia potencial' (ou latente, como também era chamada), esta sempre demonstrou ser um grande desafio, pois exige ainda mais abstração, uma vez que ela só é 'percebida' após ser transformada em outra forma de energia, como a cinética.

Alguns filósofos do século XIX, como Lodge, defendiam que a energia potencial era algo que existia no espaço, e dele era transferido para um objeto que cai. Thomson, em 1854, propôs a ideia de "reservatório de energia" (COELHO, 2009, p.976), que, no caso de um objeto em queda, a energia potencial é convertida em energia real ou dinâmica. Em outras palavras, ele diz que a energia disponível, na forma de movimento, está aumentando, enquanto a energia potencial está diminuindo. Nos dois casos, a energia passa a ser tratada como uma coisa real, e este desenvolvimento semântico causou algumas dificuldades (COELHO, 2009).

Uma analogia<sup>28</sup> fácil, para ajudar a entender a energia potencial, é comparar essa energia com uma semente, por exemplo. Esta não é uma planta, porém, nas condições

<sup>28</sup> Embora algumas correntes filosóficas se oponham ao uso de analogias e metáforas na ciência, como é o caso apontado por Bachelard (1996), recorre-se a essa analogia para ajudar o aluno surdo a abstrair a ideia de energia potencial.

certas ela tem o potencial para se transformar em uma. Pode-se encontrar alguns exemplos, no dia a dia, de como empregar o conceito de energia potencial. Por exemplo, quando um arco é vergado, o arco pode realizar trabalho sobre uma flecha, assim se consegue entender que antes de a flecha ser disparada, o sistema apresenta energia potencial elástica.

#### **2.5.1.4.1 Energia Potencial Gravitacional**

Chama-se energia potencial gravitacional aquela associada a um corpo devido à sua posição elevada. Para entender melhor essa afirmação, analisa-se o esporte de levantamento de peso e o trabalho que é realizado ao se erguer um *halter*. Ao erguer a barra, a partir do chão até acima da cabeça, o atleta realiza um trabalho contra a gravidade, aplicando uma força que desloca a barra para uma certa altura acima do chão (lembre-se que  $\tau = F \cdot d$ ). Dessa forma, a barra apresenta energia potencial devido à alteração em sua posição em relação ao solo.

Para determinar a quantidade de energia que um objeto apresenta quando elevado, calcula-se o trabalho que foi realizado contra a gravidade para erguê-lo, que é igual à força necessária para movê-lo para cima, multiplicado pelo valor da distância vertical em que ele foi deslocado. A força para cima, necessária para se mover com velocidade constante, é igual ao peso do objeto (massa vezes gravidade), de modo que o trabalho realizado para erguer a uma altura 'h' é igual ao produto da massa com a gravidade e a altura. Assim, a energia potencial gravitacional é dada matematicamente como:

$$E_{pG} = P \cdot h = m \cdot g \cdot h \quad (4)$$

Note que a altura 'h' é a distância acima de algum nível de referência, tal como o chão ou o piso de algum andar de um edifício. A energia potencial gravitacional é relativa àquele nível e depende apenas do peso do objeto e da altura que ele se encontra em relação ao nível de referência. Ressalta-se que a energia potencial de um objeto depende da altura, mas **não depende do caminho seguido para ir até lá**. A energia potencial, seja gravitacional ou de outro tipo, tem significado apenas quando ela se transforma, em outras palavras, quando **realiza trabalho** ou quando se **transforma** de uma forma de energia para

outra. Um dos tipos de energia que ela pode se transformar é a energia de movimento, isto é, a **energia cinética**.

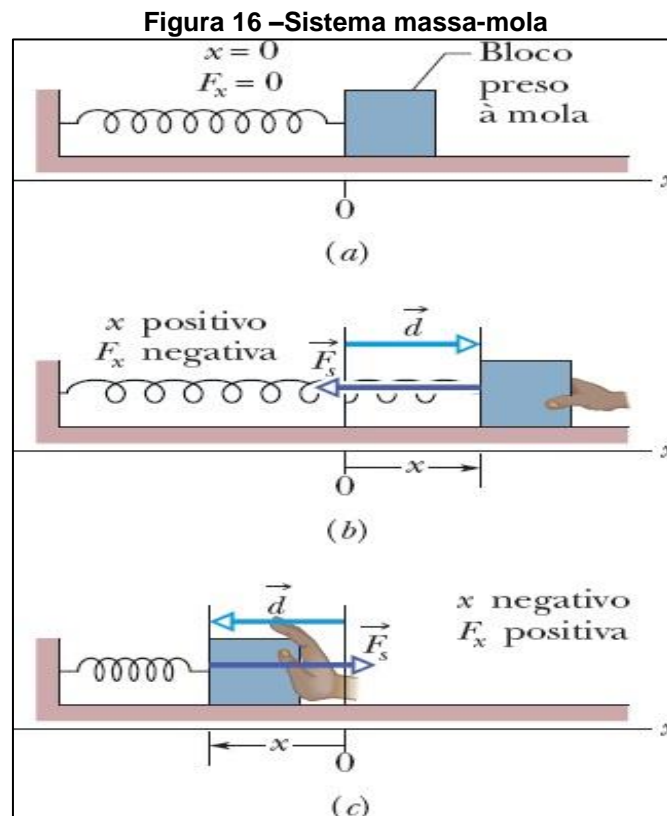
### 2.5.1.4.2 Energia Potencial Elástica

A Energia potencial elástica é a energia associada ao estado de compressão ou distensão de um objeto elástico. No caso de uma mola, tem-se que a força elástica é sempre restauradora, ou seja, ela opõe-se à força externa que estica ou comprime a mola, puxando ou empurrando a mola de volta para a posição de equilíbrio, sempre no sentido oposto ao da força externa aplicada. Essa força é calculada pela lei de Hooke:

$$F_{el} = -k \cdot x, \quad (5)$$

Onde o sinal negativo demonstra o caráter de restituição dessa força,  $k$  é a constante elástica, e  $x$  é a deformação sofrida pela mola.

A Figura 16 representa a atuação da força elástica em um sistema massa – mola em três posições diferentes.



Fonte: Halliday, Resnick e Walker (2016, p. 381).

Na posição (a), a mola está no seu estado de equilíbrio. Em (b), ela é esticada e sofre um deslocamento  $d$ . Em (c), ela é comprimida e sofre um deslocamento  $d$ . Quando a extremidade livre sofre um deslocamento  $x$ , a energia potencial elástica é dada por:

$$E_{pel} = \frac{1}{2}k \cdot x^2 \quad (6)$$

Na posição inicial tem-se a **configuração de referência** ou **equilíbrio**. Neste caso, a mola está no estado relaxado, portanto,  $x = 0$  e  $E_{pel} = 0$ .

### 2.5.1.5 Princípio da Conservação da Energia Mecânica

Mais importante do que ser capaz de dizer o que é a energia, é compreender como ela se comporta ou como ela se transforma. O estudo das diversas formas de energia e as suas transformações de uma forma em outra, levou à descoberta de uma das maiores leis da natureza, a lei de conservação da energia, que determina que: “A energia não pode ser criada ou destruída; ela pode ser transformada de uma forma em outra, mas a quantidade total de energia jamais muda” (HEWITT, 2015, p. 126).

Ou seja, a Natureza demonstra que a quantidade total de energia existente no Universo permanece sempre a mesma, não havendo, portanto, criação ou destruição de energia, mas tão somente a sua transformação, de uma forma em outra. É importante observar que, na ausência da atuação de forças dissipativas (como o atrito e a resistência do ar), a energia mecânica é conservada, permanecendo constante. Mas as proporções entre energia cinética e potencial podem variar entre si, uma se convertendo na outra, na mesma proporção em que uma cresce, a outra diminui e vice-versa. Assim, a soma das energias cinética e potencial de um sistema físico em relação a determinado referencial é, por definição, a sua energia mecânica.

$$E_m = E_p + E_c \quad (7)$$

Um sistema físico, nessa condição (ausência de forças dissipativas), é dito **conservativo**; e, no caso específico de um sistema mecânico, vale a expressão:

$$E_m = E_p + E_c = \text{constante} \quad (8)$$

Esses foram os tópicos sobre energia que foram ensinados em sala de aula durante o desenvolvimento desta pesquisa. Na próxima seção, desenvolve-se uma estratégia que é considerada viável para ensinar conceitos abstratos no ensino de Física, em especial para o ensino de alunos surdos.

### 3 PERCURSO METODOLÓGICO

Esta pesquisa pode ser classificada como qualitativa (MINAYO, 2013), uma vez que busca responder questões muito particulares, referentes a um contexto da Educação Especial, a educação de surdos. Ela foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) em Seres Humanos da Universidade Luterana do Brasil (ULBRA), Campus Canoas/RS, sob o protocolo de número CAAE: 26499019.8.0000.5349.

Para que fosse possível a sua realização, obteve-se a autorização da Coordenadoria Regional da Secretaria Estadual de Educação, bem como da Escola. Todos os participantes foram previamente esclarecidos sobre os objetivos da pesquisa. Eles concordaram em participar de livre e espontânea vontade e assinaram os termos de autorização do uso de imagem, nome e voz, os termos de Consentimento (para pais, professores e estudantes maiores de 18 anos) e Assentimento Livre Esclarecido (para estudantes menores de 18 anos), exemplificados no apêndice A.

Optou-se por analisar essa realidade social por meio de um universo de significados, crenças, valores e atitudes, refletidos pela Cultura Surda (QUADROS, 2006; STROBEL, 2008a; 2008b), e, por esse motivo, recorreu-se, como suporte, para esta análise a abordagem da Pesquisa Social Interpretativa de Rosenthal (2018, p. 12, destaque do autor), que fornece uma “[...] espécie de ‘diretriz aberta’ para a pesquisa empírica”<sup>29</sup>.

Como principal método de pesquisa, foi escolhido o estudo de caso, e as técnicas e procedimentos que o operacionalizam, mediante o emprego dos seguintes instrumentos de coleta de dados: documentos normativos da escola pesquisada, questionários escritos, entrevistas semiestruturadas, diário de registro do pesquisador, registro em vídeo e observação direta participante (MINAYO, 2013). A subseção 3.1 descreve como a pesquisa foi estruturada metodologicamente.

---

<sup>29</sup> No original: “*my aim is to provide a kind of “open guideline” for empirical research*”(ROSENTHAL, 2018, p. 12).

### 3.1 ETAPAS DA PESQUISA

Seguindo os apontamentos de Minayo (2013), esta pesquisa foi estruturada em três momentos: (1) fase exploratória; (2) trabalho de campo; e (3) tratamento do material empírico e documental.

#### 3.1.1 Fase exploratória

Esta fase compreendeu o levantamento bibliográfico necessário para caracterização da população participante da pesquisa, bem como as suas especificidades. Da mesma forma, contemplou o desenvolvimento de uma sequência didática para o ensino do tópico de energia mecânica, a adaptação e/ou criação de recursos de TA, experimentos, materiais e métodos voltados para a educação de alunos surdos.

#### 3.1.2 Trabalho de campo

Nesta etapa, realizou-se um momento relacional e prático de fundamental importância exploratória, de confirmação ou refutação de hipóteses e construção de teorias (MINAYO, 2013). Iniciou-se com o adentrar na escola selecionada tanto de forma presencial quanto virtual, como ocorreu durante algum tempo no período da pandemia.

#### 3.1.3 Tratamento do material empírico e documental

Finalizou-se com o tratamento dos dados coletados, procedendo à ordenação, classificação e análise propriamente dita. Isso possibilitou avaliar e discutir o que esta investigação aporta de singular como contribuição para a solução do problema levantado. Nesta etapa, foram considerados os questionários sobre os aspectos conceituais e operacionais do tema abordado no teste diagnóstico, nas atividades propostas, na sequência didática e no pós-teste. Porém, mais do que esses instrumentos, foi igualmente considerada, a observação direta participante, o levantamento de material documental, o diário de registro do pesquisador, a ficha cadastral de alunos, e a bibliografia voltada para a inclusão, ensino e avaliação de alunos surdos, buscando evidências de aprendizagem.



Quanto ao teste diagnóstico, optou-se por questões abertas sobre energia, o assunto da UEI (sequência didática), para dar a oportunidade ao aluno de desenvolver as questões de forma espontânea. Esse teste teve por objetivo, de acordo com Moreira (2011, p. 45) “[...] propor situações-problema, em nível bem introdutório, levando em conta o conhecimento prévio do aluno, que preparem o terreno para a introdução do conhecimento (declarativo ou procedimental) que se pretende ensinar”<sup>30</sup>.

Após a sua realização, os alunos foram questionados a respeito de suas respostas, durante a realização de uma atividade em grupo, que foi gravada em vídeo e, posteriormente, analisada, de maneira informal, na aula subsequente. Logo em seguida, os alunos participaram de aulas expositivas e dialogadas, interagindo com objetos educacionais e fazendo atividades propostas na UEI (seção 6) e, por fim, eles realizaram o teste diagnóstico final. Esses foram os principais dados coletados nesta pesquisa.

### 3.2 PERÍODO DE COLETA DE DADOS

Os dados desta pesquisa abrangem um período de coleta mar. 2019 a outubro de 2021, que foram divididos em duas etapas. A primeira se refere ao levantamento bibliográfico, realizado mar. 2019 a março de 2020 e retrata o ensino de Física para surdos de 1973 a 2019, conforme os artigos selecionados. Para a coleta, seleção e catalogação desse material, utilizou-se, como suporte metodológico, a Análise de Conteúdo de Bardin (2016) e a Estatística Descritiva de Barbetta (2012). Todos os procedimentos adotados na pesquisa bibliográfica são detalhados na seção 4. A segunda etapa diz respeito à coleta de dados do local de pesquisa, que aconteceu de duas formas: remota, de agosto de 2020 a julho de 2021, mantendo a coerência com esse tempo de pandemia; e presencial, de agosto de 2021 a outubro de 2021.

Na primeira, optou-se por realizar entrevistas por meio de videoconferência, trocas de mensagens e questionários eletrônicos<sup>31</sup> com o professor pesquisado. Foi realizada uma série de entrevistas com o professor, primeiramente em 2020, quando ocorria a adaptação

---

<sup>30</sup> No original: “*proponer situaciones-problema, en un nivel bastante introductorio, teniendo en cuenta el conocimiento previo del alumno, que preparen el terreno para la introducción del conocimiento (declarativo o procedimental) que se pretende enseñar*” (MOREIRA, 2011, p. 45).

<sup>31</sup> Questionário sobre o ensino na pandemia. Disponível em: [https://docs.google.com/forms/d/1DC0\\_QPi9zsA4KOCYZGrOjLxLeq7oRO3H9BcZhKcq4U](https://docs.google.com/forms/d/1DC0_QPi9zsA4KOCYZGrOjLxLeq7oRO3H9BcZhKcq4U). Acesso em: 27 de agosto de 2022.

deste professor e de seus alunos ao ensino remoto, nos primeiros meses após o fechamento das escolas em função do isolamento social.

Depois, no início de 2021, participou-se (apenas observando) dessas aulas, acompanhando turmas do 1º ao 3º ano do ensino médio, registrando as metodologias utilizadas pelo professor com os seus alunos, que permaneceram estudando até o início de agosto de 2021, totalmente de forma remota. Ao final de cada aula nesse período, o professor concedia uma entrevista (um diálogo informal, dado o caráter espontâneo como tudo ocorreu), que ressaltava pontos importantes nesse processo de adaptação ao ensino remoto e algumas adversidades apresentadas na seção 5.

De agosto a outubro de 2021, fez-se a coleta de dados de forma presencial, participando das aulas de uma turma do 1º ano do ensino médio, aplicado, efetivamente, à UEI (pesquisa-ação), em parceria com o Professor P (que ora ministrava, ora traduzia as aulas de português para Libras).

### 3.3 CARACTERÍSTICAS DA POPULAÇÃO E DO LOCAL DE PESQUISA

Para esta investigação, foi selecionada uma escola especial para surdos de POA, fundada em 1997, que começou a atender alunos surdos do Ensino Fundamental e, em 2006, ofertou vagas para o Ensino Médio. Atualmente, essa é a única<sup>32</sup> escola de surdos que atende o Ensino Médio na região, sendo este, portanto, o principal critério de seleção.

A estrutura da escola compreende um prédio de alvenaria de quatro andares, sendo, no térreo: a pracinha, o pátio, o saguão de entrada, a cozinha e o refeitório; no primeiro andar: Direção, Supervisão Escolar, Orientação, Secretaria, Biblioteca, sala de Vídeo, sala dos Professores, salas de aulas, Laboratório de Informática, sala de experiência e o CTG; no terceiro andar: salas de aula, Laboratórios de Libras, Química, Física e Ginásio. Os turnos de funcionamento são manhã (aula regular) e tarde (aulas de educação física e de reforço, grupo de danças folclóricas, curso de sinais, oficina de bijuteria e oficina de judô).

A escola atende crianças, adolescentes, jovens e adultos surdos desde o primeiro ano do Ensino Fundamental até o terceiro ano do Ensino Médio, oriundos de POA e da

---

<sup>32</sup> Em 2020, ocorreu o encerramento de outra escola especial da rede particular de ensino, que também atendia surdos na região metropolitana, em nível de ensinos Fundamental e Médio.

região metropolitana, chegando até 150 km de distância. Na sua maioria, “os alunos pertencem a uma classe social baixa, recorrendo muitas vezes aos Programas de Atendimento Social do Governo para potencializar sua renda” (PROJETO POLÍTICO PEDAGÓGICO, 2019, p. 7). Consoante o Projeto Político Pedagógico (2019), o ambiente escolar da pesquisa está voltado para a educação de surdos com compromisso e responsabilidade, e se buscou atender às características e necessidades dessa comunidade, proporcionando um espaço especializado, onde as representações e construções de identidade são edificadas pelo contato e convívio com os seus pares.

Atualmente, a escola conta com 20 professores, dos quais 18 são ouvintes (fluentes em Libras) e dois surdos. E, no ensino médio, tem duas turmas de 1º ano, uma com 12 alunos surdos e outra com seis alunos surdos e com outra deficiência, como intelectual e/ou cadeirante. A escola tem uma turma de 2º ano com 12 alunos surdos, e uma turma de 3º ano com seis alunos surdos. Participaram mais ativamente desta pesquisa sete indivíduos, que, observando as questões éticas de anonimato, estão identificados como: professor P, e alunos A01, A02, A03, A04, A05 e A06 de uma turma do 1º ano do Ensino Médio.

Destaca-se como principal participante desta pesquisa o Professor P, formado em Física, com duas pós-graduações em Libras, que atua desde 2009 como professor de ensino médio na rede estadual de POA e na rede particular de ensino, em nível superior, participando na formação de professores de um curso de Libras. Quanto aos alunos participantes, eles têm idades entre 16 e 19 anos, sendo que os alunos A02 e A03, 19 e 18 anos, respectivamente, apresentavam distorção idade-série<sup>33</sup>, já que, no primeiro ano do ensino médio, a idade típica é 15 ou 16 anos.

Quatro alunos participantes (os alunos A03 e A05 e as alunas A01 e A06) utilizam aparelhos auditivos, tendo como principal motivador a interação com os familiares ouvintes. A seção 3.4 contextualiza sobre as principais características da população pesquisada, relacionadas às identidades surdas mencionadas na seção 2.

---

<sup>33</sup> Segundo Moreira (2014 *apud* COSTA, 2022), considera-se distorção idade-série como sendo a defasagem de dois anos ou mais entre a idade do aluno e a idade esperada para a série. E, segundo Costa (2022), essa distorção é um dos principais problemas da educação brasileira, em sua totalidade e, ainda mais para o aluno surdo, uma vez que o estereotipa como o aluno que não aprende, além de favorecer a sua baixa autoestima.

### 3.4 IDENTIDADES SURDAS DOS PARTICIPANTES DA PESQUISA

Quanto à identidade, a aluna A06 chama mais atenção, uma vez que apresenta uma identidade flutuante: ela sempre recorre à fala para responder perguntas, oralizando a resposta, às vezes sinalizando, às vezes não. Ao longo da aplicação das atividades elencadas na proposta didática, observa-se que ela utiliza onomatopeias para explicar determinados fenômenos, algo que não é típico para os alunos surdos.

Além disso, seu texto apresenta uma organização gramatical próxima à língua escrita, que desconsidera a estrutura da Libras e se assemelha mais a língua dos ouvintes, conforme pode ser visto na Figura 24 (pág. 109), que mostra a mensagem da aluna A06 durante uma aula *online* dizendo “ta travando muito”, onde é possível notar o uso do gerúndio da língua escrita, enquanto a resposta do aluno A03 é “Eu to ver normal”, apresentando uma estrutura gramatical mais próxima da Libras.

Observa-se ainda as falas do Professor P em relação às ações da aluna A06, sempre solicitando dela que sinalize a resposta (seja no ambiente virtual, seja presencialmente), e ressaltando que os demais alunos não têm uma boa interação com essa aluna em virtude desse comportamento. No mais, os demais alunos se enquadram na identidade cultural surda, ou seja, sujeito possuidor de uma língua e cultura próprias, constituído diferente da norma ouvinte (THOMA, 2009).

#### 4 O ESTADO DA ARTE DO ENSINO DE FÍSICA PARA ALUNOS SURDOS

Esta seção expõe um levantamento do estado da arte do Ensino de Física para alunos surdos. A sua relevância pode ser compreendida em face do atual cenário da educação brasileira, em que a educação especial e a inclusão de pessoas com deficiência, é uma realidade cada vez mais presente nas escolas públicas e particulares, sendo considerado uma temática prioritária tanto para a área de Educação quanto para pesquisa na área.

Levando-se em conta os dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), tem-se que o número de matrículas na educação especial chegou a 1,3 milhão em 2020, representando um aumento de 34,7% em relação a 2016 (BRASIL, 2021b). Destes, 38.990 são alunos com Deficiência Auditiva, 21.841 são surdos e 578 têm surdocegueira (BRASIL, 2022).

Considerando o contexto do Ensino Médio, o Ensino de Ciências e mais especificamente o ensino de Física, observa-se problemas no processo de ensino, como a qualidade da educação científica, que, obviamente, envolve a formação docente nessa área, a reavaliação dos currículos, as práticas pedagógicas, os tempos e os espaços da escola (JOHN SCHEID, 2016). Além desses problemas, os contextos educacionais especiais, possuem outros, os quais são, de certa forma, mais evidentes. É o caso da educação de surdos, na qual existe uma carência de traduções de conceitos científicos para as línguas de sinais e, em especial, a Libras (OLIVEIRA, 2017). Há, igualmente, a falta de adaptações dos conteúdos e materiais didáticos, algo que, obviamente, ocasiona dificuldades na aprendizagem de conceitos teóricos e abstratos das Ciências e da Matemática, por parte dos alunos surdos (MARSCHARK; HAUSER, 2008).

É nesse contexto da Educação Especial, com enfoque no aluno surdo, que se busca responder aos seguintes questionamentos: (1) Como a pesquisa em ensino de Física para alunos surdos vem sendo desenvolvida tanto no Brasil quanto em outros países?; (2) O Ensino de Física está contemplando os preceitos da educação especial para surdos? (RINALDI *et al.*, 1997); (3) Quais metodologias de ensino foram mais citadas ou utilizadas, implícita ou explicitamente, nesses trabalhos?; (4) Com base na análise dos trabalhos encontrados, quais as principais conclusões de pesquisa e implicações para o ensino de Física para surdos?; e (5) Quais trabalhos demonstram e/ou evidenciam, implícita ou

explicitamente, o uso de recursos de Tecnologia Assistiva?. Para responder esses questionamentos, realizou-se uma revisão bibliográfica, delineada seguindo os moldes da análise de conteúdo de Bardin (2016), para buscar inferências, indícios, tendências, apontamentos ou constatações de que o ensino de Física está ou não contemplando os preceitos da educação especial para surdos (RINALDI *et al.*, 1997).

Sendo assim, busca-se investigar o Ensino de Física para surdos, com base em artigos revisados por pares, inferindo tendências e perspectivas em pesquisas de ensino para surdos nesta área do conhecimento. Ressalta-se, portanto, que, durante a descrição dos artigos encontrados na revisão, o leitor encontrará exemplos de artigos que trabalham tanto dentro da perspectiva de escolas inclusivas quanto na de escolas especiais. Contudo, a discussão de qual destes modelos de escola é mais adequado ao ensino de surdos, foge ao escopo deste trabalho de pesquisa.

#### 4.1 METODOLOGIA DA PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

Como suporte teórico para a pesquisa bibliográfica, nos inspiramos no modelo proposto por Laurence Bardin (2016), a Análise de Conteúdo, com a finalidade de traçar uma frequência das características que se repetem no conteúdo dos textos pesquisados. A análise de conteúdo é um “[...] conjunto de técnicas de análise das comunicações, que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens” (BARDIN, 2016, p. 44), que possibilita também a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção ou recepção destas mensagens e, é composta de três grandes fases: 1) a pré-análise; 2) a exploração do material; 3) o tratamento dos resultados e interpretação (BARDIN, 2016).

Na fase da pré-análise, foi utilizada como base de dados, o repositório nacional de teses e dissertações da CAPES, *Google Acadêmico*<sup>34</sup>, Portal de Periódico da CAPES, mas foi dada maior relevância a outros três importantes portais de pesquisa de periódicos, onde há como filtrar apenas artigos que tenham passado por revisão de pares, a saber: *ERIC*, *SciELO* e *SCOPUS*.

---

<sup>34</sup> Essa plataforma de pesquisa foi usada somente para determinar o índice de citações dos artigos encontrados nos demais motores de busca.

Nesses repositórios, utilizou-se os seguintes termos de pesquisa, acrescidos de Operadores Booleanos: “*Science Education*” OR “Ensino de ciências” OR “*enseñanza de ciencias*”; (“*Science Education*” OR “Ensino de ciências” OR “*enseñanza de ciencias*”) AND (“educação especial” OR “*special education*” OR “*educación especial*” OR “educação inclusiva” OR “*inclusive education*” OR “*educación inclusiva*”); (“*Science Education*” OR “Ensino de ciências” OR “*enseñanza de ciencias*”) AND (*surdo* OR *surdez* OR *sordo* OR *sordera* OR *deafness* OR “*hearing disability*” OR “*hard of hearing*” OR “deficiente auditivo” OR “deficiência auditiva” OR “*discapacidad auditiva*”); (*Physics* OR Física) AND (*surdo* OR *surdez* OR *sordo* OR *sordera* OR *deafness* OR “*hearing disability*” OR “*hard of hearing*” OR “deficiente auditivo” OR “deficiência auditiva” OR “*discapacidad auditiva*”), (“ensino de Física”) AND (*surdo* OR *surdez* OR *sordo* OR *sordera* OR *deafness* OR “*hearing disability*” OR “*hard of hearing*” OR “deficiente auditivo” OR “deficiência auditiva” OR “*discapacidad auditiva*”).<sup>35</sup>

Nas plataformas *ERIC* e *SCOPUS*, aplicou-se outros operadores de busca, devido às peculiaridades dessas plataformas. Na plataforma *ERIC*, fez-se a pesquisa pelos seguintes operadores: “*descriptor: Science Education*”, “*descriptor: Science Education AND descriptor: Special Education*”, “*descriptor: Science Education AND descriptor: deafness*”, “*descriptor: Science Education AND descriptor: deafness AND descriptor: Physics*”, “*descriptor: deafness AND descriptor: Physics*”, *deaf AND physics*. Enquanto, na *SCOPUS*, foi feita a pesquisa avançada pelos seguintes operadores: *ALL (“Science Education”)*, *ALL (“Science Education” AND “Special Education”)*, *ALL (“Science Education” AND deafness)*, *ALL ((deaf OR deafness OR “hearing disability” OR “hard of hearing”) AND physics) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA, “PHYS”))*.

Como métodos de seleção dos artigos encontrados, fez-se a leitura flutuante, elaborou-se hipóteses, objetivos e indicadores que fundamentaram a interpretação. A escolha dos documentos considerou as regras de exaustividade, representatividade, homogeneidade e pertinência, além de outros procedimentos analíticos apontados por Bardin (2016).

<sup>35</sup> Concorde-se com Thoma (2009) e Quadros (2006; 2009), que consideram que o termo “surdo”, utilizado nesta pesquisa, não deve ser entendido pelo viés da deficiência. Porém, alguns autores usam, como sinônimo para surdo, termos como “deficiente auditivo” e, por este motivo, efetuou-se a pesquisa por termos correlatos.

Na fase de exploração do material coletado, procedeu-se com a codificação dos dados a partir das unidades de registro e, na fase de tratamento dos resultados e da interpretação, os documentos selecionados foram classificados segundo as suas semelhanças e por diferenciação, com posterior reagrupamento, em função de características comuns, seguindo o método de análise por categorias temáticas. Nesta fase, identificou-se que os artigos coletados se enquadram em três categorias temáticas: (I) proposta metodológica para o ensino de Física para surdos; (II) estudo de caso; e (III) desenvolvimento de material didático.

Enquadram-se na categoria (I) metodologia de ensino os artigos que apresentam uma proposta metodológica para o ensino de Física, que podem ser, por exemplo, uma sequência didática, uma aula específica, teórica ou prática, no laboratório real ou virtual, e a utilização de recursos e objetos virtuais de aprendizagem. A categoria (II) estudo de caso é composta por artigos que relatam a investigação de casos particulares, como a interação social dos indivíduos pesquisados, ou situações específicas relacionadas ao processo de ensino aprendizagem, como a formação do pensamento, sem, no entanto, descrever uma metodologia de ensino explicitamente. Ao passo que foram enquadrados na categoria temática (III) desenvolvimento de material didático, os artigos que apresentam a produção de um material didático totalmente inovador, que pode ser físico, como a produção de um *hardware* ou um aparato experimental inédito, ou virtual, como a criação de um *software*.

Primeiramente, buscou-se compor o cenário do ensino de surdos de uma forma geral, levantando-se, em cada uma das plataformas de pesquisa, o número de trabalhos que abordam o tema. Em seguida, as buscas foram restringidas para o ensino de Ciências para surdos e, finalmente, o ensino de Física para surdos na perspectiva da educação especial e/ou inclusiva, procedendo às fases descritas anteriormente. A seção 4.2 descreve os resultados obtidos.

## 4.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO DA PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

Conforme exposto, será dada ênfase nos resultados obtidos em três plataformas de pesquisa: *ERIC*, *SciELO* e *SCOPUS*, e, posteriormente, de forma conjunta, descreve-se como se apresentam os cenários nacional e internacional para o ensino de Física para surdos.



#### 4.2.1 Pesquisa no Repositório ERIC

Neste repositório, pesquisou-se o descritor 'Ensino de Ciências', tendo sido encontrados 84.576 trabalhos, dos quais se verificou quantos se referiam à educação especial, e se adicionou à pesquisa esse descritor, reduzindo para 541 trabalhos. Como esta pesquisa se concentra na surdez, procedeu-se com o estudo de trabalhos sobre ensino de Ciências para surdos, operando a busca por esses descritores. Foram encontrados 94 artigos que, ao se incluir o descritor 'Física', reduziram para seis.

Pesquisando somente os descritores Surdez e Física, mais dois artigos são incluídos, totalizando oito artigos. Um desses é o que doravante se denomina um 'falso positivo', pois descreve aspectos linguísticos e cinemáticos como a velocidade de execução de sinais de Eventos Télicos e Atélicos em Predicados da Língua Americana de Sinais (MALAIA; WILBUR, 2011), e não dialoga com o Ensino de Física propriamente dito.

Com o intuito de verificar todos os trabalhos que mencionam surdo ou surdez e física, sem utilizar os descritores, efetuou-se a busca nesse repositório e se encontrou 13 artigos. Contudo, cabe ressaltar que cinco eram falsos positivos, pois eles mencionam a palavra física, mas não se enquadram efetivamente como pesquisa em ensino de Física, ou porque mencionam brevemente essa ciência (SCHALOCK *et al.*, 1994; AL-HILAWANI, 2014), ou por ressaltarem um caráter específico como a palestra de um professor de Física (MARSCHARK *et al.*, 2004), ou aspectos acústicos relacionados com a fala de pessoas surdas e ouvintes (WHITEHEAD; BAREFOOT, 1980), ou aspectos linguísticos (MALAIA; WILBUR, 2011).

No entanto, a pesquisa desses termos trouxe mais um artigo, enquadrado em dois descritores, que são ramos da Física: a acústica e a óptica, e que talvez, por um equívoco no repositório, não foi enquadrado no descritor da Física (poderia se chamar de um 'falso negativo'). De qualquer forma, esse artigo é importante, pois descreve um experimento que permite a um aluno surdo determinar e plotar a sensibilidade de um tímpano eletro-óptico (TRUNCALE; GRAHAM, 2014). Assim, selecionou-se, nessa plataforma de pesquisa, oito artigos sobre o ensino de Física para surdos.

#### 4.2.2 Pesquisa no Repositório SciELO

Neste repositório, inicialmente, pesquisou-se o termo Ensino de Ciências em três línguas, encontrando-se 943 trabalhos. Verificou-se quantos desses se referiam à educação especial e/ou inclusiva, resultando nove artigos. Concentrando a pesquisa exclusivamente no ensino de ciências para surdos, encontrou-se quatro artigos. Optou-se por proceder com uma pesquisa mais geral, sobre todos os trabalhos que citam, em qualquer lugar do texto, os termos surdo, surdez e física, foram encontrados 41 trabalhos.

Após realizar uma leitura flutuante em seus títulos e resumos, foram eliminados os falsos positivos, relacionados, por exemplo, à disciplina Educação Física ou ao termo deficiência física, entre outros. Finalizando com quatro artigos diretamente relacionados ao ensino de Física para alunos surdos, os quais são de revistas brasileiras e podem ser encontrados de forma mais objetiva, pesquisando o termo “ensino de Física” associado aos termos relativos à surdez.

#### 4.2.3 Pesquisa no Repositório SCOPUS

Neste repositório, pesquisou-se todos os trabalhos que citam o Ensino de Ciências, encontrando-se 193.027, dos quais se verificou quantos se referiam à educação especial, e se acrescentou esse termo à pesquisa, reduzindo para 4.188 trabalhos. Concentrando-se exclusivamente na surdez, procedeu-se a pesquisa sobre ensino de Ciências para surdos, perfazendo 202 trabalhos. Decidiu-se fazer uma pesquisa mais geral, sobre todos os trabalhos que citam, em qualquer lugar do texto, os termos surdo, surdez e física, tendo sido encontrados 4.601 publicações. Foi restringida à subárea da Física e Astronomia, resultando em 744 trabalhos.

Foram encontrados muitos falsos positivos, como, por exemplo, o uso do termo “bandas surdas em cristais sônicos bidimensionais” (em inglês: “*deaf bands in two-dimensional sonic crystals*”), que se trata de um fenômeno físico específico da área de cristais, sem absolutamente nenhuma relação com a temática de surdez (em humanos), dentre outros. Porém, após realizar uma leitura flutuante nos títulos e nos resumos desses 744 trabalhos, foram selecionados 29 artigos que poderiam contribuir direta ou indiretamente com esta pesquisa. No entanto, apenas sete faziam referência direta ao

ensino de Física para alunos surdos, os demais estavam relacionados a outras áreas, como o Ensino de Ciências em geral (não incluindo a Física), Linguagens, Ensino de Matemática e TA.

Como alguns desses sete artigos encontrados na *SCOPUS* também estão indexados em outro repositório, já haviam sido encontrados dois desses na *SciELO* e três no diretório *ERIC*. Sendo assim, nestas três plataformas, *ERIC*, *SciELO* e *SCOPUS*, conseguiu-se coletar quatorze artigos, agrupados conforme o critério da nacionalidade, que será destacado nas próximas subseções.

#### **4.2.4 Panorama do ensino de Ciências e Física para Surdos no Brasil**

Ao se analisar o ensino de surdos, em uma perspectiva mais ampla, envolvendo diversas áreas de conhecimento, constata-se um considerável volume de pesquisas, nas últimas décadas. Mas, quando se trata do tema educação de surdos no Brasil, observa-se que este vem sendo abordado por muitos pesquisadores. Por exemplo, fazendo-se uma análise Estatística Descritiva, inspirada nos apontamentos de Barbeta (2012), foi possível organizar, resumir e apresentar dados quantitativos coletados no catálogo de teses e dissertações da CAPES, e transformá-los em variáveis qualitativas, isto é, “[...] variáveis cujos possíveis resultados são observados na forma de categorias” (BARBETTA, 2012, p. 65), de tal maneira que, nesta sessão, eles são interpretados à luz dos objetivos desta pesquisa.

Além disso, desenvolve-se a Análise Exploratória de Dados (BARBETTA, 2012), a partir dos resumos apresentados em três gráficos, nos quais se observa determinados aspectos relevantes, com os quais são delineadas hipóteses sobre a estrutura do universo em estudo. Assim sendo, pesquisando os termos relativos à surdez (surdez OR surdo OR "Deficiente auditivo" OR "deficiência auditiva") no catálogo de teses e dissertações da CAPES, foram encontradas 2766 pesquisas.

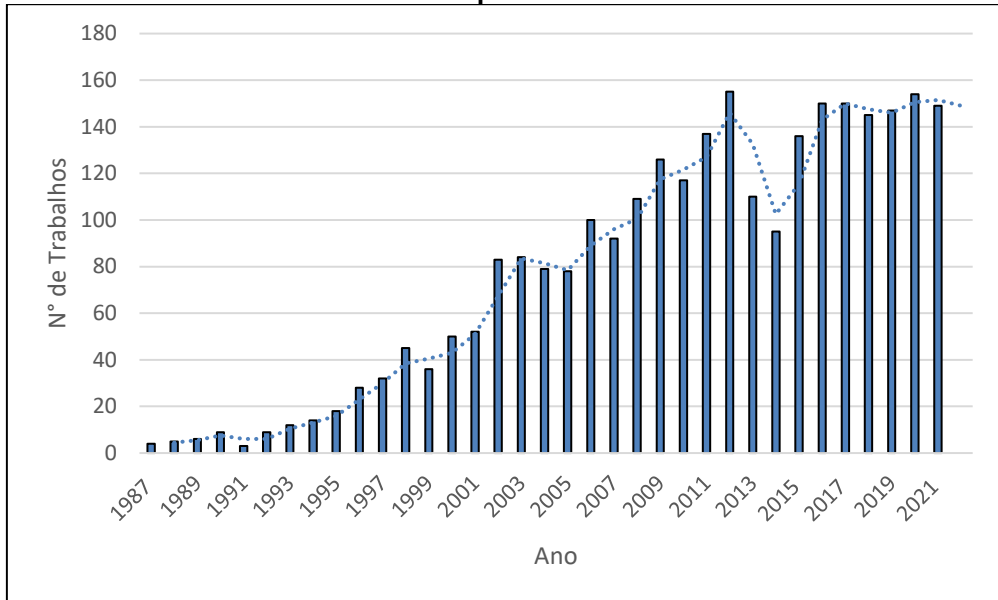
Refinando a busca e excluindo resultados que envolvem surdez em animais (equinos e cães), bem como os trabalhos de 2022<sup>36</sup>, obteve-se um total de 2719 pesquisas. Destas, 550 são teses de Doutorado e 1887 Dissertações de Mestrado de programas de pós-graduação de ensino acadêmico, 237 são dissertações de Mestrado Profissional e 47

---

<sup>36</sup> Optou-se por utilizar somente dados anuais consolidados.

trabalhos de ensino profissionalizante (seguindo a nomenclatura adotada na base pesquisada). A Figura 17 mostra um gráfico com a distribuição anual desses resultados de 1987 a 2021<sup>37</sup>.

**Figura 17 – Gráfico com o número de trabalhos por ano relacionados à surdez na Plataforma CAPES**



Fonte: a pesquisa.

A linha de tendência (linha pontilhada) destacada na Figura 17, bem como os próprios dados anuais disponíveis na plataforma pesquisada, mostram um significativo aumento no número de pesquisas relacionadas aos termos da surdez, em um período de 1987 a 2021, principalmente nas últimas duas décadas (que correspondem a mais de 90% dos registros na plataforma)<sup>38</sup>. Esses 2719 trabalhos estão divididos na plataforma pesquisada em oito Grandes Áreas do Conhecimento da seguinte maneira: três trabalhos da área das Ciências Agrárias<sup>39</sup>, 63 das Ciências Biológicas, 784 das Ciências da Saúde, 60 das Ciências Exatas e da Terra, 956 das Ciências Humanas, 67 das Ciências Sociais

<sup>37</sup> Em todas as plataformas pesquisadas, decidiu-se não restringir o período de coleta, para identificar qual a tendência histórica com relação ao estudo da surdez.

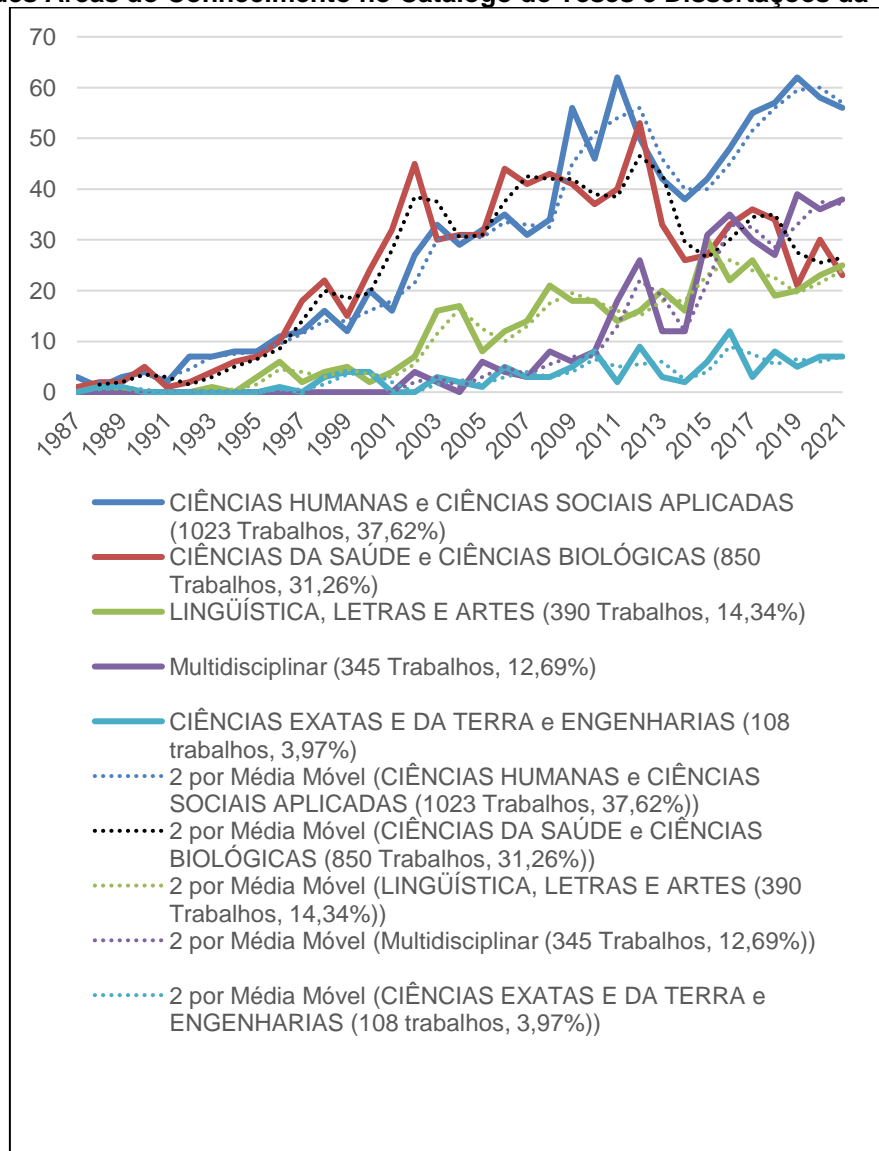
<sup>38</sup> Vale a pena ressaltar que é uma hipótese plausível indicar que esse aumento no número de pesquisas, registrado no gráfico apresentado na Figura 17, pode estar relacionado com a criação da Lei nº 10.436/2002, que instituiu a Língua Brasileira de Sinais (Libras) como meio legal de comunicação e expressão das pessoas surdas no Brasil.

<sup>39</sup> Apenas um desses trabalhos trata de um estudo de caso envolvendo pessoas surdas pertencentes a uma comunidade rural, os demais se referem à surdez em equinos e cães.

Aplicadas, 48 das Engenharias, 394 da área de Linguística, Letras e Artes e 346 Trabalhos Multidisciplinares.

A Figura 18 apresenta o gráfico da distribuição anual de 2716 dos 2719 trabalhos encontrados, agrupados seguindo um critério de familiaridade entre as grandes áreas do conhecimento.

**Figura 18 – Gráfico da distribuição anual dos trabalhos de pesquisa relacionados à surdez em grandes Áreas do Conhecimento no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES**



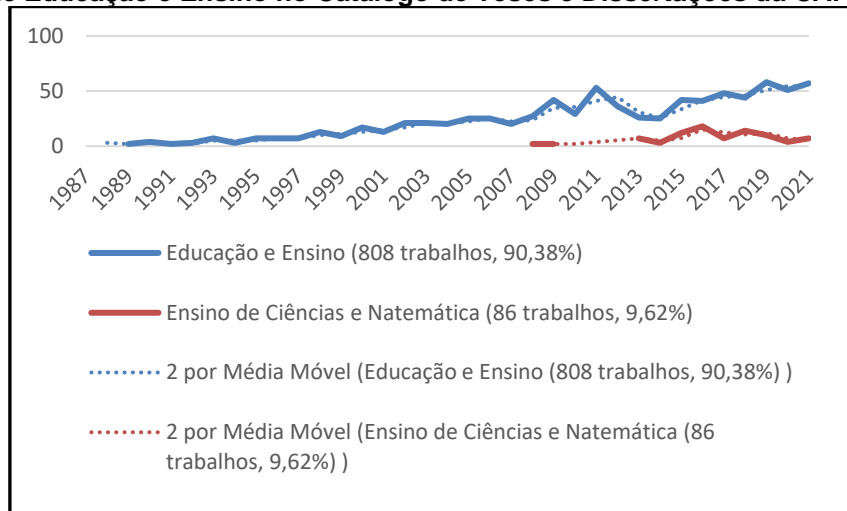
Fonte: a pesquisa.

Analisando as linhas de tendências (linhas pontilhadas) destacadas no Gráfico da Figura 18, é possível observar, mais uma vez, a tendência de crescimento no número de

pesquisas relacionadas à surdez em quase todas as grandes áreas representadas no gráfico nos últimos 30 anos de que se tem registro. Ao mesmo tempo, observa-se uma diminuição no número de trabalhos nas grandes áreas das Ciências da Saúde e Ciências Biológicas nos últimos 10 anos. Ao passo que é possível notar que, nas grandes áreas das Ciências Humanas e Ciências Sociais Aplicadas (37% dos trabalhos encontrados) houve um aumento considerável em relação às demais, nos últimos 10 anos<sup>40</sup>.

No entanto, é do interesse desta pesquisa olhar com mais atenção para oito áreas do conhecimento que são mais específicas e relativas ao Ensino e a Aprendizagem<sup>41</sup>, que estão enquadradas em três das Grandes Áreas mencionadas anteriormente, quais sejam: Ciências Exatas e Da Terra, Ciências Humanas e Multidisciplinar. Essas oito áreas do conhecimento correspondem a 894 trabalhos (32,88% do total de 2719), dos quais 148 são teses de Doutorado e 606 dissertações de Mestrado de programas de pós-graduação de ensino acadêmico, 132 são dissertações de Mestrado Profissional e oito trabalhos de ensino profissionalizante. A Figura 19 apresenta um gráfico com a produção anual, nas oito áreas de conhecimento de Educação e Ensino, de 1987 a 2021.

**Figura 19 – Gráfico da distribuição anual dos trabalhos de pesquisa relacionados à surdez nas áreas de Educação e Ensino no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES**



Fonte: a pesquisa.

<sup>40</sup> Pode-se teorizar que a diminuição no número de trabalhos nas grandes áreas das Ciências da Saúde e das Ciências Biológicas, e aumento do número de trabalhos nas Grandes áreas das Ciências Humanas e das Ciências Sociais Aplicadas é um reflexo na mudança de paradigma do modelo clínico para modelo cultural de surdez?

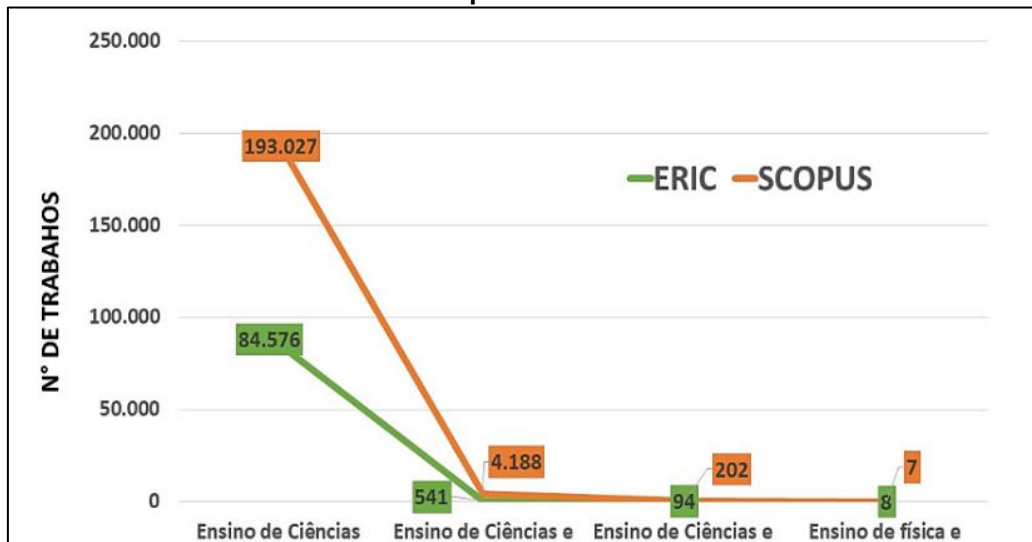
<sup>41</sup> Na plataforma pesquisada, considerou-se as seguintes áreas de conhecimento específico: Educação, Educação de Adultos, Educação Especial, Ensino, Ensino de Ciências e Matemática, Ensino Profissionalizante, Ensino-Aprendizagem e Matemática.

Analisando o gráfico mostrado na Figura 19, constata-se a tendência de crescimento no número de trabalho nessas áreas. Porém, é possível verificar que menos de 10% dos 894 trabalhos das Áreas de Educação e Ensino são da área de Ensino de Ciências e Matemática, algo que representa pouco mais que 3% de todos os registros encontrados no Catálogo de teses e dissertações da CAPES, no período de 1987 a 2021, evidenciando que a pesquisa em ensino de alunos surdos nessa área do conhecimento ainda é escassa.

Essa escassez também foi constatada por outros autores, como Ramos (2013), que pesquisou no período de 2005 a 2009, um total de 206 produções acadêmicas, sendo 34 teses e 172 dissertações, identificando a prevalência de estudos vinculados a programas em Educação, Letras e Linguística, bem como, a presença de programas comumente observados em diferentes áreas de investigação, como programas em Ciência da Computação, Engenharia e Tecnologia. Posteriormente, Ramos e Hayashi (2019), realizaram uma análise de 62 dissertações e oito teses sobre o referido tema, disponíveis na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações, defendidas entre 2010 e 2014, e concluíram que, nesse período, houve maior concentração de produções nas regiões Sudeste e Sul, em instituições de Ensino Superior públicas e nas áreas de conhecimento Ciências Humanas e Linguística, Letras e Artes.

Santana e Sofiato (2018), também chegaram a conclusões semelhantes quanto ao ensino de ciências para surdos no Brasil, mas foram além, ao pesquisarem o cenário internacional, compondo assim uma base de dados de revistas nacionais e internacionais, compreendendo o período de 2012 a 2017, encontrando um total de 101 trabalhos. Destes, eles destacam que 20 tratam do ensino de Física para alunos surdos, sendo que nove foram publicados em revista científica, três são trabalhos de conclusão de curso, seis são dissertações e duas são teses. Contudo, ressaltam que, quando a temática é o ensino de Ciências para surdos, e mais especificamente quando é o ensino de Física para alunos surdos, o volume de produções acadêmicas cai abruptamente, como se pode confirmar na Figura 20.

Figura 20 – Gráfico do número de trabalhos por área de ensino nos indexadores ERIC e SCOPUS



Fonte: a pesquisa.

Nesta pesquisa, nos Repositórios *ERIC*, *SciELO* e *SCOPUS*, encontrou-se apenas cinco artigos produzidos no Brasil. A Figura 21 identifica e classifica cada artigo encontrado no país, organizando-os em ordem cronológica, e em seguida descrevendo detalhadamente cada artigo, destacando a categoria temática e os seus pontos mais relevantes.



Figura 21 - Análise temática dos artigos encontrados no Brasil

ARTIGO	AUTORES	REVISTA	ANO	BASE	PAÍS	TEMA
Vídeos didáticos bilíngues no ensino de leis de Newton	COZENDEY, PESSANHA e COSTA	RBEF	2013	SciELO e SCOPUS	BRASIL	Metodologia de ensino
Interações entre o aluno com surdez, o Professor e o Intérprete em aulas de física: Uma perspectiva Vygotskiana	VARGAS e GOBARA	RBEE	2014	SciELO	BRASIL	Estudo de caso
O compartilhamento de significado na aula de Física e a atuação do interlocutor de Língua Brasileira de Sinais	PESSANHA, COZENDEY e ROCHA	Ciênc. Educ.	2015	SciELO	BRASIL	Estudo de caso
Ensino de Física para surdos: Carência de material pedagógico específico	PEREIRA e MATTOS	Revista Espacios	2017	SCOPUS	BRASIL	Metodologia de ensino
Proposta didático experimental para o ensino inclusivo de ondas no ensino médio	SILVEIRA, BARTHEM e SANTOS	RBEF	2019	SciELO e SCOPUS	BRASIL	Material didático

Fonte: a pesquisa.

Procedendo à análise por categorias temáticas, classificou-se estes artigos em três categorias: (I) metodologia de ensino, (II) estudo de caso, e (III) desenvolvimento de material didático. Sendo assim, na categoria temática (I) Metodologia de Ensino, tem-se dois artigos (COZENDEY, PESSANHA, COSTA, 2013; PEREIRA, MATTOS, 2017), que relatam a elaboração e a implementação de estratégias didáticas para o ensino de Física para alunos surdos. O artigo de Cozendey, Pessanha e Costa (2013, p. 1) apresenta a implementação de um recurso bilíngue que pode ser utilizado em “[...] turmas inclusivas de física que tenham alunos com deficiência auditiva”. Eles desenvolveram seis vídeos bilíngues, para valorizar a Libras e os aspectos visuais, intencionando testá-los como recurso inclusivo para o ensino das leis de Newton.

Essa estratégia didática de Cozendey, Pessanha e Costa (2013) foi implementada em uma sala de aula de uma escola estadual de nível médio, localizada no interior de São Paulo, composta por dezoito alunos, dos quais uma era surda e possuía conhecimentos básicos de Libras. Os autores destacam que, apesar da falta da tradução de conceitos científicos para Libras, o recurso bilíngue desenvolvido por eles, pode tornar a aula mais inclusiva. Contudo, eles não fornecem nenhuma evidência empírica dessa conclusão e a sua abordagem se dá em um contexto específico, sendo que, nesse caso, as generalizações precisam observar tais particularidades.

Pereira e Mattos (2017, p. 24) relatam o desenvolvimento e a aplicação de uma aula “[...] tradicional [...]” voltada para o aluno surdo, sobre as diferenças conceituais das grandezas físicas Peso e Massa. Essa aula utilizou recursos visuais e os sinais específicos em Libras, desenvolvidos por um grupo de professores e intérpretes, e os resultados indicam que os alunos surdos participantes apresentaram as mesmas dificuldades conceituais dos alunos ouvintes, e com a utilização dos sinais em Libras adequados, essas dúvidas conceituais foram sanadas. Entretanto, esses autores não mostram nenhuma evidência de que houve um desenvolvimento cognitivo que corrobora a sua conclusão, como o resultado comparativo entre um pré e um pós-teste, também não foi possível identificar, explicitamente, nenhuma teoria de aprendizagem nesta pesquisa.

Na categoria temática (II) estudo de caso, tem-se dois artigos: de Vargas e Gobara (2014) e de Pessanha, Cozendey e Rocha (2015), que se concentram na investigação da interação social entre professores, tradutores/intérpretes e alunos surdos e ouvintes, no ambiente da escola inclusiva. O artigo de Vargas e Gobara (2014) relata a pesquisa realizada em um ambiente escolar inclusivo de Campo Grande/MS, e descreve as interações entre o aluno com surdez, o professor e o intérprete em aulas de Física em uma perspectiva Vygotskiana. Como observações, as autoras destacam que, de maneira geral, “[...] as escolas não estão preparadas para receber os alunos com surdez, pois o ambiente não é adequado aos alunos, e os profissionais das escolas não são capacitados para esse fim” (VARGAS; GOBARA, 2014, p. 457).

Com relação à disciplina de Física, Vargas e Gobara (2014) constataram que o intérprete, por não saber Física, acabava não traduzindo o que realmente o professor ensinava e que o professor não planejava a aula pensando no aluno com surdez. Concluindo que “[...] a forma como a inclusão de alunos surdos está sendo implementada

nas escolas de Campo Grande/MS é ineficaz, e acaba excluindo esses alunos das interações sociais” (VARGAS; GOBARA, 2014, p. 458). As autoras fazem duras críticas às escolas inclusivas de Campo Grande/MS e deixam claro no seu discurso a sua posição antagônica em relação a elas.

Pessanha, Cozende e Rocha (2015) buscaram verificar o compartilhamento de significados entre a Língua Portuguesa e a Libras para enunciados explicativos sobre dois conceitos fundamentais no ensino de Física, velocidade e aceleração. Eles utilizaram, como aporte metodológico, a Análise interpretativa na perspectiva de Bakhtin, com o intuito de verificar o compartilhamento de significado e a mediação do interlocutor. Os autores chamam a atenção para possíveis equívocos que podem ocorrer devido à divergência entre o significado físico-científico e o entendimento correto do conteúdo de Física que será interpretado e traduzido pelo intérprete de Libras, ocasionado pela falta de sinais, que destacam como uma carência de “[...] termos que possuam correlatos [...]” (PESSANHA; COZENDEY; ROCHA, 2015, p. 452) em língua portuguesa. E, para contornar esse problema, eles indicam que o Professor e intérprete/interlocutor “[...] necessitam planejar conjuntamente a situação de aula, ou, no mínimo, o professor deve esclarecer antecipadamente, ao intérprete ou ao interlocutor, o significado assumido pelos principais conceitos que serão ensinados” (PESSANHA; COZENDEY; ROCHA, 2015, p. 452).

A última categoria temática, (III) desenvolvimento de material didático, é composta por um artigo (SILVEIRA; BARTHEM; SANTOS, 2019), que descreve uma proposta didática experimental para o ensino inclusivo de ondas no Ensino Médio, que pode ser usada para o ensino de cegos ou surdos.

Silveira, Barthem e Santos (2019) desenvolveram dois experimentos que apresentam relações entre frequências invisíveis e inaudíveis, mas que, por meio do processamento com a plataforma Arduino, podem ser convertidas em frequências que sensibilizam os sentidos da visão (no surdo) e da audição (no cego). O experimento 1 é intitulado “O som que o surdo pode ver e o cego pode ouvir” (SILVEIRA; BARTHEM; SANTOS, 2019, p. 4) e o Experimento 2 é intitulado “A luz que o cego pode ouvir e o surdo pode ver” (SILVEIRA; BARTHEM; SANTOS, 2019, p. 7).

Como os títulos desses experimentos bem indicam, a proposta didática desenvolvida por Silveira; Barthem e Santos (2019, p. 10), ajuda a “[...] ilustrar os limites dessas percepções e algumas propriedades do som e da luz, permitindo assim uma

experiência sensorial a alunos cegos e surdos em classes mistas”. Certamente, explorar esses recursos sensoriais, para esses alunos, é importante, mas chama a atenção a ênfase nesse aspecto, pois, tendo em vista que a Física (assim como a Química) opera com níveis de representação de um fenômeno, processo ou teoria, que, de acordo com Gabel (1993), são os níveis sensorio, simbólico e o microscópico. Ao se enfatizar um destes, deve-se incluir, simultaneamente, na instrução de, pelo menos, um dos outros dois níveis, para garantir que conexões suficientes sejam feitas entre os níveis e assim tornar a instrução mais eficaz (GABEL, 1993).

Os artigos, que foram destacados nesta seção, fornecem uma boa ideia do que está sendo desenvolvido no ensino de Ciências e de Física para alunos surdos no Brasil, demonstrando, inclusive, uma gama diversificada de estratégias de ensino, que vão desde a utilização de experimentos simples à criação e implementação de aparatos experimentais mais sofisticados, até a criação de sinais específicos para a tradução de conceitos físicos para Libras. A subseção 4.2.5 apresenta os resultados da pesquisa para essa temática, obtidos em estudos internacionais.

#### **4.2.5 Panorama do ensino de Física para Surdos no Cenário Internacional**

No cenário internacional, a situação do ensino de Física não é muito diferente do nacional, a mesma carência de pesquisas na área de ensino de Física para alunos surdos, pode ser observada. Ao se realizar a pesquisa nos repositórios *ERIC* e *SCOPUS*, incluindo apenas artigos revisados por pares, foram encontradas nove publicações que tratavam de Física (ou Astronomia) para surdos. A Figura 22 identifica e classifica cada artigo encontrado nesses repositórios, organizando-os em ordem cronológica, descrevendo cada um detalhadamente e destacando a categoria temática e os seus pontos mais relevantes.

**Figura 22 - Análise temática dos artigos sobre o ensino de Física ou Astronomia para Surdos encontrados no cenário internacional**

ARTIGO	AUTOR(ES)	REVISTA	ANO	BASE	PAÍS	TEMA
Teaching Physics to the Deaf	LANG	The Physics Teacher	1973	ERIC	USA	Metodologia de Ensino
Acoustics for Deaf Physics Students	LANG	The Physics Teacher	1981	ERIC	USA	Metodologia de Ensino
What Are the Earth and the Heavenly Bodies Like? A Study of Objectual Conceptions among Norwegian Deaf and Hearing Pupils	ROALD e MIKALSEN	INT . J. SCI. EDUC.	2000	ERIC e SCOPUS	Noruega	Estudo de caso
Norwegian Deaf Teachers' Reflections on Their Science Education: Implications for Instruction	ROALD	JDSDE	2002	ERIC e SCOPUS	Noruega	Estudo de caso
Innovation in Teaching Deaf Students Physics and Astronomy in Bulgaria	ZAMFIROV, SAEVA e POPOV	Physics education	2007	ERIC e SCOPUS	Bulgária	Material didático
Teaching Physics to Deaf College Students in a 3-D Virtual Lab	ROBINSON, VICKI	JSESD	2013	ERIC	USA	Metodologia de Ensino
Visualizing Sound with an Electro-Optical Eardrum	TRUNCALE E GRAHAM	The Physics Teacher	2014	ERIC	USA	Material didático
Acoustics for the Deaf: Can You See Me Now?	VONGSAWAD <i>et al.</i>	The Physics Teacher	2016	ERIC	USA	Metodologia de Ensino
Multimedia Support for Physics Laboratory Works in Groups with Auditory Constraints	DAVYDKOV <i>et al.</i>	APEIE	2018	SCOPUS	Rússia	Metodologia de Ensino

Fonte: a pesquisa.

Procedendo à análise por categorias temáticas, classificou-se esses artigos em três categorias: (I) Metodologia de Ensino, (II) Estudo de Caso, e (III) Desenvolvimento de Material Didático. Na categoria temática, (i) Metodologia de Ensino, tem-se cinco artigos (LANG, 1973; 1981; ROBINSON, 2013; VONGSAWAD, *et al.* 2016; DAVYDKOV *et al.* 2018), que relatam a elaboração e/ou implementação de estratégias didáticas para o ensino de Física para alunos surdos, que vão desde a utilização de experimentos físicos até os virtuais, ou ainda a utilização de ambos concomitantemente. Com os artigos de Lang (1973; 1981), nota-se que a pesquisa no ensino de Física para Surdos não é tão recente. Esse autor descreve um programa de estudo individualizado para ensinar Física a alunos surdos

por meio de “[...] movimentos labiais (leitura labial), língua de sinais e escrita com os dedos (datilologia)”<sup>42</sup> (LANG, 1973, p. 528).

Lang (1973) ressalta vários problemas instrucionais encontrados no processo de ensino-aprendizagem, os quais são relevantes ainda hoje. O autor faz algumas recomendações para os professores que trabalham com alunos surdos, tais como o posicionamento mais adequado em sala de aula em relação à fonte de luz; o falar para a classe, não para o quadro, “[...] pois isso facilita a leitura labial”<sup>43</sup> (LANG, 1973, p. 531); escrever todos os enunciados de exames, lições de casa e trabalhos de campo no quadro; se possível oferecer horas para tutoria especial dos alunos surdos quando necessário; instruções para uso correto do laboratório, bem como a adaptação deste; e a instalação de sinais luminosos para os casos de emergências.

Lang (1981) apresenta técnicas específicas para palestras e demonstrações em acústica para alunos surdos, algo que até hoje soa inovador, e apresenta como utilizar o osciloscópio para demonstrar de forma visual a natureza mecânica do som. Em suma, as importantes contribuições de Lang focam em informações de ordem prática que auxiliam docentes no ensino para o aluno surdo. Partindo, igualmente, do uso de experimentos como metodologia de ensino para alunos surdos, devido ao seu forte apelo visual, Vongsawad *et al.* (2016) apresentam uma proposta didática para o ensino de acústica para surdos – uma temática que, do ponto de vista sensorial, constitui uma barreira natural ao aluno surdo. Esses autores mostram uma série de experimentos, dos mais simples, como a demonstração de flutuações de pressão acústica usando uma vela e um alto-falante, até aparatos mais sofisticados, como o tubo de Rubens<sup>44</sup>, para demonstrar o fenômeno da onda estacionária.

Vongsawad *et al.* (2016, p. 369) buscaram empregar o que eles definem como sendo a pedagogia do “ver e sentir”<sup>45</sup>, que explora os sentidos do tato e da visão dos alunos

---

<sup>42</sup> No original: “*lip movements, sign language, and fingerspelling*” (LANG, 1973, p. 528). Entende-se por “*lip movements*” (LANG, 1973, p. 528) uma forte tendência oralista nesse autor, reflexo do contexto histórico que imperava na década de 70, no qual o Oralismo e a Comunicação Total eram predominantes (BENTES; HAYASHI, 2016).

<sup>43</sup> No original: “*this facilitate lip-reading*” (LANG, 1973, p. 531).

<sup>44</sup> Trata-se de um aparato experimental, desenvolvido por Heinrich Rubens, em 1904, que permite demonstrar visualmente ondas acústicas. Esse experimento é constituído por um tubo metálico, com furos longitudinais alinhados. Em uma de suas extremidades, fixa-se uma membrana e, na outra, uma fonte de gás inflamável. Acendendo o gás, que sai pelos furos longitudinais, e fazendo vibrar a membrana, com um sinal periódico dentro dos limites de ressonância do tubo, é possível observar que a forma das chamas muda, apresentando o aspecto de uma onda estacionária (GEE, 2009).

<sup>45</sup> No original: “*See and Feel*” (VONGSAWAD, *et al.* 2016, p. 369).

surdos, e, segundo eles, estes puderam observar fisicamente o princípio acústico sendo ensinado. De acordo com esses autores, no desenvolvimento da abordagem “ver e sentir”, uma consideração fundamental é selecionar não só bons princípios que podem ser vistos e sentidos, mas também comunicados usando palavras que existem e são comumente usadas na Língua de Sinais Americana.

Vongsawad *et al.* (2016) consideram que essas práticas são consistentes com a pedagogia eficaz para surdos e deficientes auditivos. Porém, mais uma vez, observa-se que, embora a metodologia desses autores contemple os três níveis de representação dos fenômenos físicos da Acústica, as conexões entre eles são insuficientes e as informações permanecem compartimentadas (GABEL, 1993). Esses autores dão pouca ênfase ao nível simbólico e ao nível microscópico, que, nesse caso se restringe à explicação das características mecânicas da propagação das ondas no ar (nível microscópico) em uma representação pictórica no quadro (nível simbólico) dessas ondas.

De forma análoga ao que fizeram Lang (1973, 1981) e Vongsawad *et al.* (2016), Davydkov *et al.* (2018) realizaram experimentos com objetos de aprendizagem, porém, eles descrevem a possibilidade de usar, de forma conjunta, recursos de ensino multimídia, como um *software* de modelagem computacional, vídeos e *Website*, para auxiliar alunos com restrições auditivas e surdos, no estudo independente (autodidata) e nos preparativos para os trabalhos laboratoriais, em um curso de Física de uma universidade técnica da Rússia.

Nesse artigo, Davydkov *et al.* (2018) descrevem recomendações para o *design* e para a implementação de vídeos de instruções no laboratório para alunos surdos ou com deficiência auditiva, sobre tópicos de Mecânica, Termodinâmica e Eletricidade. Segundo esses autores, esses alunos podem ser envolvidos em um processo autodidata, por meio de tecnologias multimídia que usam um método eficiente, explicativo, ilustrativo e adaptado a eles. E, juntando o uso do laboratório em uma imersão totalmente digital, Robinson (2013) apresenta uma proposta de ensino de Física para estudantes universitários Surdos do *National Technical Institute for the Deaf at Rochester Institute of Technology (NTID/RIT)*, em um laboratório virtual do *Second Life*.

Robinson (2013) relata como os alunos do *NTID* usaram esse ambiente virtual para praticar os conceitos de hidrostática, como empuxo, princípio de Arquimedes, densidade, etc. Ele destaca a acessibilidade dessa atividade, pois o *Second Life* pode oferecer vantagens a qualquer estudante de Física, principalmente a capacidade de interagir com

um ambiente em três dimensões e fazê-lo sem a necessidade de equipamentos altamente especializados. Cada atividade desenvolvida por Robinson (2013) é acompanhada por uma ou mais atribuições e, assim como equipamento de laboratório do mundo real, um único item do equipamento virtual pode ser usado em uma variedade de maneiras, em diferentes níveis de rigor e complexidade.

Segundo Robinson (2013), os alunos precisam apenas acessar um computador com o *software* visualizador adequado, disponível gratuitamente a partir de várias fontes, e nas aulas de Física no *NTID/RIT*, os estudantes são livres para usar o equipamento virtual da maneira que quiserem e quantas vezes quiserem. Apesar do caráter de inovação tecnológica que esse artigo apresenta, ao fazer o uso de um laboratório em um ambiente virtual e tridimensional, identifica-se que a utilização desse recurso se restringe ao nível sensorial de representação dos fenômenos físicos, negligenciando os demais níveis, o simbólico e microscópico. Na categoria (ii) estudo de caso, tem-se dois artigos da Noruega: Roald e Mikalsen (2000) e Roald (2002). Estes relatam a investigação de dois grupos, de alunos (surdos e ouvintes) e de professores surdos, a respeito de fenômenos astronômicos e o processo de ensino e aprendizagem de alunos surdos, respectivamente.

Roald e Mikalsen (2000) abordam concepções dos alunos surdos de fenômenos astronômicos, que podem ser observados diretamente, da Terra e do céu. Nesse estudo, foram entrevistados alunos surdos com idade de 7, 9, 11, e 17 anos, e um grupo de controle de alunos ouvintes com nove anos. Os resultados obtidos foram surpreendentes, pois mostram que as crianças surdas têm “[...] concepções extraordinariamente semelhantes às cientificamente aceitas, quando a idade é levada em consideração, embora esse não seja o caso dos grupos mais velhos”<sup>46</sup> (ROALD; MIKALSEN, 2000, p. 337).

Roald e Mikalsen (2000) ressaltam que quatro em cada cinco crianças surdas de sete anos, por exemplo, pensavam que a Terra era esférica, não plana; enquanto apenas cinco entre oito surdos, de 17 anos, pensavam o mesmo para as formas dos corpos celestes. Esses autores destacam que esses resultados indicam que as formas dos sinais que representam objetos podem afetar as concepções das pessoas surdas sobre esses objetos e trazem o seguinte questionamento: “A linguagem visual/espacial dos surdos

---

<sup>46</sup> No original: “*The results show that the young deaf children have conceptions that are remarkably like the scientifically accepted ones, when their age is taken into account, while this is not the case for the oldest groups*” (ROALD; MIKALSEN, 2000, p. 337).



realmente tem implicações em como eles estão construindo sua visão do mundo?”<sup>47</sup> (ROALD; MIKALSEN, 2000, p. 353)

Chama a atenção a quantidade de citações do artigo de Roald e Mikalsen (2000) no *Google Acadêmico*: 45, as quais se concentram, de forma geral, em fundamentos cognitivos da aprendizagem de alunos surdos e com deficiência auditiva, Ensino de Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática (CTEM ou *STEM*), modelos ou concepções equivocadas sobre a Astronomia e no desenvolvimento do pensamento infantil.

Em contrapartida, o artigo de Roald (2002), foca na outra ponta do processo: o professor, e examina as opiniões de cinco professores surdos noruegueses sobre aprendizagem de ciências por estudantes surdos, bem como os meios mais adequados para aprimorar a compreensão e a aprendizagem deles. Os professores que participaram dessa pesquisa foram estudantes pioneiros bem-sucedidos, foram os primeiros alunos surdos a concluir o Ensino Médio na Noruega, e o autor evidencia que as opiniões desses indivíduos sobre a educação científica são consideradas de interesse.

Roald (2002) corrobora os fatores que são consideramos essenciais para o ensino de ciências a estudantes surdos, os quais são: (a) capacidade dos professores de se comunicarem fluentemente em língua de sinais; (b) explicações lúcidas dos conceitos científicos, bem como a sua conexão com outros conceitos; (c) necessidade de discussões em sala de aula; (d) ensino diferenciado; (e) expectativa realista; (f) construir as experiências dos alunos por meio de experimentos; (g) melhorar o acesso à informação; e (h) tempo na tarefa. Esse artigo é igualmente bastante citado, com 46 citações no *Google Acadêmico*, que na sua grande maioria envolve aspectos linguísticos de conceitos para o ensino de ciências para alunos surdos.

Por fim, na categoria temática (III) desenvolvimento de material didático, tem-se dois artigos, Zamfirov, Saeva e Popov (2007) e Truncate e Graham (2014), que mostram, respectivamente, a criação de um CD multimídia para o ensino de conceitos de Física e Astronomia e o desenvolvimento de um aparato experimental que gerou uma patente aos autores que o desenvolveram. Zamfirov, Saeva e Popov (2007) indicam uma estratégia educacional desenvolvida para ser implementada nas escolas búlgaras no ensino de Física e Astronomia para alunos com deficiência auditiva nas séries sete (alunos de 13 anos) e

---

<sup>47</sup> No original: “Does the visual/spatial language of the deaf have implications on how they are constructing their view of the world?” (ROALD; MIKALSEN, 2000, p. 353).

oito (alunos de 14 anos). Essa estratégia fornece uma “[...] educação eficaz para os alunos com deficiência auditiva”<sup>48</sup> (ZAMFIROV; SAEVA; POPOV, 2007, p. 98) nas escolas regulares, bem como para os que frequentam escolas especializadas.

Eles desenvolveram um CD multimídia que oferece muitos termos básicos dos campos correspondentes da Física e da Astronomia, acompanhados de explicações textuais e várias ilustrações. Os termos são explicados em búlgaro, em língua de sinais búlgara e em inglês, e este produto multimídia pode ser usado por crianças com deficiência auditiva, bem como por crianças ouvintes. Zamfirov, Saeva e Popov (2007) destacam que a metodologia de sinalização desenvolvida pode ser usada com sucesso na educação de crianças em outras disciplinas curriculares, como Biologia, Química e Geografia.

Truncale e Graham (2014) descrevem um aparato experimental que permite a um aluno surdo determinar e plotar a sensibilidade de um tímpano eletro-óptico na faixa de som de 10 a 150 Hz. Esse sistema foi demonstrado ao seu público-alvo, na escola *Western Pennsylvania School for the Deaf (WPSD)*, em *Pittsburgh*, Pensilvânia, em uma aula de Física do Ensino Médio. Os alunos ficaram impressionados com o sistema, mas o objetivo do estudo não era apresentar um novo dispositivo, mas inspirar outros a terem entusiasmo pelo desenvolvimento de ferramentas e acomodações adequadas para sala de aula.

Truncale e Graham (2014) mencionam que, uma das importantes responsabilidades dos educadores de ciências é garantir que os alunos possuam as ferramentas e acomodações adequadas para examinar os fenômenos em um ambiente de laboratório. É preciso inovar com métodos que permitam aos alunos com deficiência participar de todos os aspectos das investigações, e questionar: “Você está preparado para educar quem entra na sua sala de aula?”<sup>49</sup> (TRUNCALE; GRAHAM, 2014, p. 79).

No cenário internacional, encontrou-se nove artigos para o ensino de Física, distribuídos em quatro países, Estados Unidos da América (EUA) (cinco), Noruega (dois), Bulgária (um) e Rússia (um). Cada um deles apresenta importantes implicações para o ensino de Surdos. A subseção 4.3 delinea as considerações desenvolvidas a respeito de todos os 14 artigos encontrados na pesquisa bibliográfica.

---

<sup>48</sup> No original: “*The strategy provides effective education for students with hearing disabilities*” (ZAMFIROV; SAEVA; POPOV, 2007; p. 353).

<sup>49</sup> No original: “*Are you prepared to educate whomever walks into your classroom?*” (TRUNCALE; GRAHAM, 2014, p. 79).

### 4.3 O QUE ESSES ARTIGOS DIZEM?

Considerando as cinco questões norteadoras desta revisão, este levantamento do estado da arte sobre o ensino de Física para Surdos, em alguns dos principais Repositórios de pesquisa, proporcionou algumas respostas relevantes, as quais são aqui exibidas. Com relação à primeira questão, fica evidente que o ensino de Física para surdos vem sendo desenvolvido de forma pontual ao longo das últimas cinco décadas e ainda carece de muito investimento e pesquisa, uma vez que ainda é demasiadamente incipiente. Por exemplo, a quantidade de trabalhos associados ao descritor “ensino de Ciências”, na plataforma ERIC<sup>50</sup>, é da ordem de 100 mil, enquanto nesta pesquisa foram encontrados 14 artigos que tratam do tema ensino de Física para surdos, o que, em valores percentuais, é inferior a 0,02%, demonstrando a carência de pesquisas nessa área.

No entanto, ainda que o volume de pesquisa sobre o tema seja muito pouco, pode-se verificar importantes observações e apontamentos nesses 14 artigos encontrados, as quais conduzem a uma resposta parcialmente positiva à segunda questão. Isso porque se identifica que muitos autores aqui elencados apresentam metodologias de ensino e materiais que respeitam os preceitos da educação especial e/ou inclusiva de alunos surdos. Principalmente no que tange a atender as especificidades desses indivíduos, como a estrutura visual/espacial da sua língua; a oferta ao educando ao acesso às informações curriculares, ao conhecimento, ao saber sistematizado; utilizando a língua nativa do país e na língua de sinais; e contribuindo para o desenvolvimento de processos de ensino e aprendizagem com alunos surdos, em diferentes níveis de escolaridade, corroborando as ideias de Rinaldi *et al.* (1997).

Contudo, essa resposta é parcial, essencialmente, em virtude dos artigos enquadrados nas categorias temáticas (I) Metodologia de Ensino e (III) desenvolvimento de material didático, que explicitamente exploraram as características visuais de experimentos, simuladores, Vídeos ou *Softwares* como recursos didáticos para o ensino de Física para surdos, despontando como uma das principais metodologias utilizadas. Indicando uma forte tendência de privilegiar métodos pedagógicos e materiais didáticos que dependem de apoio visual, a chamada Pedagogia Visual (CAMPELLO, 2008). Porém, o uso de recursos visuais para o ensino de surdos, apresentados nesses trabalhos, exploram

---

<sup>50</sup> *Science Education*. Disponível em: <https://eric.ed.gov/?q=+descriptor%3AScience+Education&pr=on>

uma abordagem de ensino que ora privilegia demasiadamente o nível sensório, ora o simbólico, em detrimento de um ou de outro, ou em detrimento ao nível microscópico, podendo, eventualmente, ocasionar obstáculos de natureza epistemológica e visões inapropriadas para os modelos dos fenômenos físicos (MORTIMER, 2000).

Quanto ao uso de TA, nota-se que os trabalhos de Cozendey, Pessanha e Costa (2013); Davydkov *et al.* (2018); Lang (1973 e 1981), Pereira e Mattos (2017); Robinson (2013), Silveira, Barthem e Santos (2019), Truncate e Graham (2014); Vongsawad *et al.* (2016) e Zamfirov, Saeva e Popov (2007), enquadrados nas categorias temáticas (i) Metodologia de Ensino e (iii) desenvolvimento de material didático, podem ser classificados como TA, já que estão concentrados em promover a implementação de algum recurso (um material didático) ou serviço específico (metodologia de ensino para surdos). Todos estão enquadrados nos requisitos de Bersch e Schirmer (2005) sobre o conceito e a composição de TA, que, se observados os apontamentos feitos quanto aos níveis de representação de um fenômeno físico (GABEL, 1993), são evidentemente de total interesse desta pesquisa.

Assim, pautados nos resultados desta pesquisa, evidencia-se que o ensino de Física para alunos surdos deve ser desenvolvido de forma que atenda às diferenças culturais e linguísticas desses alunos, dando ênfase a recursos visuais como vídeos, experimentos simples e programas interativos. Do mesmo modo devem atender os três níveis de representação de um fenômeno físico: o sensório, o simbólico e o microscópico, baseado nos três níveis de representação de um fenômeno na Química (GABEL, 1993).

Destaca-se que parte desta revisão de literatura, exposta nesta seção, foi publicada na Revista Brasileira de Educação Especial, da Associação Brasileira de Pesquisadores em Educação Especial (ABPEE), no artigo 'O Ensino de Física para Surdos: o Estado da Arte da Pesquisa em Educação'<sup>51</sup>. O seu desenvolvimento possibilitou a definição da pergunta da pesquisa bem como a temática desta pesquisa: **Construindo significados sobre o conceito de energia: Resultados de uma Unidade de Ensino Inclusiva aplicada a estudantes surdos do Ensino Médio em tempos de pandemia**. Evidenciando a importância do levantamento do estado da arte para a objetividade, clareza e bom desenvolvimento deste estudo.

---

<sup>51</sup> Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1980-54702021v27e0123>. Acesso em: 12 nov. 2022.

## 5 O ENSINO DE FÍSICA PARA SURDOS EM TEMPOS DE PANDEMIA: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA

A pandemia de Covid-19 ressaltou inúmeras fragilidades e se percebeu que não se estava minimamente preparado para lidar com suas condições tão adversas. Vários setores, das mais diversas áreas das atividades humanas, foram impactados. Foi preciso lidar com várias questões, procurar soluções e se adequar à nova realidade e ao novo normal, do dia para a noite. A educação foi uma das atividades mais impactadas, tendo que ser reelaborada de forma emergencial, uma vez que as escolas tiveram que tomar decisões rapidamente, muitas com planejamento limitado, tudo para atender às necessidades impostas pela dura realidade que afetou a vida de bilhões de pessoas e ceifou outras tantas.

De repente, percebeu-se que a escola, que conservava o seu modo operacional intacto há muitas décadas, era totalmente inadequada ao contexto atual. Particularmente no Brasil, os desafios educacionais tomaram uma proporção ainda maior, agravados por uma infraestrutura precária e desigual, bolsões de pobreza e ainda uma política pública desencontrada, pouco assertiva e não condizente com a gravidade da pandemia. Assim, abruptamente, as crianças e os jovens, em todo país e em todos os níveis de ensino, foram impedidos de ir à escola e passaram a ter aulas pelo ensino remoto.

Porém, se os desafios inerentes à educação e a essa nova realidade exigiram um esforço gigantesco, esses crescem exponencialmente quando se analisa o contexto da educação especial, e mais especificamente a educação de surdos, seja no Brasil (SHIMAZAKI; MENEGASSI; FELLINI NETO, 2020) ou em outros países (JOHNSON, 2020; MANTZIKOS; LAPPA, 2020; TOMASUOLO *et al.*, 2021; ALVES; PINTO; PINTO, 2020; CHARMATZ, 2020; ALSADOON; TURKESTANI, 2020).

Tendo em vista o ensino de Física para alunos surdos, esta seção visa discutir como ele ocorre nesse tempo de pandemia, traçando um paralelo com a realidade enfrentada pelo professor de Física participante desta pesquisa (Professor P) e a realidade descrita, em estudos encontrados no levantamento bibliográfico, por pais, professores e alunos surdos, em diferentes países. A ideia é fornecer, não de forma prescritiva, um apanhado com as melhores práticas, que podem ajudar esses alunos, no momento difícil de isolamento social, ensino remoto e/ou híbrido. Relata-se as adversidades encontradas, as soluções implementadas e as perspectivas desses profissionais para o ensino remoto.

As seções a seguir delinham os desafios e as adversidades no ensino remoto para surdos, bem como as soluções, lições e perspectivas futuras para o ensino remoto desses alunos, além de registrar o momento de retorno ao ensino presencial.

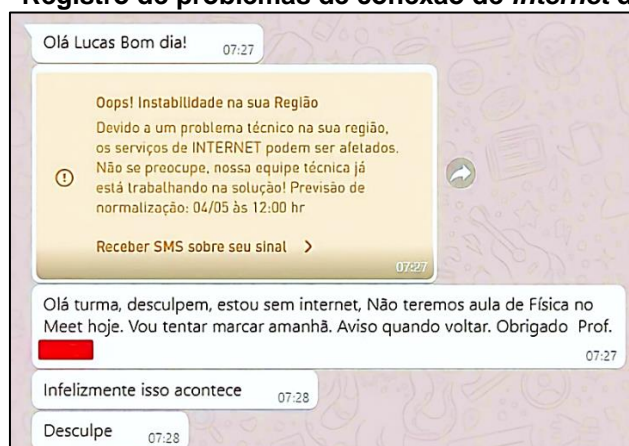
## 5.1 DESAFIOS E ADVERSIDADES NO ENSINO REMOTO PARA SURDOS

Nesta subseção, apresenta-se cinco desafios identificados no processo de implementação do ensino remoto na escola, que foi pesquisada durante a pandemia de Covid-19, no período jun. 2020 a agosto de 2021.

### 5.1.1 A comunicação em tempos de pandemia

O primeiro grande desafio a ser discutido no contexto da educação de surdos em tempos de pandemia é o da comunicação. Constatou-se que, sendo o ensino promovido presencialmente, o Professor P interagiu com cada aluno surdo sem mediadores de qualquer espécie. Mas, devido ao isolamento social, requisitado para controlar o avanço da pandemia, o ensino que era presencial passou a ser realizado de forma remota, e, neste caso, conforme relato do professor, várias dificuldades surgiram, tais como o acesso à *Internet* e a qualidade e velocidade de conexão. A Figura 23 retrata um problema técnico que culminou no cancelamento de uma aula *online* síncrona, por esse motivo.

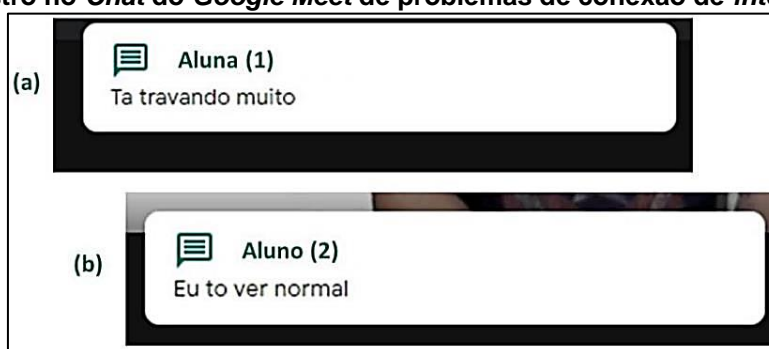
**Figura 23 – Registro de problemas de conexão de *internet* do professor**



Fonte: a pesquisa.

É importante observar que esse primeiro fator tem grande impacto na vida dos alunos surdos, pois afeta diretamente na forma como ocorre o processo de estabelecimento da comunicação. A má qualidade da velocidade de conexão ocasiona ruídos na comunicação. Considere, por exemplo, o contexto da sinalização em Libras, e que em um dado instante, a conexão falha e o aluno perde um sinal de um termo importante, requisitando, portanto, a repetição por parte do professor. Quando isso acontece, o processo fica mais extenso, exigindo mais tempo para ser executado. A Figura 24 apresenta o registro de uma aluna que informa, pelo *chat* do *Google Meet*, que o vídeo está travando, enquanto para o outro aluno não estava.

**Figura 24 – Registro no *Chat* do *Google Meet* de problemas de conexão de *internet* de uma aluna**



Fonte: a pesquisa.

Junta-se a esse processo a falta de tradução de conceitos científicos para Libras, destacando-se uma fala do Professor P, que durante uma aula *online* para o 1º ano do ensino médio, ao tratar do conceito de gravidade (força gravitacional) e explicá-lo para os alunos, digitava a palavra gravidade, mas, um dos alunos se confundiu e achou que o professor se referiu à palavra gravidez, e fez o sinal desta palavra, outro aluno argumentou conhecer um sinal para esse termo. O Professor P perguntou que sinal ele conhecia, e ele fez o sinal de grave (ou perigo) em Libras, o professor explicou que, nos dois casos, os sinais nada tinham a ver com o conceito físico de gravidade e o explicou.

E, como ocorreu o processo de ensino para alunos sem acesso à *Internet*? Essas situações pareceram mais precária, para estes foi oferecido material escrito, impresso e entregue na escola em plantões realizados a cada 15 dias, que dependiam da liberação das autoridades competentes, seguindo o modelo de distanciamento controlado.

### 5.1.2 Limitações das plataformas de videoconferência

Dentre as principais limitações das plataformas de videoconferência, evidencia-se que elas não foram projetadas visando atender universalmente todas as pessoas e, em especial, os surdos. Essas plataformas priorizam o áudio ao invés do vídeo, mostrando a janela da pessoa que está falando (ou simplesmente a que está com o canal de microfone aberto), mas como fica a situação dos surdos? Caso a conexão esteja lenta fica ainda pior, pois o vídeo é cortado, ficando disponível apenas o som.

Nesse aspecto, o Professor P relatou uma situação que ajuda a ilustrar essa observação: ao verificar a gravação de uma reunião feita pelo *Google Meet* que seria disponibilizada para os alunos posteriormente, percebeu que o que foi registrado foi a janela de um dos participantes que estava com o microfone aberto (apenas acenando assertivamente com a cabeça), enquanto a janela de quem estava efetivamente sinalizando não foi registrada. Em outra reunião, de forma análoga, foi registrada a fala da gestora do colégio e não a tradução em Libras.

E, na sua fala, o Professor P destaca que já entrou em contato por *e-mail* com a equipe técnica do *Google for Education*, solicitando ajuda para melhorar a acessibilidade do *Meet*, requerendo a possibilidade de gravar em modo mosaico, selecionando as janelas com maior prioridade e não apenas uma (de quem está oralizando). No entanto, até o momento ele não obteve um *feedback*.

Situação semelhante foi identificada por Lynn *et al.* (2020), no ensino remoto de Química, por meio da plataforma de videoconferência *ZOOM*, e por Tigwell *et al.* (2020), na adaptação de um curso de ASL presencial para modalidade de ensino remoto, por essa mesma plataforma. Esses dois estudos foram direcionados para estudantes do *National Technical Institute for the Deaf (NTID)*, do *Rochester Institute of Technology (RIT)*. É preciso considerar outros aspectos visuais importantes que se configuram como limitações nessas plataformas, como a mudança para um espaço 2D (telas de celulares e computadores), sendo a Libras uma língua visual 3D, muitos sinais são afetados, o que ocasiona ainda mais ruídos na comunicação. E a baixa qualidade da resolução de câmeras igualmente impacta na comunicação nessas plataformas, pois muitos parâmetros da Libras, como expressões faciais, pontos de articulação e configurações de mão, ficam comprometidos.



O *layout* de vídeo apresentado nas plataformas é outro entrave, uma vez que não é possível dimensionar duas ou mais janelas, de forma que se tenha uma com *slides* e outra com o professor ou intérprete sinalizando em um tamanho visualmente adequado, conforme com as normas da NBR 15290. Esta recomenda que a janela de tradução de Libras deve ser, no mínimo, metade da altura da tela principal, e a sua largura precisa ocupar, pelo menos, a quarta parte da largura da tela, e não deve sobrepor nenhuma outra imagem no vídeo (ABNT, 2005).

Para tentar contornar essa situação do *layout* de vídeo, o Professor P buscou extensões para adicionar recursos à plataforma *Meet* e destacou que uma dessas extensões permite mostrar na tela dele somente participantes com vídeo e destacar quem está falando, que pode ser desativado por ele. Porém, essa extensão não resolveu o problema da gravação da reunião, que continuou com o registro de apenas uma janela.

Para apresentar a aula, o Professor P não utiliza o modo compartilhamento de tela do *Meet*, já que, para ele, a apresentação de *slides* toma conta de toda a tela e reduz a janela do vídeo de quem está sinalizando a apresentação, e isto para “*sinalizar é horrível*”. Sendo assim, o Professor P utiliza outra ferramenta, o *OBS Studio*, projetando os slides da apresentação em uma tela verde (*Chroma Key*), possibilitando que ele apresente os slides e sinalize em uma só tela, como mostra a Figura 25.



Fonte: a pesquisa.

Na Figura 25, pode-se perceber que o professor P consegue um bom enquadramento, quando usa o *OBS Studio*, permitindo que ele sinalize melhor e explique

de forma mais interativa o conteúdo, algo que não seria possível usando somente a plataforma de videoconferência.

### 5.1.3 O processo de implementação do ensino remoto e/ou híbrido

Quando foi decretada a suspensão das aulas presenciais na rede estadual do RS, ainda na segunda quinzena do mês mar. 2020, pouco se sabia sobre como, quando, e de que forma as aulas iriam retornar. Foi somente em maio que se firmou uma parceria entre a Secretaria de Educação (SEDUC) do Estado com a *Google for Education*. Sendo efetivamente implementada, em junho de 2020, como ambiente virtual de aprendizagem, a plataforma *Google Classroom* (SEDUC-RS, 2020a).

Por se tratar de uma ferramenta nova no ensino da rede estadual, a SEDUC ofereceu jornadas pedagógicas para o planejamento das aulas remotas e treinamento *online* para os professores, por meio do seu canal no *YouTube*. No entanto, os professores da rede estadual tiveram que aprender a lidar com esse Ambiente Virtual de aprendizagem (AVA) e a aplicar concomitantemente com os seus alunos.

O Professor P destacou que não teve dificuldades com essa plataforma, e que, na verdade, prestou auxílio, elaborando vídeos e explicando em Libras o funcionamento do *Google Classroom*, que foram compartilhados para todos os alunos da escola, por meio das redes sociais. Porém, somente em 8 jul. 2020 é que a SEDUC disponibilizou as orientações à rede pública estadual de educação do RS para o modelo híbrido de ensino. Chama a atenção que, para a educação especial, foi dedicada somente uma seção com pouco mais de seis páginas (SEDUC-RS, 2020b). Essas orientações ressaltam mais deveres do que apontam soluções práticas para professores, algo aquém da complexidade inerente ao tema.

Nesta pesquisa, encontrou-se um relatório com orientações para a reabertura da educação especial em escolas de *Washington*, com o Planejamento Distrital que fornece informações e recursos para apoiar alunos com deficiência (com uma seção inteira dedicada só para o atendimento de alunos surdos). Para o processo de reabertura da escola, que visa oferecer orientações para todos os administradores e educadores distritais e escolares, há instruções sobre a parceria com as famílias, para abordar questões de

equidade no acesso, apoiar o desenvolvimento socioemocional e acadêmico dos alunos e fornecer educação especial e serviços relacionados (MAY *et al.*, 2020).

#### **5.1.4 A falta de materiais didáticos em Libras e o regionalismo**

Tendo mudado para o ambiente virtual, o Professor P teve que adequar todas as suas estratégias didáticas, e ressaltou estar extremamente habituado a trabalhar presencialmente, já que possuía uma gama de recursos, como um laboratório específico para sua disciplina. Isso tudo ficou de lado com a pandemia. Para alimentar com conteúdos a plataforma do *Google Classroom*, ele teve que fazer muita pesquisa. Contudo, seu principal obstáculo foi a falta de material didático acessível em Libras. Ele destacou que, ao procurar vídeos de Física com tradução em Libras, encontrou poucos resultados, e quando encontrava, precisava considerar o regionalismo, pois muitos alunos confundiam, por causa da diferença entre sinalização de números, ou reclamavam abertamente por ser um vídeo de outro estado.

A mesma carência de material didático digital para língua de sinais também ocorre em outros países e impulsiona a busca por soluções. Smith e Colton (2020) relatam sobre o desenvolvimento de vídeos em ASL para um canal no *YouTube*, feitos por alunos de um curso de graduação da Universidade do Texas, que tem como foco o ensino de crianças surdas do jardim de infância e ensino fundamental.

Destaca-se as iniciativas realizada no Brasil, no que tange à produção de materiais didáticos para Libras, tais como as feitas por Martins *et al.* (2020), no projeto 'Comunicação Acessível em Libras durante a Pandemia de Covid-19', que, por meio da produção de vídeos acessíveis, buscou difundir informações oficiais governamentais, assuntos de interesse das comunidades surdas, dando dicas de entretenimento durante o período da pandemia. Nesse projeto, os autores produziram vídeos com histórias infantis em Libras, para informar, entreter e estimular o contato com essa língua em crianças surdas que estão em processo de alfabetização remota, em virtude da pandemia. Espera-se que mais iniciativas surjam, principalmente na área das Ciências da Natureza e Matemática.

### 5.1.5 Aspectos socioemocionais decorrentes da pandemia em professores e alunos

Quando o Professor P foi questionado sobre como ele estava se sentindo com todo esse processo de ensino remoto, ele esboçou muito cansaço, principalmente em relação ao número de horas de trabalho. Ele relatou que o seu contrato previa 38 horas de trabalho semanal, mas, ele estava trabalhando muito mais do que isso, devido à pesquisa e à adaptação de materiais didáticos para o meio digital, que precisavam ser acessíveis em Libras. Além disso, ele estava auxiliando cinco turmas, que estavam sem professor de Física, em uma das escolas que trabalha.

O Professor P citou uma situação que envolveu a reclamação de uma mãe de aluno, que reclamou que ele postou uma atividade à 1:00h da manhã, não sendo este um horário adequado. No entanto, segundo o Professor, a intenção era que a atividade estivesse disponível para o aluno acessar no dia seguinte. Essa situação demonstra o quanto a carga horária aumentou, uma vez que levou horas para montar e adaptar o material e só conseguiu postar em um horário avançado. Em seu relato, até agosto de 2020, juntando as demandas de todas as escolas em que ele trabalhava, ele já havia recebido mais de mil trabalhos, isso considerando as demandas do primeiro semestre de 2020.

Além da exaustão causada pela pandemia nos professores, em especial o Professor P, destaca-se que a motivação dos alunos surdos também foi afetada. Segundo o Professor, o engajamento desses alunos nas atividades caiu consideravelmente. Uma possível explicação para isso é o isolamento social, pois a maioria desses alunos tem familiares ouvintes que não dominam a Língua de sinais.

Assim, o isolamento social dos seus pares assume mais este viés dramático, o isolamento linguístico, que, em longo prazo, pode ocasionar traumas emocionais decorrentes dessa mudança forçada, sendo uma preocupação a ser considerada, no que tange explorar os fatores relevantes que afetam a saúde mental desses alunos. Dessa forma, entende-se ser necessário fornecer estratégias baseadas em evidências, para reduzir os impactos psicológicos adversos causados nessa população durante a pandemia de Covid-19 (YANG *et al.*, 2021).

## 5.2 SOLUÇÕES, LIÇÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS PARA O ENSINO REMOTO DE ALUNOS SURDOS

Destaca-se a resiliência e a capacidade de adaptação, demonstradas pelo Professor P, já que, em 11 anos de docência para alunos surdos, essa foi a primeira vez que ele precisou ensinar em ensino remoto, e, ainda assim, conseguiu prosseguir com as suas aulas. Nesta seção, realça-se as soluções que ele encontrou para atender os alunos.

### 5.2.1 Aplicativo de mensagem WhatsApp como meio de comunicação

O *WhatsApp* é um dos aplicativos de mensagem mais utilizados no mundo. No entanto, para além desse motivo, que tornaria o seu uso justificável por si só, ele também pode ser considerado uma solução para o ensino à distância (UNESCO, 2021). Segundo a UNESCO (2021), ele pode ser usado como uma plataforma de colaboração que suporta comunicação de vídeo ao vivo. Nessa perspectiva, destaca-se que, antes da pandemia, o Professor P utilizava o *WhatsApp* como canal de comunicação, porém, durante o isolamento, esse meio de comunicação foi o primeiro a ser implementado, oficialmente, pela direção da escola, que criou um grupo para cada turma.

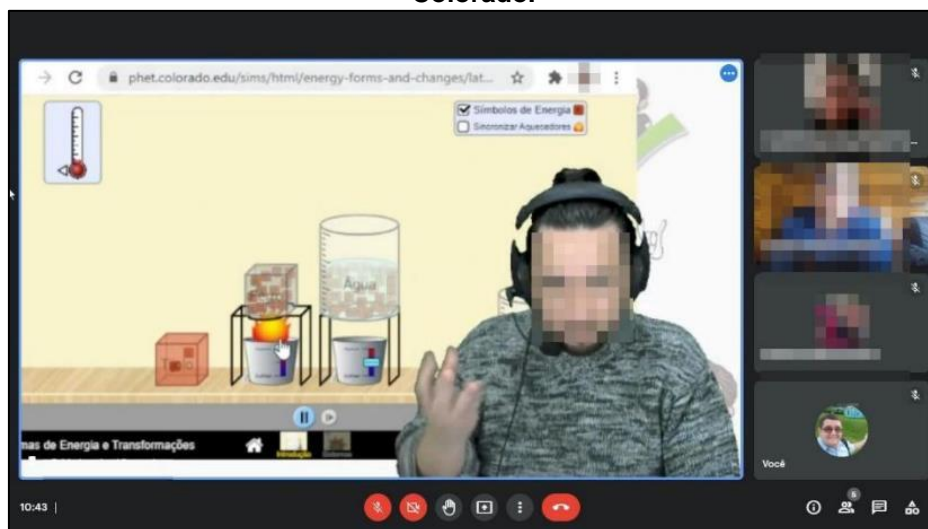
Nesses grupos, cada professor posta a atividade em PDF e um vídeo em Libras explicando-a, e, em caso de dúvida, o aluno envia um vídeo fazendo a sua pergunta. O Professor P ressaltou que esse aplicativo tem ajudado muito, dada a sua popularidade, mas, o limite no tamanho de arquivos limitava o envio de vídeos maiores, obrigando que as postagens fossem curtas. Contudo, o recurso de videochamada desse aplicativo possibilitou, igualmente, tirar dúvidas dos alunos, mas, sem esse limite de envio.

### 5.2.2 O uso de simuladores para explicar o conteúdo

Uma das iniciativas do Professor P, que mais chamou a atenção, foi a utilização das simulações interativas *PhET*, da Universidade do Colorado. Para demonstrar visualmente os conteúdos da termodinâmica para os alunos surdos do segundo ano do Ensino Médio. Ele utilizou a simulação 'Estados da Matéria' para ensinar as relações entre

calor e temperatura, e outras características como pressão, volume, etc., tal como mostra a Figura 26.

**Figura 26 – Registro de uma aula online via Google Meet que utilizou uma simulação do PHET-Colorado.**



Fonte: a pesquisa.

Segundo P, não adianta abordar teoricamente esses conceitos com alunos surdos, pois eles têm dificuldade para aprender conceitos abstratos, de tal modo que esses simuladores são muito úteis, mas, não possuem acessibilidade em Libras. Assim, para que os alunos utilizassem esses simuladores, o Professor P desenvolveu vídeos explicando, em Libras, como acessar e utilizar esses simuladores, que podem ser utilizados *online*, diretamente no *site* da instituição, sem a necessidade de nenhuma instalação, ou de baixar ou instalar algum programa, para ser utilizado *offline* com auxílio do *JAVA*. Para o Professor, esses simuladores foram a alternativa que ele encontrou por não ter tido um bom *feedback* dos alunos na execução de experimentos caseiros de baixo custo.

### 5.2.3 As redes sociais como canal de comunicação

No relato do Professor P, nota-se que ele procurou ajudar os alunos pelas redes sociais, como a página no *Facebook* da escola, disponibilizando informações em Libras, ensinando como acessar a plataforma do *Google Classroom*, orientando sobre a pandemia, compartilhando comunicados da escola, entre outros, como mostra a Figura 27.

Figura 27 – Professor P explicando o funcionamento do *Google Classroom* no Facebook da Escola



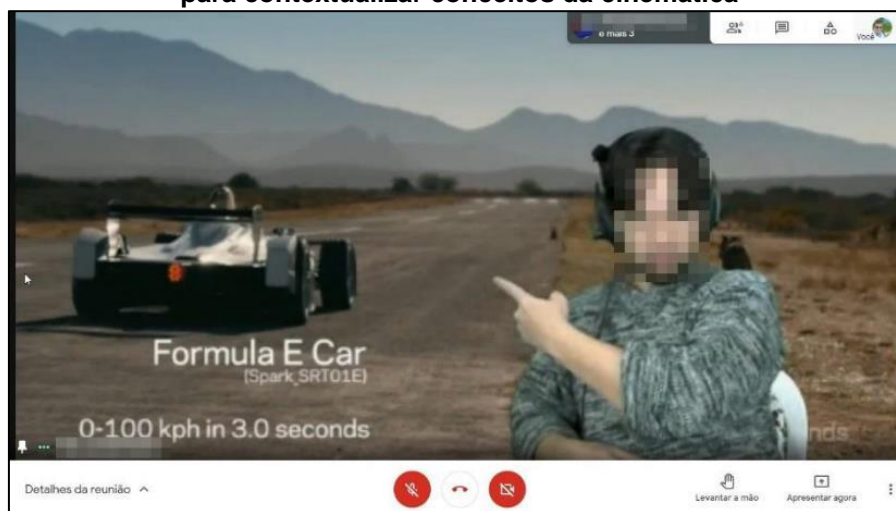
Fonte: Facebook (2020).

É importante observar que essa iniciativa é muito importante para os surdos, uma vez que informações acessíveis em Libras são escassas, e contar com mais esse canal de comunicação é oportuno e já se configura como uma tática adotada em muitos lugares. Na Itália, por exemplo, as redes sociais estão sendo usadas pelos membros da comunidade surda como espaço para promover a coesão social, para compartilhamento de informações sobre a emergência do coronavírus, para discutir a apropriação de várias escolhas linguísticas relacionadas ao léxico da Covid-19 e para discutir sobre os diversos serviços de interpretação (TOMASUOLO *et al.*, 2021).

#### 5.2.4 O uso de vídeos para ensinar conceitos de Física

Na sua fala e atuação, o Professor P sempre demonstra estar preocupado com um ensino de Física contextualizado e, dadas as características visuais dos alunos surdos, ele utiliza, como recurso pedagógico para ensinar seus conceitos, vídeos ilustrativos, como mostra a Figura 28.

**Figura 28 – Professor P apresentando um vídeo de uma disputa entre um carro de F1 e um guepardo para contextualizar conceitos da cinemática**



Fonte: a pesquisa.

Mesmo antes da pandemia, ele já utilizava esse recurso, porém, destaca-se a atitude adotada pelo Professor P, ao dizer que, se tem uma coisa positiva em todo esse processo de ensino remoto, é a possibilidade de se usar ainda mais esses recursos visuais, tais como animações e vídeos em suas aulas. Isso porque, antes da pandemia, era preciso ter a disponibilidade de um projetor (*Datashow*) na escola, algo que nem sempre era possível. A utilização de vídeos como recursos didáticos para ensinar conceitos de Física, bem como a realização de experimentos ou utilização de simuladores, ou *Softwares*, despontam como as principais metodologias encontradas na literatura sobre o ensino de Física para surdos (PICANÇO; ANDRADE NETO; GELLER, 2021a). E, nesse aspecto, verifica-se que o Professor P está alinhado com essa tendência de privilegiar métodos pedagógicos e materiais didáticos que dependem de apoio visual, a chamada Pedagogia Visual (CAMPELLO, 2008).

### 5.3 LIÇÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS PARA O ENSINO REMOTO DE ALUNOS SURDOS

Tendo como base as melhores práticas do Professor P e os apontamentos dos autores encontrados na pesquisa bibliográfica, identificou-se as seguintes lições sobre o ensino de surdos na pandemia:



- a) **Buscar um Design Universal para Aprendizagem (DUA)** – quando é garantida e facilitada a aprendizagem dos alunos surdos, todos se beneficiam, isso é consistente com o conceito de Design Universal para Aprendizagem (SEBASTIÁN-HEREDERO, 2020). Portanto, quando professores tornam os seus materiais didáticos e acadêmicos multimodais, eles funcionam com pessoas com diferentes condições físicas e formas de ler e se comunicar (SHEW, 2020);
- b) **Melhores práticas para apoiar alunos surdos durante a pandemia** – é preciso proporcionar uma experiência verdadeiramente acessível, que considere os desafios enfrentados por esses alunos, e que os mantenha conectados mutuamente, mesmo quando a aprendizagem é virtual (SUTTON, 2020); e
- c) **Recomendações para os pais de alunos surdos** – eles devem ser assertivos na obtenção dos serviços que os seus filhos requerem; precisam acompanhar ativamente a educação *online* dos seus filhos, verificando se os recursos oferecidos são acessíveis; oferecer oportunidades de socialização para as crianças surdas; procurar oportunidades de exposição (*online*) de crianças a adultos surdos (no caso de pais ouvintes); e garantir acesso à comunicação, independentemente de qualquer dispositivo ou recurso de TA (KRITZER; SMITH, 2020).

#### 5.4 O PROCESSO DE RETORNO AO ENSINO PRESENCIAL

No início de agosto de 2021, a SEDUC optou pelo retorno presencial das aulas (SEDUC, 2021), que, até então, estavam ocorrendo de forma remota na escola pesquisada. Esta tinha aulas síncronas via plataforma de videoconferência em uma semana e, na outra, a realização de atividades no AVA e, em alguns casos pontuais, para alunos sem acesso à *internet* e/ou com dificuldades no aprendizado, foi oferecido atendimento presencial a cada 15 dias. Acredita-se que essa medida considerou que a maioria dos professores já estava vacinada com pelo menos a primeira dose, e muitos com a segunda dose também. Além disso, o número de internações e de mortes pela Covid-19, naquele momento (agosto de

2021) mostrava considerável queda em relação a março de 2021 (RIO GRANDE DO SUL, 2022).

No entanto, o Professor P ressaltou que não foi estabelecido um processo de transição entre o ensino remoto e o presencial na escola pesquisada, algo que se poderia estipular como o ensino híbrido propriamente dito. Ou seja, foram simplesmente oferecidas duas opções para os alunos: (a) voltar presencialmente ou (b) realizar as atividades *online* utilizando o AVA do *Google Classroom*. Contudo, as aulas síncronas pela plataforma do *Google Meet* foram suspensas, o que, consoante o Professor P, forçou um retorno presencial dos alunos.

Ainda nesse contexto de pandemia, com um aparente arrefecimento nos indicadores, o estado registrava o avanço de uma variante do vírus, a delta (RIO GRANDE DO SUL, 2021), que preocupava a comunidade escolar. Deu-se seguimento ao acompanhamento das aulas presenciais *in loco* e se observou mudanças importantes na rotina escolar.

Para começar, os alunos podiam permanecer somente no primeiro andar do prédio da escola, não tendo mais acesso aos demais andares, onde estavam a biblioteca, o CTG e os laboratórios de Libras, Física e Química. Outra mudança foi na organização do espaço físico das salas de aula: antes da pandemia, cada professor permanecia em uma sala e os alunos se deslocavam; com o retorno às aulas, foi determinada uma sala para cada turma, e cada professor é que se deslocava. Ao final do turno, a equipe de limpeza higienizava a sala de aula para o próximo turno.

Na sala de aula, as janelas e portas permaneciam abertas e os ventiladores ficavam desligados, permanecendo somente a ventilação natural. De maneira geral, observou-se que elas eram relativamente pequenas, mas proporcionais ao número de alunos (em média de seis a 12), que ficavam em carteiras com um bom distanciamento entre si.

No primeiro dia acompanhando esse retorno presencial, acompanhou-se a reunião no pátio da escola com a equipe pedagógica, professores e alunos. Estavam presentes por volta de 30 pessoas e era visível a emoção de muitos alunos, que apresentavam estar muito felizes. Alguns choravam pela emoção por rever colegas, ressaltando a importância desse convívio para a saúde mental deles. Nesse dia, verificou-se o retorno de um número maior de alunos, todos devidamente protegidos com máscara.

Nessa reunião, foi apresentada a nova vice-diretora do colégio, uma professora surda, que contou aos alunos um pouco da história da fundação do colégio, já que muitos eram novos matriculados ou vieram transferidos de outra escola de surdos que fechou. Foram ressaltadas as regras do colégio, além dos protocolos para o controle da pandemia, como uso obrigatório de máscara, distanciamento físico e higiene das mãos. Durante essas apresentações, o Professor P traduziu para o português a explanação da vice-diretora.

Assim, a pesquisa que se desenvolvia de forma remota voltou a ser realizada no sistema presencial e, apesar dos problemas destacados nesta seção quanto às adversidades enfrentadas no ensino remoto e no retorno ao ensino presencial, pode-se abstrair algumas lições importantes dessa pandemia, principalmente no que tange em repensar o processo de ensino na sua totalidade.

Lutar por mais e melhor acesso à *internet*, melhorar o *design* de plataformas de videoconferência para atender a todos de forma equitativa e universal e buscar melhores condições de ensino para todos é extremamente importante e necessário, o que se espera que permaneça em pauta mesmo depois da pandemia. Como dito anteriormente, não se tem a pretensão de receitar ou prescrever nada, apenas se busca compreender e, talvez, propor soluções para questões que se impõem de forma tão urgente. Por esse motivo, construiu-se uma UEI, a qual é descrita na seção 6.

## **6 A IMPLEMENTAÇÃO DA UNIDADE DE ENSINO INCLUSIVA: APRESENTAÇÃO DOS REGISTROS, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS COLETADOS PRESENCIALMENTE**

Esta seção faz convergir o referencial teórico para o conteúdo específico desta investigação, o ensino do tópico Energia Mecânica, modulado na UEI. Apresenta-se os registros de todas as atividades desenvolvidas na sequência didática, destacando o arcabouço teórico da TMC (SOUZA, 2004), dos níveis de representação dos fenômenos físicos (GABEL, 1993) e dos preceitos da educação de surdos (CAMPELLO, 2008; QUADROS, 2009). Nos registros, expõe-se como ocorreu a efetiva implementação desta proposta de ensino e são salientadas as diferenças entre o que foi planejado (Apêndice B) e como foi executado, ressaltando o caráter dinâmico e flexível do plano de ação frente às necessidades pedagógicas dos participantes da pesquisa.

Para iniciar, destaca-se que foram originalmente planejadas sete aulas na UEI (Apêndice B), pensadas para ocorrerem de forma remota, porém, a sequência didática acabou sendo aplicada de forma totalmente presencial em virtude do processo de retomada das atividades presenciais na escola pesquisada, destacado na seção 5. Destarte, a UEI abrangeu 11 aulas, quatro a mais do que fora planejado. Além disso, durante as aulas de terça-feira, por uma conjunção de fatores, teve-se, fortuitamente, a disponibilidade de dois períodos de aula.

A opção em estender o número de aulas ocorreu devido aos seguintes achados iniciais da pesquisa: conhecimentos prévios dos alunos sobre o conceito de energia vinculados, exclusivamente, ao de energia elétrica; resistência em usar a língua portuguesa na forma escrita; entre outros. Isso culminou em uma adequação na abordagem original, proporcionando melhor recepção do conteúdo por parte dos alunos. A Figura 29 mostra a distribuição dessas 11 aulas e, resumidamente, os conceitos abordados em cada aula e as atividades desenvolvidas.

Figura 29 – Quadro sintético de aulas

Aula	Conceitos abordados	Atividades Executadas
Aula 1 – 1 tempo	Conhecimento prévio dos estudantes	Teste diagnóstico inicial – Parte 1
Aula 2 – 1 tempo	Conhecimento prévio dos estudantes	Teste diagnóstico inicial – Parte 2
Aula 3 – 2 tempos	Socialização das respostas registradas no Teste Inicial	Debate
Aula 4 – 1 tempo	Introdução conceitual à energia Cinética e Potencial gravitacional.	Aula expositiva dialogada
Aula 5 – 2 tempos	Processos de transformação de energia	Realização de experimentos físicos.
Aula 6 – 1 tempo	Sinais em Libras para energia Cinética e da energia Potencial gravitacional	A criação dos sinais para energia Cinética e energia Potencial gravitacional
Aula 7 – 2 tempos	Formalização matemática do conteúdo: equações da energia Cinética, Potencial Gravitacional e Potencial Elástica.	Aula expositiva dialogada
Aula 8 – 1 tempo	O princípio da conservação da Energia Mecânica	Aula expositiva dialogada
Aula 9 – 2 tempos	A transformação da energia em exemplos do cotidiano	Simulação energia na Pista de Skate
Aula 10 – 2 tempos	A transformação da energia em exemplos do cotidiano	Simulação energia na Cama Elástica.
Aula 11 – 2 tempos	Indícios de Aprendizagem	Teste diagnóstico final

Fonte: a pesquisa.

Nas próximas subseções, delinea-se os registros de cada aula, contendo os principais apontamentos que chamaram mais atenção. Nas seções 6.2, 6.3 e 6.4 estão expostas as respostas dos alunos aos testes diagnósticos inicial e final, enquanto as seções 6.5 e 6.6 apresentam a análise dessas respostas à luz da perspectiva da Pesquisa Social Interpretativa de Rosenthal (2018). As respostas são analisadas com base em alguns referenciais teóricos, para elucidar questões emergentes dos registros. Por fim, apresenta-se indícios de aprendizagem dos principais conceitos abordados ao longo da implementação da UEI pelos participantes desta pesquisa.

## 6.1 REGISTRO DAS AULAS

Nesta subseção, resume-se cada uma das 11 aulas ministradas durante o período de agosto a outubro de 2021. Todas foram realizadas com uma turma do 1º ano do ensino médio da escola pesquisada.

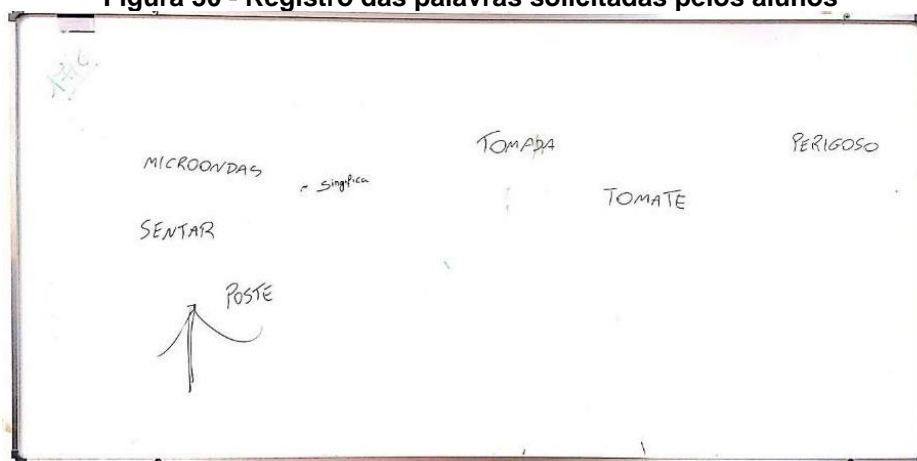
### 6.1.1 Aula 01 – Avaliação diagnóstica parte 1 (terça-feira, 17/08/21)

Objetivo principal: sondar o conhecimento prévio dos alunos.

A aula iniciou às 10h45min e se optou dividir em duas partes a avaliação diagnóstica, de tal forma que se aplicou, nessa aula, a primeira parte do questionário diagnóstico (Apêndice C).

Primeiramente, o Professor P fez a tradução das questões escritas para Libras, explicando que os alunos poderiam utilizar diferentes formas de resposta escrita, escrevendo em língua portuguesa, desenhando, utilizando símbolos, equações, gráficos ou esquemas. No entanto, os alunos ficaram com receio de responder o questionário, pois disseram que não queriam dar respostas erradas e queriam saber se valia nota. Porém, foi esclarecido que não haveria problema se a resposta estivesse ‘errada’, uma vez que se buscava a opinião deles a respeito do assunto, ou seja, tencionava-se mapear o conhecimento prévio deles (MOREIRA, 2011), mesmo que baseado em senso comum. Após os esclarecimentos, os alunos começaram a responder.

Cinco alunos estavam presentes nessa aula, as alunas A01 e A04 e os Alunos A02, A03 e A05, e o Professor P informou que o aluno A02 tem um plano individual de estudo. Ele foi o primeiro a entregar o questionário e utilizou desenhos para responder às questões. Outra situação que chamou a atenção foi a resistência dos alunos surdos em utilizar a língua portuguesa na forma escrita, algo perfeitamente compreensível, tendo em vista o caráter de segunda língua (L2) (QUADROS, 2006). Por vezes, eles solicitaram ao professor como se escreve uma determinada palavra em português, e ele recorreu, primeiramente, à datilografia e depois ao quadro para escrever as palavras desejadas, conforme mostra a Figura 30.

**Figura 30 - Registro das palavras solicitadas pelos alunos**

Fonte: a pesquisa.

Em um dado momento, a aluna A01 perguntou para o Professor P como se escreve a palavra TOMADA, ele fez a datilologia da palavra e, ao ver isso, o aluno A03 questionou: TOMATE? E então o Professor P escreveu as duas palavras no quadro e disse que elas diferiam e fez o sinal delas. De fato, essa observação corrobora os achados de Alsadoon e Turkestani (2020), que verificaram que alunos surdos tendem a ficar desconfortáveis com o uso da língua escrita dos ouvintes, nos *chats* de aplicativos de videoconferência, semelhante ao caso desta pesquisa, só que na forma escrita em papel. Souza (2009) ressaltou que a forma escrita da língua portuguesa é algo alheio ao aluno surdo, considerado por muitos deles como uma língua estrangeira.

### 6.1.2 Aula 02 – Avaliação diagnóstica parte 2 (segunda-feira, 23/08/21)

Objetivo principal: sondar o conhecimento prévio dos alunos.

A aula iniciou às 8 horas e estavam presentes apenas três alunos, as alunas A01 e A04 e o aluno A05, o aluno A03 faltou, e o aluno A02 chegou atrasado às 8h45min e não participou da aula. Neste dia, também teve greve em uma das companhias de ônibus de POA, sendo um problema a ser considerado no tocante a falta e atrasos dos alunos. Os demais alunos responderam a segunda parte do questionário diagnóstico.

Novamente, constatou-se a dificuldade dos alunos em utilizar a língua portuguesa escrita, algo que deve ser considerado nas próximas aulas, ao passo que talvez fosse melhor rever a questão do uso de questionários impressos e adotar somente o registro em

vídeo. Não foi possível evitar que os alunos conversassem entre si, uma vez que eles se comunicavam para tirar dúvidas da escrita de palavras e usavam o celular para verificação ortográfica, utilizando o editor de texto no aplicativo de mensagem *WhatsApp* para escrever a palavra o mais corretamente possível.

Em um dado momento, o Professor P chamou a atenção deles por estarem utilizando o *WhatsApp*, mas logo em seguida pediu desculpas por verificar que eles não estavam em conversas paralelas ou trocando informações, somente tirando dúvidas de escrita. No entanto, o Professor solicitou que eles analisassem o questionário e respondessem sem se preocuparem com certo ou errado e esclareceu que explicaria o conteúdo na próxima aula. A Figura 31 mostra um registro dos alunos A01, A04 e A05 respondendo a segunda parte do teste diagnóstico, no qual se nota que cada um deles permanece com o celular sobre a mesa, demonstrando que esse aparelho é importante para a comunicação.

**Figura 31 - Alunos A01, A04 e A05 respondendo à segunda parte do teste diagnóstico**



Fonte: a pesquisa.

Enquanto os alunos respondiam o questionário, eu, enquanto pesquisador<sup>52</sup>, e o Professor P conversamos a respeito da atividade anterior, na qual constatei que eles responderam basicamente que só consideravam a energia elétrica e questionei-o se ele sabia porque isso havia acontecido, ao que ele respondeu com outra pergunta: “*qual energia é a mais visível?*” (no nosso cotidiano). Respondi que é de fato a energia elétrica.

<sup>52</sup> Considerando o caráter de pesquisa-ação, que foi adotado nesta investigação, bem como as observações diretas e participantes, nos registros de algumas atividades, optei por utilizar o discurso em primeira pessoa, na intenção de mostrar ao leitor a forma dinâmica como tudo ocorreu.



Ele esclareceu que até o sinal de energia em Libras é ligado ao contexto da energia elétrica, e que estão surgindo, nos últimos anos, novos sinais para outros tipos de energia, como a energia dos alimentos (energia potencial química), mas que isso ainda é muito recente, e que, de maneira geral, os surdos utilizam o sinal de energia elétrica para todas as outras formas de energia, recorrendo a classificadores, de acordo com determinados contextos. Outro exemplo é o de energia potencial gravitacional: o sinal de gravidade foi criado recentemente pelos alunos e os surdos utilizam o sinal de “PESADO” para se referirem à ação gravitacional. O Professor P indicou um vídeo no *YouTube* que apresenta um glossário referente a energia e fontes de energia em Libras, algo que precisa ser observado<sup>53</sup>.

### **6.1.3 Aula 03 – Debate e socialização das respostas do questionário diagnóstico (terça-feira, 24/08/21)**

*Objetivo principal:* Socializar as respostas individuais e debater, em grupo alguns, conceitos de forma introdutória, esclarecendo diversas questões teóricas abordadas implicitamente no teste diagnóstico.

A aula iniciou às 11 horas com a presença de três alunos: alunos A03 e A05 e a aluna A04. Ela teve dois tempos e durou uma hora e quatro minutos, foi uma aula muito interessante. Para começar, iniciou-se o debate das ideias dos alunos e eles explicaram as suas respostas no questionário diagnóstico, conforme mostra a Figura 32<sup>54</sup>.

---

<sup>53</sup> Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=wDn93qiGdkw>. Acesso em: 24 ago. 2021.

<sup>54</sup> Em todas as explicações, o Professor P fez a "Voz" dos alunos, interpretando de Libras para a língua portuguesa, Assim, as ideias expressas aqui são uma interpretação das ideias dos alunos e estão sujeitas à adequação do tradutor/intérprete.

**Figura 32 - Alunos A03, A04 e A05 explicando as respostas do teste diagnóstico**



Fonte: a pesquisa.

Chamou a atenção a ideia que eles expressaram de considerar como energia somente a energia elétrica. Por vezes, quando se perguntava se em uma determinada situação cotidiana existia alguma forma energia, eles diziam que não tinha, pois reconheciam somente a energia elétrica, conforme indica a Figura 33.

**Figura 33 - Aluno A05 respondendo que não tem energia ao chutar uma bola**



Fonte: a pesquisa.

Um bom exemplo dessa situação, ocorreu quando foi mostrada a imagem de uma lâmpada acesa e uma vela. Na primeira situação eles disseram haver energia, e a aluna A04 disse que esta energia vinha dos fios elétricos ligados à lâmpada (imaginando, porque não foi mostrado na imagem). Mas, todos disseram que na vela não tinha energia. Questionei: “*qual a função da lâmpada e da vela? Não é a mesma? Dar luz, ou seja, iluminar?*”. Fiz, então, um sinal em Libras, indicando ser preciso “abrir a mente”, pois a

energia elétrica não é a única forma de energia. Todos ficaram admirados, pois, até aquele momento, não reconheciam outras formas de energia.

Esclareci que, para realizar qualquer atividade, é preciso energia, por isso, não existe somente a energia elétrica e reforcei que o termo energia é muito amplo e difícil de definir (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016), que nem Isaac Newton conhecia esse conceito (HEWITT, 2015). Para tanto, foi adotada a seguinte definição para a energia mecânica: “*energia é a propriedade de um sistema que o capacita a realizar trabalho*” (HEWITT, 2015, p. 126). Utilizou-se o exemplo do aluno A03, que relatou que já tinha visto o parque de energia eólica ao ir para praia. A Figura 34 mostra o aluno A03 (primeiro da esquerda) representando, com o dedo indicador, o movimento da hélice de uma turbina do parque visitado por ele.

**Figura 34 - Aluno A03 fala sobre a energia no Parque eólico**



Fonte: a pesquisa.

Explica-se, para os alunos, a energia cinética, que é aquela associada ao movimento dos corpos, e que a energia elétrica, nesses parques eólicos, vem da transformação da energia cinética, ou seja, a movimentação das hélices é aproveitada para ‘produzir’ energia. No entanto, optou-se por não explicar profundamente esse processo de transformação, como a ação do dínamo na turbina, por exemplo, pois envolve conhecimentos de eletromagnetismo, que só serão abordados no 3º ano do ensino médio. Contudo, o exemplo foi válido, uma vez que possibilitou a identificação de outra forma de energia além da elétrica, partindo de um exemplo do cotidiano de um dos alunos.

Foi uma aula muito produtiva, e todos ficaram interessados em saber qual era a energia em cada exemplo que estava no questionário diagnóstico. O interesse foi tanto que o Professor P precisou pegar um experimento que ele utiliza no 3° ano do ensino médio para demonstrar a transformação da energia solar em cinética, mostrado na Figura 35.

**Figura 35 - Demonstração da transformação da energia solar em cinética**



Fonte: a pesquisa.

Foi esclarecido que em cada ano do Ensino Médio estuda-se mais profundamente algumas formas de energia: no segundo ano, eles estudariam a energia térmica, ou seja, o calor; e, no terceiro ano, a elétrica, porém, para iniciar, era preciso estudar duas energias importantes: a cinética e a potencial. Nessa aula, devido ao tempo, discutiu-se somente sobre a energia cinética e, como tarefa, o Professor P pediu que os alunos pensassem na criação de um sinal para ela.

Ao final, perguntou-se o que eles acharam da aula, e eles disseram que gostaram muito. A aluna A04 afirmou que *“aprendeu muitas coisas”*. A satisfação com essa aula deixou todos felizes, de forma que foram planejadas algumas alterações na UEI, de modo a adequá-la com outros exemplos de transformação de energia, ainda que em nível introdutório, tencionando estimular o interesse dos alunos.

#### **6.1.4 Aula 04 – A equação da energia cinética e introdução à energia potencial gravitacional (segunda-feira, 30/08/21)**

Objetivo principal: Fazer uma introdução formal da Energia cinética, ressaltando o formalismo matemático que descreve essa forma de energia.

A aula, que estava prevista para às 8 horas, começou 8h10min, devido a um problema técnico, pois não se teve acesso ao *Datashow*. No entanto, fez-se a recapitulação de alguns pontos da aula passada e anotações no quadro, para, então, perguntar aos alunos que haviam faltado na aula anterior o que é energia.

Estavam presentes seis alunos: A01, A02, A03, A04 e A05 e mais uma aluna nova: A06. A Figura 36 mostra o registro desta aula, onde é possível observar a esquerda um quadro branco com os desenhos usados para explicar a energia cinética e a energia potencial e à direita os seis alunos participantes da pesquisa.

**Figura 36 - Registro da aula sem recursos digitais**



Fonte: a pesquisa.

Os alunos A01, A02 e A06 foram questionados sobre o que é energia e, mais uma vez, constatou-se que eles consideram apenas a energia elétrica, com exceção da aluna A01, que exemplificou com a energia no corpo humano, sem saber esclarecer qual é essa energia. Destacou-se, então, os principais pontos da aula passada para os alunos que haviam faltado, ressaltando-se que não existe somente a energia elétrica, mas muitas outras formas de energia, e se apresentou a energia cinética e como a calculamos.

Para contextualizar, utilizou-se o exemplo da torre eólica, abordado pelo aluno A03, com um desenho no quadro e se questionou do que dependia essa torre para funcionar. A aluna A06 respondeu: “*de vento*”, ou seja, as hélices se moviam com o vento. Foi explicado que essa torre é um exemplo de energia cinética, que se transforma em energia elétrica, e que depende fundamentalmente da velocidade, neste caso, velocidade de rotação.

Outro exemplo utilizado foi o de automóveis, versando-se sobre a importância de respeitar as leis de trânsito, expondo a equação da energia cinética, dada pelo produto da metade da massa com o quadrado da velocidade, o que significa que quanto maior a velocidade, mais energia cinética o objeto tem. Isso justifica o motivo de se respeitar os limites de velocidade nas vias públicas, por isso se falou em acidentes, e o aluno A03 ressaltou ter visto um acidente fazia pouco tempo.

Questionou-se, com base na equação da energia cinética, considerando um ônibus, um carro e uma moto, todos com velocidades iguais, qual deles teria mais energia cinética, e os alunos disseram que o ônibus, pois ele é maior. Aparentemente, eles entenderam que a energia cinética também está relacionada à massa, um ponto positivo.

É interessante observar que os alunos eram muito participativos, e, em geral, demonstravam muito interesse. A aluna A04 perguntou o motivo de “*ir embora a luz*” quando chove, já que tem mais vento e deveria ter maior produção de energia elétrica (demonstrando que ela está considerando a energia eólica). A resposta foi de que pode acontecer uma interrupção no abastecimento de energia elétrica, em virtude da queda de uma árvore na rede elétrica, por exemplo.

A aluna A01 indagou se a Terra tinha energia cinética, a resposta foi que sim, ela tem, pois está se movendo em torno do Sol, e se representou o movimento da terra orbitando o Sol com os pincéis nas mãos. O aluno A03 quis saber qual era o tamanho de uma torre eólica e para que servia a porta nela. Esclareci que nunca havia visto uma torre eólica de perto, porém, assistindo ao jornal, vi o transporte de uma pá da hélice de uma Torre, e que essa operação era complexa, já que a peça era enorme e precisava ser levada por estradas. Quanto à porta, disse que, provavelmente, era para dar acesso à turbina (dínamo).

As perguntas podem parecer ingênuas e até tangentes ao conteúdo, mas demonstraram um ponto importante e uma inquietação: a falta de acesso a informações em Libras, ou seja, a falta de exposição incidental, seja em um jornal, desenho, filme ou série pode limitar o desenvolvimento desses alunos. Destarte, esse tema de energia é oportuno, lembrando que até a aula anterior os alunos não consideravam energia além da elétrica. Foi esclarecido que a energia não pode ser criada ou destruída, ou seja, ela já existe, mas pode ser transformada em uma forma ou outra. Logo, a energia elétrica (conhecida no

cotidiano tecnológico) não é mágica, ela vem de alguma outra forma de energia (potencial gravitacional e/ou cinética, potencial química, solar, etc.).

Os alunos tiveram um tempo para anotarem as informações do quadro e, depois, iniciou-se a apresentação sobre a energia potencial gravitacional, com um exemplo de um acidente doméstico, em que uma pessoa cai de uma escada. A pergunta foi: o que é mais perigoso, cair do primeiro degrau (mais baixo) ou do último degrau (mais alto) de uma escada? E foi feito um desenho no quadro.

Todos responderam de forma intuitiva, e com base no senso comum, de que era mais perigoso cair do último degrau. Porém, questionou-se o porquê e o aluno A03 respondeu que era por causa da altura que a pessoa se machucaria mais. Assim, ressaltou-se uma nova forma de energia: a potencial gravitacional, e destaca-se que ela está relacionada à posição de um objeto em relação à Terra, que pode 'armazenar' energia em determinadas situações. Como o tempo de aula acabou, as explicações ficaram para a próxima aula.

#### **6.1.5 Aula 05 – Processos de transformação de energia: Realização de experimentos físicos (terça-feira, 31/08/21)**

Objetivo principal: apresentar processos de transformação de energia por meio da realização de experimentos de baixo custo.

Às 10h45min iniciou a aula, com cinco alunos: as alunas A01 e A06 e os alunos A02, A03 e A05. Ela teve, igualmente, dois tempos disponíveis, permanecendo das 10:45 às 12:25. Iniciou-se lembrando os conceitos de energia cinética, e os alunos foram questionados a respeito da criação do sinal para essa energia.

Esse ponto por si só chamava muito a atenção. O Professor P esclareceu-me que a criação de um sinal é algo bem complexo: é preciso observar que existem tendências diferentes entre essa geração e as anteriores, no que tange à adoção de letras em datilografia no sinal, e exemplificou com o sinal para GRAVIDADE (atração gravitacional) que os alunos criaram no início do ano, sendo esse sinal a letra "g" caindo na mão secundária. Contudo, a geração mais antiga não aprova o uso de letras na construção de sinais (empréstimo linguístico). Esse exemplo é bem pertinente, uma vez que demonstra a

complexidade da criação de sinais. Até essa aula, usava-se a datilologia para diferentes energias: cinética, potencial gravitacional, potencial elástica e energia mecânica.

Ao final do processo, quando os alunos estavam mais familiarizados com os conceitos dessas energias, esperava-se que fossem criados sinais, ou que se trabalhasse somente com classificadores e datilologia, a critério da turma. Iniciou-se com o primeiro experimento: a queda de bolinhas de massa de modelar. Todos fizeram a higienização das mãos com álcool em gel, e cada um recebeu dois pedaços de massa de modelar.

Optou-se por um momento descontraído, por isso cada aluno escolheu a cor que queria. Com auxílio de uma balança, cada aluno pesou as massinhas e fez uma bola. O intuito era verificar a deformação das massas ao cair de alturas diferentes, mas, os resultados não foram satisfatórios, uma vez que não foi possível observar grandes deformações nelas, a Figura 37 apresenta como ocorreu a execução do experimento.

**Figura 37 - Aluna A01 realizando o experimento da queda da bola de massa de modelar**



Fonte: a pesquisa.

O Professor P propôs fazer a experiência de outra maneira, deixando as bolas de massinha cair de andares mais altos do prédio da escola, mas, devido à gestão do tempo, isso foi deixado para outro momento. No entanto, as falhas não foram de todo ruins, pois foram possíveis observações importantes, como conceitos básicos de gravidade, resistência do ar, entre outros.

A primeira observação dizia respeito ao próprio experimento, quando questionados sobre o que fez a bola cair, os alunos responderam: “*porque você soltou*”. O aluno A03 disse ter sido o peso. Em nenhum momento falaram em gravidade, algo que o Professor P



já havia evidenciado em uma entrevista, uma vez que não estavam habituados a esse conceito científico, apesar de, talvez, ser um dos mais conhecidos, estando presente em filmes, séries, desenhos animados, contudo, não estão acessíveis em Libras.

Foi explicado, para formalizar o conceito de energia potencial gravitacional, que a Terra produz ao seu redor um campo gravitacional, e que tudo que tem massa é atraído para “baixo” (centro da terra). A aluna A06 perguntou se o vento era o que movia uma bola de futebol quando ela era chutada. Essa indagação retrata algo corriqueiro no senso comum, sendo muito similar aos primeiros modelos da Física da Idade Média, os quais eram baseados nas ideias de Platão com a sua ideia de Antiperístasis (OPSOMER *et al.*, 1999), e remete, similarmente às ideias da Teoria do Ímpeto de Buridan, inspiradas na Física de Aristóteles (BERTOLDO, 2020).

Foi esclarecido aos alunos que, muito pelo contrário, o vento pode atrapalhar o movimento da bola (devido à resistência do ar). Eu peguei duas folhas de papel A4, soltei da mesma altura e disse que não era possível dizer em que lugar do chão elas cairiam, pois o ar dentro da sala iria interferir na sua trajetória. Repeti o experimento, porém, amassando uma das folhas, e questionei: “*Vai ter diferença agora se eu repetir a experiência? Alguma delas irá chegar ao chão primeiro?*”. Todos disseram que a bolinha que amassei iria chegar primeiro – que foi o que ocorreu de fato.

Quando se indagou o porquê, o aluno A03 referiu que a bola que amassei era mais “*pesada*”. Algo que é semelhante às descobertas de Piaget e Inhelder sobre concepções infantis relacionadas ao desenvolvimento da quantificação de três qualidades, que a matéria tem: a substancialidade, o peso e a volumosidade (PIAGET; INHELDER, 1971 *apud* MORTIMER, 2000). Foi esclarecido que não, a bolinha de papel não era mais ‘pesada’ que a outra folha, elas tinham a mesma massa, só a forma diferia, e que se fosse possível fazer essa experiência na Lua, onde a atmosfera é rarefeita, elas cairiam juntas. Em virtude dessa curiosidade salutar é que este fenômeno foi delineado e explicado.

Passou-se para a explicação da energia potencial, indicando que ela está associada ao armazenamento de energia devido à posição de um objeto, seja quando um objeto muda a sua altura no campo gravitacional (energia potencial gravitacional), seja quando se estica um elástico, uma mola ou um arco (energia potencial elástica). Assim, sugeriu-se estabelecer uma diferença entre a energia cinética e as energias do tipo

potencial: essa está associada ao movimento dos corpos, isto é, a sua velocidade; e esta está relacionada à posição desse corpo em um dado sistema.

Retomou-se o conceito de trabalho de uma força e seu cálculo, focando na transformação da energia potencial gravitacional em energia cinética. Fez-se o experimento do “carrinho divertido da Física” e, antes de iniciar a experiência, pediu-se que os alunos baixassem o aplicativo de análise de vídeo, por meio de um *link* enviado no grupo de *WhatsApp* da turma. Para tanto, foi oferecida *Internet* aos alunos que não tinham. Dos cinco alunos presentes, somente um não conseguiu instalar o aplicativo, por falta de espaço na memória do seu celular. Todos ficaram animados com a experiência, que consiste em um carrinho sendo puxado por um peso, tal como mostra a Figura 38.

**Figura 38 - Montagem da atividade experimental “Carrinho divertido da Física”**



Fonte: a pesquisa.

Explicou-se como funcionava o experimento e se questionou se alguém sabia o que era objeto no topo da madeira (a roldana), todos responderam que não, e se perguntou se eles já tinham visto algo parecido, na academia, por exemplo. A aluna A06 disse que sim, já tinha visto na academia. Foi explicado que a roldana tem a função de mudar a direção e o sentido da aplicação de forças por meio de cordas, mostrando o que acontece com o contrapeso (a caixa de massa de modelar) quando puxa o carrinho para frente. Foi, então, registrado o seguinte diálogo:

*Pesquisador: O que aconteceu?*

*Alunos: A massa subiu.*

*Pesquisador: Ok é isso. E se eu soltar a corda desse lado, o que acontece?*

*Alunos: O carro será puxado pelo peso.*

*Pesquisador: Certo.*

Eu soltei a corda e eles viram o carro se mover rapidamente e gravaram tudo com o celular, conforme mostra a Figura 39.

**Figura 39 - Registro da atividade experimental “Carrinho divertido da Física”**



Fonte: a pesquisa.

Expliquei que isso era um exemplo de transformação da energia potencial gravitacional em energia cinética, que transforma e transfere a energia de um objeto para outro. Indaguei quem gostaria de executar o experimento, o aluno A02 se prontificou. Instruí-o a puxar o carrinho bem devagar e depois liberar a corda, e ele assim o fez.

Perguntei-lhe, o que ele “sentiu” à medida que puxava a corda, e ele disse que: *“ficava mais pesado na medida que ia puxando”*. Disse ser uma boa observação e verifiquei se mais alguém queria manipular o experimento. O aluno A03 disse que gostaria de fazer, mas, ao tentar ele não teve a mesma impressão do aluno A02, pelo contrário, disse que: *“não mudou nada”*.

É interessante observar que, para sinalizar, o aluno A03 preferiu não soltar a corda e a prendeu com os pés, mostrando engenhosidade. A aluna A06 disse que não acreditava no aluno A03 e pediu para fazer o experimento, depois de fazê-lo, disse: *“claro que mudou, fica mais duro”* (inclusive a aluna oralizou a sua resposta). Expliquei que, conforme o carrinho avançava ao ser puxado, existia algo diferente, mas não é o peso, este não muda, mas a energia necessária para puxar todo o conjunto. Isso significa que o trabalho de quem puxa aumenta na medida que o contrapeso sobe.

Ilustrei mostrando a velocidade do carrinho ao ser solto de diferentes posições, de 110, 80, 60, 40, 20 e 0 cm com relação à fita métrica fixada na mesa. E então perguntei: “*Teve alguma diferença?*”. Os alunos responderam que sim, que o carrinho se moveu mais rápido ou menos rápido em cada posição. E assim ficou esclarecido que não é o peso que muda, mas a energia.

Também foi apresentada outra forma de energia potencial nessa aula, a energia potencial elástica, utilizando-se dois elásticos, devidamente higienizados com álcool 70%. Apresentou-se a imagem de um menino segurando um arco e uma flecha, e o seguinte diálogo foi registrado:

*Pesquisador: Enquanto ele segura a flecha tem energia cinética?*

*Alunos: Não.*

*Pesquisador: Ok, está certo, a flecha está parada, então não tem energia cinética. Mas tem outra energia, que é armazenada no arco, a potencial elástica. O que acontece se ele soltar a corda do arco?*

A aluna A06 sinalizou que a flecha iria para frente reproduzindo com as mãos o movimento que ela imaginou que seria traçado e oralizou, com a onomatopeia “*tchum*” (o Professor P até brincou, sobre como se descreve a espontaneidade da aluna ao explicar o movimento). A partir dessa situação, tem-se o seguinte diálogo:

*Pesquisador: Muito bem, é isso mesmo. Ela vai se mover, e então, agora ela tem energia cinética?*

*Alunos: Sim.*

*Pesquisador: Muito bem, é isso mesmo. Mas a energia cinética surgiu assim, do nada? Não né?*

Explicou-se que a energia cinética da flecha veio da transformação da energia potencial elástica do arco, então, ao esticar a corda, pode-se armazenar e transferir essa energia para a flecha. Para demonstrar de forma concreta a ação da força elástica, deu-se dois elásticos para as alunas A01 e A06, conforme mostra a Figura 40.

**Figura 40 - Registro da atividade experimental com elásticos**



Fonte: a pesquisa.

E este diálogo foi registrado:

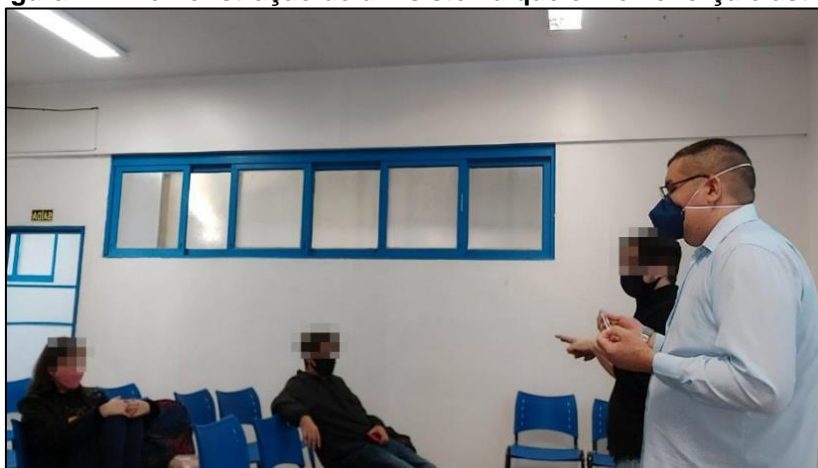
*Pesquisador: Se você esticar o elástico, o que acontece?*

*Aluna A06: Ah, vai machucar.*

*Pesquisador: Calma, não é para esticar e soltar, é só para esticar devagar e com cuidado.*

E elas assim fizeram. Questionei-lhes o que havia acontecido enquanto elas esticavam os elásticos, e a aluna A06 disse ter ficado “*mais duro*”, a aluna A01 concordou.

**Figura 41 - Demonstração de um sistema que envolve força elástica**



Fonte: a pesquisa.

Informou-se que, ao sair da posição de equilíbrio (relaxado), em outras palavras, ao ser esticado, ele se opõe e puxa no sentido oposto ao sentido em que está sendo

puxado. Eu peguei um elástico, coloquei na horizontal na frente deles, puxei e soltei rapidamente, conforme mostra a Figura 41, e mostrei que ele se moveu no sentido oposto ao que foi puxado. A aluna A06 perguntou se eu não havia machucado a mão ao fazer isso. Disse que não muito, e todos riram.

Demonstrei como fazia, no meu tempo de escola, um estilingue de papel, aproveitando para exemplificar a transformação da energia potencial elástica em cinética. O aluno A02 disse que já tinha visto um estilingue de madeira, e o Professor P informou saber de uma forma diferente de se fazer um estilingue usando elástico de dinheiro. Foi esclarecido que a energia não é criada do nada, um carro adquire energia cinética, mas ela vem da energia potencial química do combustível. É importante salientar que todas essas atividades foram realizadas de forma introdutória, sem focar no formalismo matemático.

#### **6.1.6 Aula 06 – A criação dos sinais da energia Cinética e da energia Potencial gravitacional (segunda-feira, 13/07/21)**

Objetivo principal: Valorizar a língua e a cultura do aluno surdo, acompanhando o processo de criação de sinais para representar as energias cinética e potencial gravitacional.

Inicia-se a aula lembrando a respeito da energia cinética, com quatro alunos presentes: as alunas A01 e A06, e os alunos A03 e A05. Indaguei qual era a principal característica da energia cinética, eles ficaram em dúvida. Questionei-lhes qual era o principal “poder” do super-herói *Flash* e mostrei-lhes o *Slide* indicado na Figura 42, ao que o aluno A03 respondeu: “*velocidade, ele é veloz*”. Explanei que esta é a principal característica da energia cinética: estar associada à velocidade de um objeto, e chamei a atenção de que eles não poderiam mais esquecer.

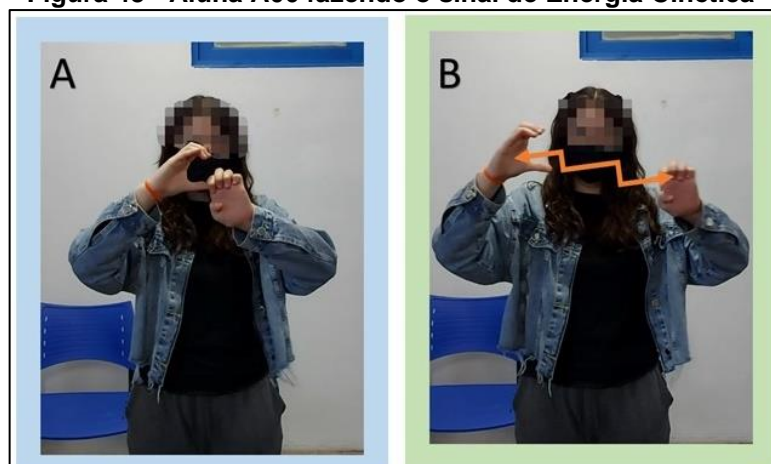
**Figura 42 - Registro do slide contendo a imagem do super-herói Flash**



Fonte: a pesquisa.

Interroguei se eles já tinham estabelecido qual seria o sinal para essa energia e resaltei que era muito trabalhoso para o Professor P fazer a datilologia desse conceito o tempo todo, sendo interessante que eles fizessem esse sinal. Eles combinaram entre si e concordaram que o sinal teria o mesmo movimento do sinal de energia já utilizado em Libras (sendo comumente associado à energia elétrica), porém, com uma configuração de mão diferente, a mão dominante fica na configuração da letra “E” e a secundária na configuração da letra “C”, move-se em um movimento de ziguezague na horizontal, afastando-se uma da outra, conforme mostra a Figura 43.

**Figura 43 - Aluna A06 fazendo o sinal de Energia Cinética**



Fonte: a pesquisa.

Feito esse sinal, aborda-se o conceito de energia potencial, indicando que ela está associada à capacidade de armazenamento de energia por um objeto devido à sua posição relativa. E pôs-se ao corrente sobre a energia potencial gravitacional. Peguei uma bola de borracha, coloquei no chão e inquiri:

*Pesquisador: Onde está essa bola?*

*Alunos: No chão.*

*Pesquisador: Ok. E ela está parada ou em movimento?*

*Alunos: Está parada.*

*Pesquisador: Tem energia cinética?*

*Alunos: Não.*

*Pesquisador: Por quê?*

*Alunos: Porque não tem velocidade.*

*Pesquisador: Muito bem, estou orgulhoso de vocês. Agora vou pegar essa bola do chão e deixar ela bem acima da minha cabeça. E agora, tem energia?*

*Aluna A06 (oralizando): Sim, se você soltar ela cai.*

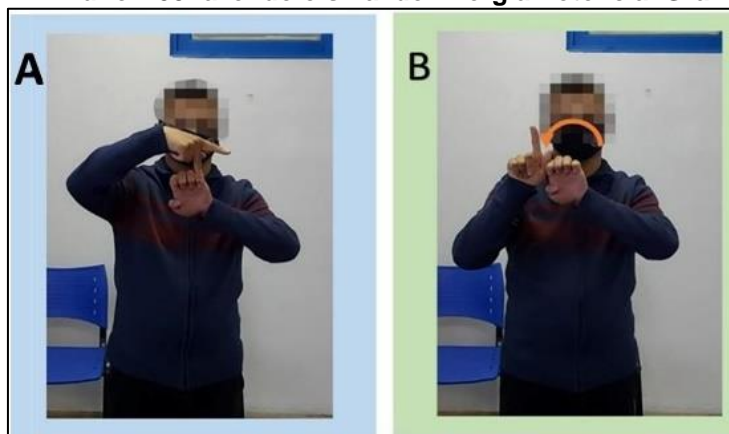
*Pesquisador: Certo, mas não soltei ainda, ela está parada, tem energia cinética?*

*Alunos: Não, não tem.*

*Pesquisador: Certo não tem energia cinética, mas tem outra energia, a potencial gravitacional.*

Explicou-se que, ao elevar a bolinha a partir do chão, ela passa a armazenar essa energia, e, ao soltar, ela transforma essa energia potencial gravitacional em cinética. Todos fizeram cara de surpresa e então foi questionado se eles, similarmente, gostariam de criar um sinal para essa energia, ao que prontamente se reuniram e fizeram um sinal icônico e diferente do anterior. Dessa vez eles optaram por realizar uma configuração de mão bem diferente, com a mão secundária em configuração da letra “E” e a dominante posicionada na extremidade da mão secundária na configuração da letra P, nessa posição se executa um arco sobre a mão secundária, finalizado na letra G, como exposto na Figura 44.

**Figura 44 - Aluno A05 fazendo o sinal de Energia Potencial Gravitacional**



Fonte: a pesquisa.



Eu e o Professor P ficamos muito felizes quando os alunos fizeram esse sinal, foi tão espontânea a reação que a comemoração foi espontânea. O Professor perguntou: “Será esse o *sinal mesmo?*”, e acrescentou que isso era, obviamente, um empréstimo linguístico do português (usar as iniciais das letras, E, P e G), uma discussão com a geração de surdos mais antiga, e citou uma professora surda do colégio e os professores mais novos como exemplos. A aluna A06 disse: “*ah, mas é mais fácil de lembrar*” (sinalizando e oralizando).

Ressaltou-se que, em nenhum momento, houve interferência na criação desses sinais, eles partiram espontaneamente dos alunos. Vale lembrar, igualmente, que, até esse momento, não se tinha apresentado a nomenclatura usada na linguagem científica da Física que adota a letra “E” com as letras “P” e “G” no subscrito do índice, indicando que o sinal emergiu naturalmente. Além disso, a configuração desse sinal é interessante, pois remete à ideia de campo gravitacional.

Pedi que os alunos A05 e A06, que eram os mais engajados no processo de criação desses sinais, executassem os mesmos para que fizéssemos o registro em vídeo. Depois desse momento, perguntei o que aconteceria com a bola de borracha quando tocasse no chão. O aluno A03 sugeriu que ela voltaria, e ocorreu este diálogo:

*Pesquisador: Por que a bola volta?*

*Aluno A03: Pressão.*

*Pesquisador: Mas o que é pressão?*

O aluno A03 não soube explicar e o Professor P disse que eles não conheciam esse conceito ainda, que eles devem aprendê-lo no final do ano, em hidrodinâmica.

*Pesquisador: Ok, pega o teu dedo indicador com a tua outra mão beliscando em um movimento de pinça assim (e fiz o movimento) Isso é pressão para a Física, fazer força sobre uma área, e sim, a bolinha exerce uma força sobre o chão, mas não é só isso que a faz voltar.*

*Pesquisador: Lembra da bolinha de massa de modelar da aula passada?*

*Aluna A01: Sim, mas aquela bolinha era diferente.*

*Pesquisador: Sim. Isso mesmo.*

Nessa situação, expôs-se uma nova forma de energia, mas, como o tempo de aula acabou, o Professor avisou que eles a aprenderiam na próxima aula. Antes disso, exibiu-se dois vídeos curtos, que mostravam, em câmera lenta, o que acontece com as bolas de futebol, tênis e golfe no instante em que ocorre o contato com uma superfície. Isso permitiu

uma pequena introdução da próxima energia: a potencial elástica. Conversando com o Professor P ao final da aula, este contou estar muito feliz, pois considerou que os alunos haviam realmente entendido os conceitos apresentados e que os sinais criados corroboravam.

### **6.1.7 Aula 07 – A equação da energia potencial gravitacional e potencial elástica (terça-feira, 14/07/21)**

Objetivo principal: fazer uma introdução formal das Energias Potencial Gravitacional e Potencial Elástica, ressaltando o formalismo matemático que descreve essas formas de energias.

A aula iniciou às 10h45min, com a presença de quatro alunos: as alunas A01 e A06, e os alunos A03 e A05. Dessa vez, o auditório estava ocupado, e isto fez com que essa aula fosse alterada, já que a escola tem somente dois *Datashow*, que ficam instalados no auditório e em sala de aula do 3º ano. Em função da pandemia, não foi possível trocar os alunos de sala, pois seria preciso higienizar as duas salas, porque poderia perturbar o ambiente escolar.

Destarte, o Professor P sugeriu que ficassem no laboratório de informática, que tem computadores antigos e sem acesso à *Internet*, impedindo a execução dos simuladores nessa aula. Optou-se por dispor os alunos ao redor do *notebook*, mantendo distanciamento e se iniciou a aula, recapitulando a energia cinética e potencial gravitacional, dando ênfase aos sinais criados por eles. Apresentou-se a equação da energia potencial gravitacional e se destacou o quão surpreendente foi verificar que eles haviam escolhido as letras E, P e G para comporem o sinal, algo semelhante à nomenclatura usada na linguagem da Física. Na sequência, entregou-se, para cada aluno, uma bolinha de borracha, devidamente higienizada, e se indagou:

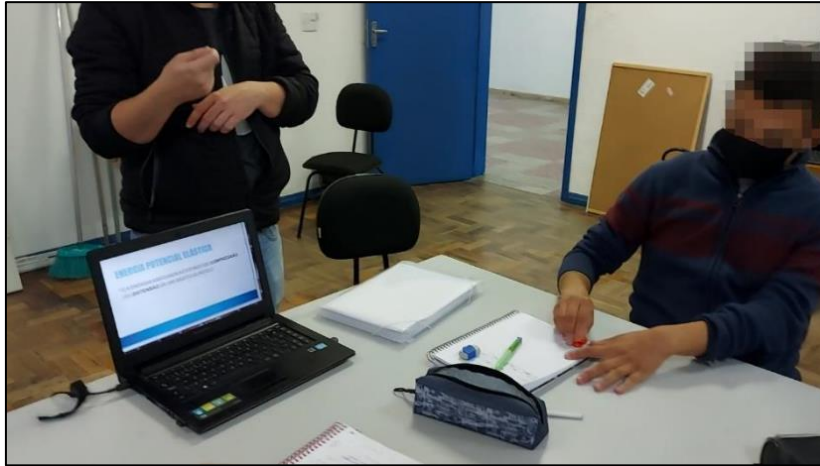
*Pesquisador: Do que essa bolinha é feita?*

*Aluno A03: É feita de borracha (e fez o sinal em Libras de borracha, que se refere à borracha escolar)*

O Professor P chamou a atenção para o sinal feito pelo aluno A05, e frisou que a borracha usada nas bolinhas era de um tipo diferente da borracha escolar, era mais dura e

não apagava risco de lápis. O aluno A05, espontaneamente, testou, tentando apagar um risco de lápis com a bolinha de borracha, tal como mostra a Figura 45.

**Figura 45 - Aluno A05 testando apagar o lápis com a bolinha de borracha**



Fonte: a pesquisa.

Isso parece irrelevante, mas, na verdade, é ao contrário: alguns pesquisadores sugerem que pode existir uma correlação entre uma língua de sinais e a maneira como um usuário dessa língua representa cognitivamente o mundo e os seus fenômenos, como, por exemplo, o conhecimento astronômico de alunos surdos (ROALD, 2002). Foi solicitado que eles apertassem a bola de borracha com os dedos e a observassem, gerando a seguinte conversa:

*Pesquisador: O que aconteceu?*

*Aluna A06: Ela é dura.*

*Pesquisador: Só isso?*

O aluno A03 anunciou que, após amassada, ela volta, e fez o movimento com as mãos indicando o que ocorria com a bola, como mostra a Figura 46.

Figura 46 - Aluno A03 ilustrando como ele imagina que ocorre a deformação da bolinha de borracha



Fonte: a pesquisa.

Pesquisador: *Certo, muito bem.* Depois disso, peguei uma bolinha de borracha, estiquei o braço a coloquei sobre o centro da mesa e indaguei:

*Pesquisador: Tem energia nessa bolinha?*

*Aluna A06: Sim, tem.*

*Pesquisador: Qual?*

*Daí ela pensou, por um instante e disse:*

*Aluna A06: Cinética.*

*Pesquisador: Tem certeza?*

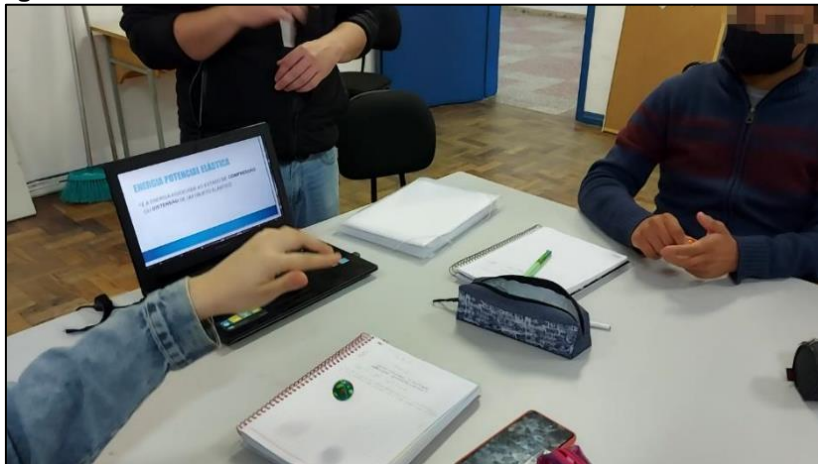
A aluna A01 disse que não era a cinética, mas a energia potencial gravitacional, porque a bola estava parada.

*Pesquisador: Parabéns A01, é isso mesmo. Mas vocês já sabem o que vai acontecer quando eu soltar a bolinha, ela vai cair, bater na mesa e voltar (Então fiz isso).*

*Pesquisador: O que faz a bola voltar?*

A aluna A06, espontaneamente, reproduziu o experimento com a sua bolinha, de duas formas diferentes, uma jogando a bola sobre a mesa, e outra, jogando sobre as folhas do seu caderno (Figura 47). Ela notou diferença, informou que não era igual e perguntou o motivo.

**Figura 47 - Aluna A06 deixa a bolinha de borracha sobre o caderno**



Fonte: a pesquisa.

O Professor P explicou: as folhas do caderno haviam absorvido a energia em Libras, explicou que o caderno “aceita” energia de forma diferente da mesa. Concordei com ele e disse ser isso mesmo e que se ela jogasse a bola na areia ela não ia sequer ‘quicar’, e ficaria totalmente enterrada na areia, porque a areia ‘absorveria’ toda a energia. Retornei para a pergunta sobre o que faz a bola voltar, e a aluna A01 disse que era a energia potencial gravitacional. Expliquei que não, que não era essa energia potencial, mas outra, a elástica, e mostrei três vídeos. O primeiro era em câmera lenta, exibindo arremesso de uma bola de futebol cheia de água no rosto de um homem (Figura 48).

**Figura 48 - Apresentação do arremesso de uma bola de futebol cheia com água no rosto de um homem**



Fonte: a pesquisa.

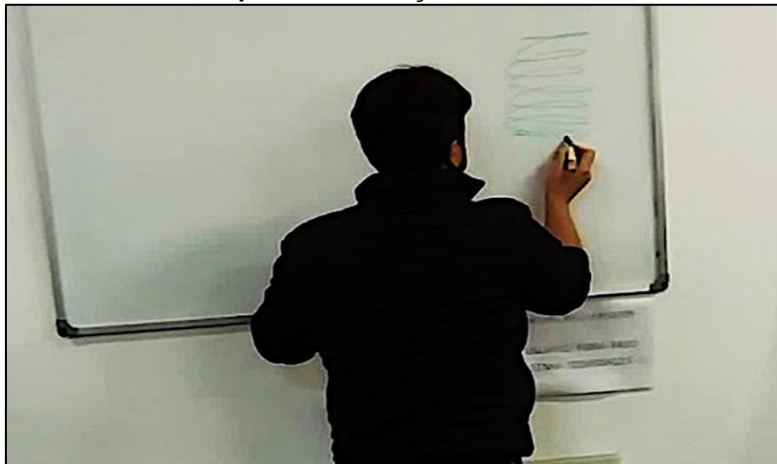
Isso causou uma crise de risos no aluno A05, que precisou pedir para sair um instante e beber água. A aluna A01 fez uma observação interessante: tanto a bola quanto o rosto do homem deformavam e voltavam ao normal depois, uma boa observação. O Professor P elucidou que a pele também tem elasticidade, principalmente se é jovem. Concordei com ele, em seguida disse para a aluna que se ela pressionasse o braço (fiz o movimento com as mãos), ao deixar de pressionar, ele volta ao normal.

Ressaltou-se que a bola usada nesse vídeo estava cheia de água e que, mesmo parecendo comum, ela era mais pesada, com uma massa de 4 kg, enquanto uma bola cheia de ar tem massa de 400g. Na sequência, o aluno A03 perguntou como eles colocaram água na bola e se não machucaria chutar ela, ao que se explicou que essa bola mais pesada poderia, sim, machucar o pé de quem a chutasse, e que os produtores do vídeo não explicaram como encheram a bola de futebol com água, mas que o fizeram para tornar a visualização da deformação da bola melhor. Esse aluno inquiriu se aquela bola era pesada como a da Bocha, e eu enunciei que não sabia, já que conhecia o esporte pela televisão e nunca tinha segurado uma bola de bocha.

Foram exibidos mais dois vídeos em câmera lenta, para explicar o arremesso de duas bolas (tênis e golfe) em uma superfície dura, nos quais se constatou uma grande deformação nas bolas, ao impactarem com a superfície, e no retorno delas na mesma direção, mas no sentido oposto ao arremesso inicial. Explicou-se que o mesmo fenômeno acontece com a bolinha de borracha, mas que não era possível observá-lo diretamente, nem mesmo filmando com o celular, uma vez que sua câmera não grava muitas imagens por segundo, diferentemente da câmera usada na produção dos vídeos apresentados. O aluno A03, curioso, quis saber se a bolinha de borracha tinha algo dentro, eu disse que não, que ela era toda feita de borracha, ele questionou se podia cortá-la para ver se não tinha nada mesmo. Isso demonstra curiosidade e ceticismo, por não acreditar na informação dada, algo que considero importante para despertar o pensamento científico. Porém, ressaltar que poderia ser perigoso ele tentar cortá-la.

Dando continuidade, apresentou-se a energia potencial elástica, enunciando as equações da força elástica (Lei de Hooke) e da Energia potencial elástica propriamente dita. Por conseguinte, o Professor P desenhou uma mola no quadro e um elástico de dinheiro, para estabelecer uma relação com a palavra ELÁSTICA e esses objetos, conforme Figura 49.

**Figura 49 - Professor P explicando a força elástica com desenhos no quadro**



Fonte: a pesquisa.

Os alunos A03 e A05, espontaneamente, pegaram ligas de borracha que estavam nos seus pulsos e apresentaram a força elástica com esses materiais (Figura 50).

**Figura 50 - Aluno A05 testa a força elástica com uma liga de borracha**



Fonte: a pesquisa.

Quando perguntei ao aluno A03 o que ele ‘sentia’ ao esticar aquela liga, ele indicou que ela “queria” voltar ao normal – uma observação que foi parabenizada, seguida da explicação de que isso ocorre porque, ao esticar a borracha, surge uma força elástica. Esclareceu-se que esta aparece quando um objeto elástico (como as bolas mostradas nos vídeos e as do experimento, o elástico dos alunos e até as molas) são comprimidos ou esticados.

Continuando, fez-se uma simulação do *PhET*<sup>55</sup>, para demonstrar, visualmente, a representação dessa força elástica. Os alunos, então, escreveram a Lei de Hooke e, dado o avanço do tempo, encerrou-se essa aula. Ficou combinado que, na próxima aula, será estabelecida a relação entre a força elástica e a energia potencial elástica, quando será solicitado aos alunos que criem um sinal para essa energia.

### **6.1.8 Aula 08 – O princípio da conservação da Energia Mecânica (segunda-feira, 27/07/21)**

*Objetivo principal:* apresentar o princípio da conservação da Energia Mecânica, por meio de experimentos virtuais em um simulador.

A aula iniciou às 8h05min, com cinco alunos: A01, A02, A03, A05 e A06. Começou-se falando sobre a conservação da energia e se indagou se os alunos conheciam o termo “CONSERVAR”.

*Aluna A06: a palavra CONSERVAR é igual a consertar?*

*Pesquisador: Não. Mais alguém sabe o que significa CONSERVAR?.*

Mas, eles não conheciam esse termo. Indaguei: “*Alguém já comeu aquela carne que vem em lata, carne em conserva?*”. A aluna A06 disse que sim. Ao verificar se mais alguém conhecia, descobri que não, então, lembrei-os da ervilha em conserva. Destarte, o aluno A03 pediu para ver uma imagem que o ajudaria a identificar se conheciam, ou não. Mostrou-se imagens da *Internet* de ervilha em conserva (Figura 51).

---

<sup>55</sup> Simulação “massas e molas”. Disponível em: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/masses-and-springs](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/masses-and-springs). Acesso em: 27 de julho de 2021.



Figura 51 - Pesquisa do termo “ervilha em conserva”



Fonte: Google (2021)<sup>56</sup>.

A ideia aqui era introduzir o conceito “CONSERVAR” e explicar que esse método de armazenamento de alimentos em latas possibilita a melhor conservação deles, ou seja, conservar é manter sem alterações uma determinada “coisa”, no exemplo, a ervilha. Os alunos entenderam e, a partir daí, optou-se por traçar um paralelo entre a conservação de alimentos e a conservação da energia.

O conceito de que a energia não pode ser criada nem destruída e que a quantidade total de energia se mantém constante foi enunciado, quer dizer, ao somar todas as energias do universo, a soma deve ser sempre um valor constante. Em seguida, mostrou-se a equação da energia mecânica para um sistema isolado, livre da ação de forças dissipativas e uma simulação criada no *Scratch*<sup>57</sup>, contendo um exemplo da queda livre de uma bola de boliche, tal como mostra a Figura 52.

<sup>56</sup> Disponível em: <https://www.google.com/search?q=ervilha+em+conserva&rlz>. Acesso em: 27 de julho de 2021.

<sup>57</sup> Simulação Conservação da Energia Mecânica na Queda de corpos. Disponível em: <https://scratch.mit.edu/projects/550403761/>. Acesso em: 27 de julho de 2021.

**Figura 52 - Simulação Conservação da Energia Mecânica na Queda de corpos**



Fonte: <https://scratch.mit.edu/projects/550403761/>

Ressaltou-se que não é possível ver as energias envolvidas nesse processo, haja vista ser um conceito puramente abstrato (COELHO, 2009). Contudo, a simulação ajudaria a perceber a transformação da energia potencial gravitacional em energia cinética. Pediu-se que os alunos observassem o que acontecia com o gráfico em barra, que representa as energias mecânica, potencial gravitacional, cinética e térmica. Com essa simulação, ocorreu o seguinte diálogo:

*Pesquisador: que energia tem a bola?*

*Aluna A01: Tem energia potencial gravitacional (e fez o sinal criado pela turma).*

*Pesquisador: Certo, muito bem. Todos concordam?*

*Alunos: Sim (todos concordaram).*

*Pesquisador: Muito bem, é isso mesmo. Mas do que depende essa energia (a potencial gravitacional)?*

*Alunos: Da queda?*

*Pesquisador: Não, é do peso e principalmente da altura do objeto.*

Foi quando peguei uma bola de borracha e coloquei no chão, e a conversa continuou:

*Pesquisador: Tem energia?*

*Aluna A06: Se cair tem.*

*Professor P: Mas ela está no chão, a altura é zero, e também está parada, então a velocidade é zero.*

*Concordei com o Professor P e perguntei:*

*Pesquisador: Tem energia potencial gravitacional e cinética?*

*Aluna A01: Não, não tem.*

*Pesquisador: Muito bem. E quando a bola está no alto e a deixamos cair, o que acontece com essas duas energias? Vamos ver na animação?*

Executando a animação, inquiri:

*Pesquisador: O que aconteceu?*

*Aluno A03: A bola caiu.*

*Pesquisador: Ok, e como ficou o gráfico de barras, com as energias?*

*Aluno A03: A barra amarela (energia potencial gravitacional) diminui e a azul (energia cinética) aumenta.*

*Pesquisador: Bem observado. Mais alguma mudança?*

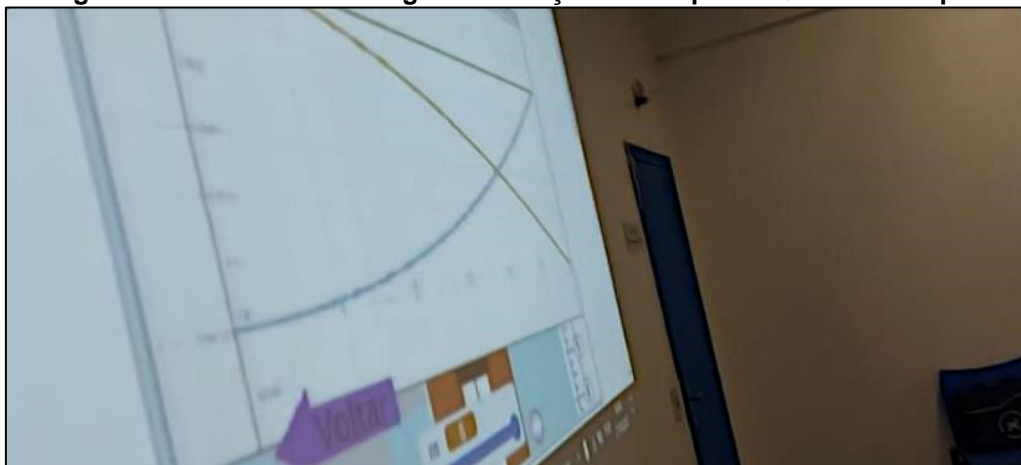
Porém, ninguém respondeu mais nada. Rodando a animação até o fim, mostrou-se que o total das energias potencial gravitacional e cinética acabava se transformando em energia térmica, mas que, ao somar essas energias a qualquer instante, dava sempre um valor constante. No exemplo, a massa da bola de boliche era de 8 kg e tinha sido abandonada de uma altura de 45 m, significando que a energia potencial gravitacional no início era de 3600 J, considerando a gravidade 10 m/s<sup>2</sup>.

Expôs-se os valores da velocidade, da altura e das energias mecânica, potencial gravitacional, cinética e térmica e se mostrou que eles mudam, a exceção de um, o da energia mecânica. Pediu-se que os alunos calculassem a soma da energia cinética com a energia potencial gravitacional, em um dado intervalo de tempo, e eles calcularam. Para esta tarefa, foi dado um pouco de tempo, e eu ajudei o aluno A02, que estava com dificuldades para organizar as parcelas e efetuar o cálculo.

No fim, todos conseguiram calcular e obter o resultado de 3600 J. Explicou-se que, na medida que a altura diminui, a energia potencial gravitacional também diminui; mas, a velocidade da bola aumenta, ou seja, a energia cinética aumenta. E, se somar esses valores, o resultado será sempre o mesmo, nesse exemplo: 3600 J. Esse é o princípio de conservação da energia mecânica. Delineou-se os valores das energias verificando a simulação em diferentes momentos.

Analisou-se o comportamento das energias em um gráfico cartesiano de energia em função do tempo, mostrando-se que, a cada milésimo de segundo, a energia potencial gravitacional diminui, sendo ela representada pela linha amarela, enquanto a energia cinética aumenta, esta indicada pela linha azul. A energia mecânica, representada pela linha verde, manteve-se constante, ou seja, sempre na horizontal, sem inclinar nem para cima, nem para baixo. A Figura 53 mostra o gráfico exposto na simulação.

**Figura 53 - Gráfico das energias em função do tempo na Queda de corpos**



Fonte: a pesquisa.

Ao ver o gráfico da Figura 53, o aluno A03 disse que ele parecia o desenho de um peixe, e perguntou se tinha algo a ver com o exame de audiometria que o fonoaudiólogo faz, porque também era muito parecido. Disse que realmente lembrava um peixe, e que não, não estava relacionado ao gráfico de exames auditivos, mas que de fato era *visualmente parecido*<sup>58</sup>. Finalizou-se a aula e, para comemorar o dia nacional do surdo (26 de setembro), deu-se uma pequena lembrança para os alunos, eles ficaram muito felizes e as atividades desse dia foram encerradas.

### **6.1.9 Aula 09 – A transformação da energia em exemplos do cotidiano: Simulação energia na Pista de Skate (terça-feira, 28/07/21)**

Objetivo principal: demonstrar o princípio da conservação e transformação da Energia Mecânica na Pista de Skate, por meio da realização de um experimento virtual em um simulador.

A aula iniciou às 10h55min e estavam presentes quatro alunos: os alunos A02 e A05; e as alunas A04 e A06. Nessa aula, registrou-se o retorno da aluna A04, depois de um longo período sem ir ao colégio, o Professor P perguntou o motivo da sua ausência, ela

<sup>58</sup> Chama-se a atenção do leitor para perceber as conexões que o aluno fez com relação a sua vivência e os aspectos visuais do gráfico apresentado, seja no desenho de um peixe ou na imagem de um exame ao qual ele foi submetido. Ressalta-se que “[...] a cultura surda, a imagem visual dos surdos, os olhares surdos, os recursos visuais e didáticos”, estão inseridos em um contexto, se juntam em um só, formando que a autora chama “semiótica imagética” (CAMPELLO, 2008, p. 242, grifo nosso).

apenas respondeu que não queria ir ao colégio, sem qualquer outra justificativa. Iniciou a aula com a exibição da foto da skatista Rayssa Leal, medalhista de prata nas olimpíadas de Tóquio 2020, para introduzir o conteúdo que seria abordado. Inquiriu-se se os alunos conheciam aquela menina dos slides, eles disseram que sim, e ocorreu a seguinte conversa:

*Pesquisador: O que ela faz?*

*Aluno A02: Ela é skatista.*

*Pesquisador: Sim, é isso mesmo. Vocês já andaram de skate?*

*Alunas A04 e A06: sim.*

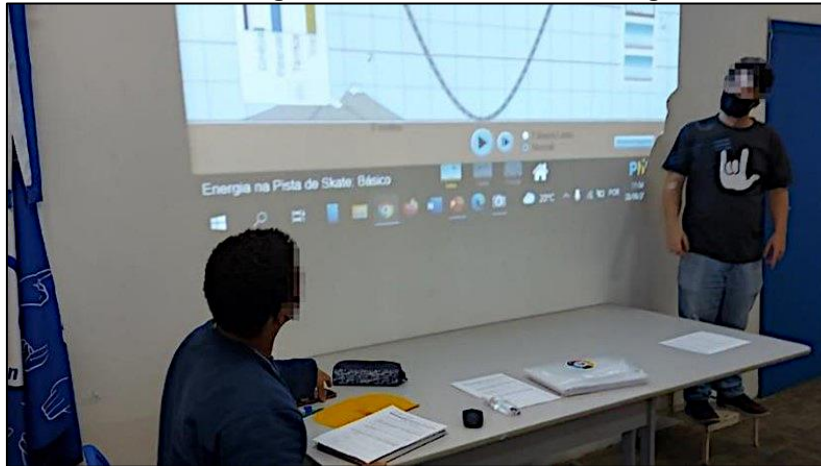
Mostrou-se a Mega rampa de *skate* construída pelo skatista Bob Burnquist e um vídeo de um cadeirante que conseguiu completar o salto nessa pista. Todos os alunos ficaram impressionados com o vídeo, mas a aluna A06 disse que ficou com medo pelo atleta cadeirante, ele poderia ter caído e se machucado. Expliquei que o vídeo era um recorte de uma reportagem do Esporte Espetacular (2019) e que, na verdade, antes desse salto bem-sucedido, ele já havia falhado e até se machucado bastante, e que a equipe dele resolveu aumentar a altura da plataforma da rampa para ele conseguir realizar o salto de um vão ao outro.

Logo após, distribuiu-se um roteiro de atividades para cada aluno, mostrando a simulação do *PhET* Colorado: “Energia na pista de *skate*”<sup>59</sup> e se questionou quem gostaria de manusear o *mouse* e interagir com a animação. O aluno A05 se prontificou, então, foi tudo higienizado, e ele assumiu o comando da simulação, a Figura 54 mostra esse aluno interagindo com a animação.

---

<sup>59</sup> Simulação. Disponível em: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/energy-skate-park](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/energy-skate-park). Acesso em: 28 de julho 2021.

**Figura 54 - Aluno A05 interagindo com a simulação “Energia na Pista de Skate”**



Fonte: a pesquisa.

Indagou-se quantas energias eram apresentadas na simulação e os alunos tiveram um pouco de dificuldade para identificar, já que elas estavam escritas “de lado” – eles se aproximaram da tela para visualizarem melhor as informações do gráfico da animação e conseguiram identificar as quatro energias: potencial (gravitacional), cinética, térmica e “total” (soma das energias ou energia mecânica, que foi delineada na aula anterior).

Como a animação não foi programada pelo autor desta pesquisa, foi preciso justificar o motivo das palavras estarem escritas “de lado” e explicar o porquê do uso do termo “total”, ao invés de energia mecânica. Apesar da diferença na nomenclatura utilizada, sua aplicabilidade foi interessante, já que possibilitou observar a relação entre a altura e a energia potencial gravitacional.

Indagou-se os alunos qual era o comportamento do gráfico de barras ao movimentar o skatista em diferentes alturas sem soltá-lo. Eles responderam que a energia potencial e a energia total apareceram no gráfico. O questionamento foi reforçado: “*mas qual a relação entre a altura e essas energias?*”. Eles não entenderam muito bem a questão, ao que o Professor P sugeriu que se fizesse capturas da tela em diferentes momentos e os colocasse lado a lado, de modo a perceberem as mudanças. Nesse formato ficou bem mais evidente essa relação. O skatista foi posicionado a 6, 4 e 2 metros de altura em relação ao chão e o gráfico mostrava valores menores, conforme a altura diminuía. Após essa explicação, verificou-se se os alunos perceberam a diferença e se a entenderam, obtiveram-se respostas positivas.

A aluna A06 explicou para a aluna A04 o porquê isso estava acontecendo, e o Professor P pediu que ela explicasse para toda a turma, porque ela estava certa. Ela foi parabenizada e se esclareceu que a energia potencial gravitacional tinha relação com a altura, ou seja, a relação era diretamente proporcional, em outras palavras, quanto mais alto, maior é a energia potencial gravitacional e vice-versa.

Pediu-se que os alunos anotassem no roteiro as suas observações, mas novamente houve resistência, pois a escrita representa um grande desafio para eles, que sabiam explicar em Libras, mas não conseguiam escrever em português ou eram extremamente sintéticos em suas respostas escritas. Essa situação mostra, mais uma vez, que a língua de Sinais sempre será a escolha preferencial do aluno surdo, tal como destacam Quadros (2006) e Strobel (2008b). Reforça-se que a língua escrita dos ouvintes não gera um sentimento de pertencimento nesses alunos, pondo em evidência que o oralismo só poderia estar fadado ao fracasso, já que a língua de sinais é o porto seguro do surdo, que a escolhe intuitiva e naturalmente.

Enquanto eles faziam as suas anotações, conversei com o Professor P sobre essa situação da escrita, e perguntei-lhe, com base na sua experiência docente, como era o desempenho dos alunos surdos em avaliações externas, como a redação do Enem, por exemplo. Ele afirmou que eles têm muita dificuldade para colocar no papel as suas ideias, e que sempre tinham um desempenho ruim nas provas escritas<sup>60</sup>. Apesar de ter a vídeo prova no Enem, com as questões em Libras, a redação continua sendo tradicional, um desafio sempre relatado pelos professores de português do colégio.

Depois, foi requisitado que o aluno A05 mexesse no controle da massa da simulação, e que cada aluno fizesse as suas observações. Mais uma vez eles estabeleceram corretamente a relação entre a massa e a energia potencial gravitacional, observando que uma massa “pequena” apresentava uma energia potencial pequena no gráfico da simulação, e uma massa grande resultava em uma barra maior. Eles receberam a confirmação de que era exatamente isso que estava acontecendo, e escutaram o exemplo de um elefante e uma formiga caindo de uma mesma altura, gerando esta conversação:

---

<sup>60</sup> Foi interessante observar, nesta pesquisa, o quanto a resposta em Libras dos alunos pesquisados é rica, e que a resposta escrita é muito inferior à primeira. Ao mesmo tempo, chama-se a atenção do leitor para uma fala do Professor P, que evidencia que a secretaria de educação exige que o aluno seja avaliado de forma escrita. Contudo, sabendo da diferença entre a resposta em Libras e a escrita, ele sempre considera as duas respostas na composição final da nota da avaliação.

*Pesquisador: Qual desses animais teriam uma maior energia?*

*Aluna A06: O elefante é mais pesado e “quebra” no chão.*

*Pesquisador: Sim, está certo, pois o elefante tem mais energia por ter mais massa.*

As equações das energias potencial gravitacional e cinética foram explicadas para a aluna A04, que havia faltado as aulas anteriores. Depois, solicitou-se que o aluno A05 soltasse o skatista de qualquer altura fora e dentro da pista da simulação. Ele assim o fez e seguiu a seguinte conversa:

*Pesquisador: Quais energias são representadas no gráfico da simulação?*

*Alunos: Enquanto cai aparece a energia cinética (barra verde).*

*Pesquisador: Muito bem, mas por que isso ocorre?*

*Aluno A05: Por causa do movimento.*

*Pesquisador: Sim, é isso mesmo, e depois?*

*Aluno A05: A energia cinética (barra verde) some e fica somente a energia térmica (barra laranja).*

*Aluna A06: Por que isso aconteceu?*

Explicou-se que, no caso em que o skatista sai da pista de *skate*, toda energia potencial gravitacional se transforma em cinética, e depois ela é “absorvida” pelo chão na forma de calor, aumentando a temperatura daquele local onde ocorreu o impacto ou sendo dissipada em outras formas de energia, como a sonora, detectada pelos ouvintes. Logo após, requisitou-se que o aluno A05 soltasse o skatista em qualquer lugar em cima da pista. Ele fez isso, colocando-o na posição mais alta da pista: 6 m. Os alunos observaram que, no gráfico, as energias potencial e cinética alternavam entre si.

Questionou-se sobre a possibilidade de o skatista sair desse movimento de vai e vem na pista, por exemplo, caindo dela partindo daquele ponto de 6 m de altura ou de outra altura menor. A aluna A04 argumentou que sim e os demais contra-argumentaram com um não. Foi solicitado que explicassem a resposta, mas, eles ficaram tímidos. Sequencialmente, solicitou-se ao aluno A05 que colocasse o skatista na altura de 2 m, quando se mostrou que o skatista sempre chegava à mesma altura do outro lado da pista, e a explicação era simples, não se pode “criar” energia, assim ela se mantém constante. Ou seja, ele teria que ter a mesma energia do começo do movimento (desprezando forças dissipativas, como o atrito e a resistência do ar). Isso quer dizer que ele deve atingir a mesma altura sempre, nunca uma altura maior, por isso no gráfico a energia total não mudava.



O aluno A05 colocou o skatista novamente na posição de 6 m e deu *play*, pausando logo em seguida, isso possibilitou mostrar que, enquanto a energia potencial gravitacional diminui, a energia cinética aumentou na mesma medida, de tal forma que, em um dado instante, o aluno A05 deu *pause* quando o skatista passou por uma altura próxima de 3 m. Constatou-se que as representações no gráfico eram quase do mesmo tamanho para as energias cinética e potencial, então aproveitei para mostrar o princípio da conservação da energia, mostrando que se pegassem as duas barras e alinhassem uma em cima da outra, elas juntas teriam o mesmo tamanho da barra que representa a energia total.

Então, foi requisitado que o aluno A05 colocasse o skatista acima da pista de *skate* (Figura 55) em uma altura maior que esta, ele colocou acima dos 8 m e deu *play*. Todos riram com o resultado obtido, já que o skatista caiu do outro lado da pista, e o aluno A05 ainda disse que, por causa da queda, ele havia morrido. Isso causou um momento descontraído.

**Figura 55 - Aluno A05 simulando soltar o skatista a 8 m do chão acima da pista**



Fonte: a pesquisa.

Explicou-se que, nesse caso, o skatista tem mais energia potencial gravitacional, em outras palavras, ele tem mais energia para escapar pelo outro lado da pista. A ideia foi introduzir o conceito de poço de potencial ou barreira de potencial e, para tanto, foi solicitado que o aluno A05 alterasse a simulação para pista b (semi parábola), ele o fez e executou a animação. Dessa vez, todos observaram efeitos diferentes no gráfico e no movimento do skatista.

**Figura 56 - Aluna A06 explicando para os colegas o que acontece com a energia no início e no fim do movimento do skatista**



Fonte: a pesquisa.

Ao ver a animação a aluna A06 explicou (sinalizando e oralizando com uma onomatopeia) que a energia potencial gravitacional do início do movimento do skatista se transformou totalmente em energia cinética, e que ele seguiu direto e “*tchum*”, e foi solicitado que ela explicasse melhor essa ideia para a turma, conforme mostrou a Figura 56.

#### **6.1.10 Aula 10 – A transformação da energia na cama elástica (segunda-feira, 04/10/21)**

*Objetivo principal:* demonstrar os princípios da conservação e da transformação da Energia Mecânica em uma cama elástica, por meio da análise de vídeos e da realização de um experimento virtual em um simulador.

A aula iniciou às 8 horas e estavam presentes todos os alunos. O início foi relembrando a animação da energia na pista de *skate*, e, em um dado momento, inquiriu-se, considerando um exemplo hipotético em que a energia total registrada na animação fosse de 1000 J e que a energia potencial fosse de 200 J, qual deveria ser o valor da energia cinética. Ressaltou-se que a energia total, marcada em amarelo no gráfico da animação, era a soma da energia potencial (azul) e cinética (verde). Na sequência, fez-se a seguinte indagação: “*Qual é o valor da energia cinética nesse exemplo?*”. Os alunos não souberam responder prontamente, mas, o aluno A03 disse achar que era dois mil, e a aluna A06 determinou que não poderia ser esse valor, já que o total deveria ser mil.

Os questionamentos continuaram e a aluna A01 achou que era 600J, e o aluno A05, mil. Foi pedido que eles pegassem seus cadernos e o calculassem, usando o princípio da conservação da energia mecânica, sendo que a equação desse princípio foi projetada. Eles foram auxiliados na organização das informações e na substituição destas na equação. Com isso, eles encontraram o valor de 800 J.

Notou-se que, mesmo uma conta trivial como essa ( $800 + 200 = 1000$ ), demanda que eles estejam efetivamente olhando o cálculo a ser executado, que a abstração não é fácil para eles. Apresentou-se a transformação de energia em mais um exemplo do cotidiano, a da cama elástica. Para tanto, indagou-se se eles já tinham ido ao circo alguma vez, todos responderam que sim; se eles tinham visto um trapezista, também, sim; e se haviam prestado atenção que abaixo desses artistas tem uma rede de proteção, e a conversa continuou:

*Pesquisador: para que serve essa rede de proteção?*

*Aluna A06: Serve para evitar que o trapezista caia no chão e se quebre.*

*Pesquisador: isso mesmo.*

Foram exibidos dois vídeos do *Cirque du Soleil*, da peça *O Ovo*, dando ênfase à cama elástica, conforme mostra a Figura 57.

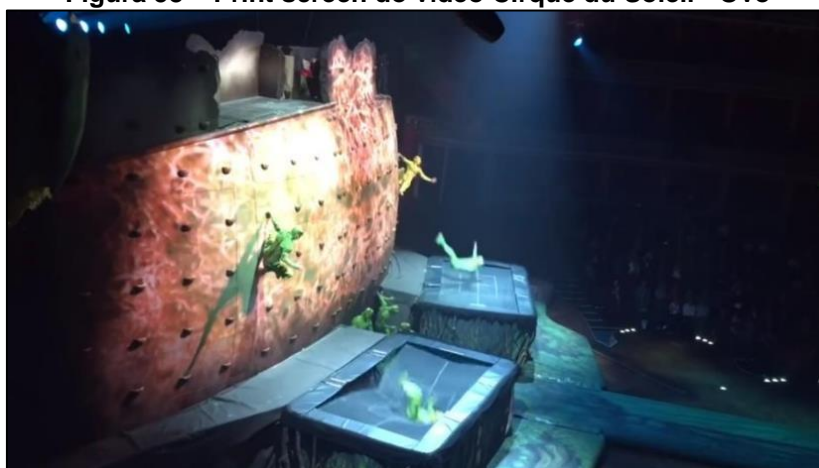
**Figura 57 - Apresentação do vídeo Cirque du Soleil - Ovo**



Fonte: a pesquisa.

A Figura 58 mostra, com detalhes, o *print screen* do vídeo que foi usado, no exato momento em que ocorre a deformação da cama elástica.

Figura 58 – Print screen do vídeo Cirque du Soleil - Ovo



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=lowXkCkK5LU>

Os alunos foram questionados:

*Pesquisador: Vocês já pularam em uma cama elástica?*

*Aluna A06: Quem nunca? (Todos confirmaram que sim)*

*Pesquisador: Que bom, quer dizer que vocês foram crianças felizes (todos riram)*

Foi explicado que esse exemplo diferia da transformação da energia na pista de skate, pois existia a ação de outra energia. Questionamos sobre esta. A aluna A06 respondeu e buscou utilizar os termos científicos de energias potencial gravitacional e cinética, e externou que o artista circense voltava devido à energia cinética. Eu falei: “Mas ele está pulando em uma cama elástica, se fosse direito no chão ele se machucaria como você falou antes.”. O vídeo foi pausado no exato momento em que a cama elástica se deforma com a transferência de energia do movimento de queda, dando sequência a esta conversação

*Pesquisador: Viram o que aconteceu? Toda energia foi transferida para a cama elástica, é isso que faz ele retornar. Que energia é essa?*

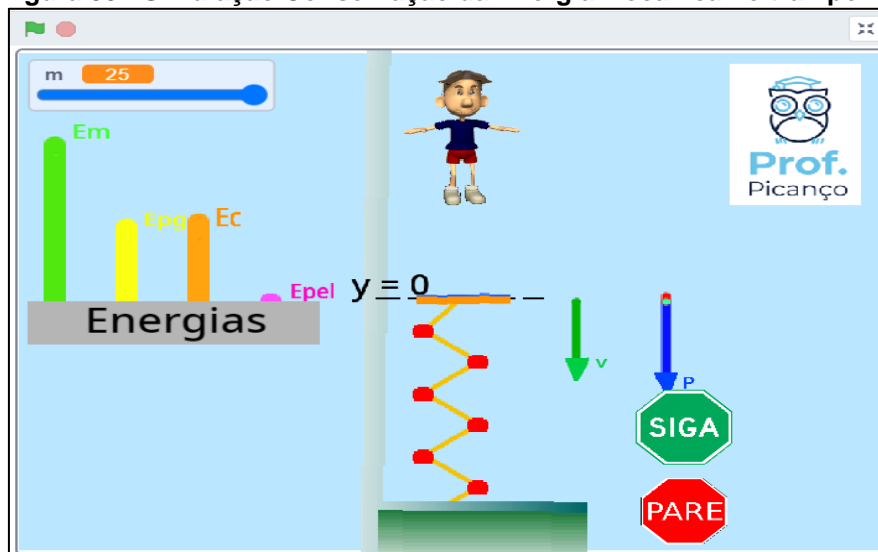
Dei a dica para que os alunos lembrassem do experimento da bolinha das aulas anteriores.

*Aluna A01: é energia potencial (fez a datilologia)*

*Pesquisador: Mas, qual?*

Informei que a dica era o próprio nome da cama, ELÁSTICA, ao que a aluna A06 lembrou que eles deveriam criar mais esse sinal. Em seguida, foi apresentada mais uma animação desenvolvida para esta pesquisa no *Scratch*<sup>61</sup>, que apresenta um garoto no trampolim, destacando três formas de energia: cinética, potencial gravitacional e potencial elástica em um trampolim, que se pode verificar na Figura 59.

Figura 59 - Simulação Conservação da Energia Mecânica no trampolim



Fonte: <https://scratch.mit.edu/projects/579194930/>

Os alunos foram questionados sobre o que eles observavam na animação, com relação ao gráfico de barras e os vetores velocidade, força peso e força elástica. O aluno A05 disse que viu que o vetor da força peso não se alterava na animação, e indagou o porquê. Esclareceu-se que isso ocorria porque a força peso depende de dois valores que permanecem constantes (a massa e a aceleração da gravidade), e se delineou um exemplo: se o menino representado na simulação não perdesse um braço ou uma perna, a massa dele permaneceria constante, e o seu peso, conseqüentemente, também seria constante.

No tocante às energias, indagou-se qual era o comportamento do gráfico de barras. A Aluna A01 respondeu que a energia mecânica permanece sempre do mesmo tamanho, porém, as outras mudavam. Informei que estava correto e questionei quando a força e a

<sup>61</sup> Simulação “Menino no Pula-pula”. Disponível em: <https://scratch.mit.edu/projects/579194930/>. Acesso em: 04 out. 2021.

energia potencial elástica apareciam na simulação, e o Aluno A05 disse que elas apareciam quando o menino tocava no trampolim.

Perguntei ao aluno A05 qual era a velocidade do menino no ponto mais alto e no ponto mais baixo, conforme ele estava vendo na animação. Ele ficou em dúvida, mostrei novamente a simulação, destacando a variação da velocidade, representada na mudança de tamanho do vetor velocidade. Expliquei que, quando o vetor se transformava em um ponto, significava que o seu valor era zero, e isso ocorria em duas situações: quando o menino estava no ponto mais alto e quando ele estava no ponto mais baixo.

Além disso, destaca-se a mudança no sentido do vetor velocidade, ressaltando que, quando o menino está subindo, o vetor aponta para cima e vai gradativamente diminuindo, até se transformar em um ponto. E, quando o menino está caindo, o vetor aponta para baixo e aumenta de tamanho, até que o menino atinja o trampolim, e, posteriormente, mantendo ainda o sentido, diminui de tamanho até chegar no ponto mais baixo.

Dadas essas explicações, perguntou-se qual era, efetivamente, a energia cinética no ponto mais alto e no ponto mais baixo. O Aluno A05 respondeu que era zero, já que nesses pontos as velocidades também eram zero, ele foi parabenizado pela resposta correta.

#### **6.1.11 Aula 11 – Teste diagnóstico final (terça-feira, 05/10/21)**

Objetivo principal: verificar indícios de aprendizagem.

A aula iniciou às 10h55min e estavam presentes somente três alunos: a Aluna A01 e os alunos A03 e A05. Seguindo uma orientação do Professor P, decidiu-se repetir o teste diagnóstico inicial, pois, segundo ele, “*isso serviria como um bom recorte entre antes e depois da intervenção*”. Entretanto, foram registradas mais de uma fala que chamaram a atenção quanto à utilização de testes escritos, ao se observar a aluna A01, que disse não gostar de responder testes escritos. Ressaltou-se que era necessário que ela o fizesse, para que fosse possível comparar o antes e o depois. Apesar dessa animosidade em relação ao teste escrito, identificou-se uma diferença substancial nas respostas. As seções que seguem mostram as respostas dos alunos antes (seções 6.2 e 6.3) e depois (seção 6.4) da intervenção pedagógica.

## 6.2 RESPOSTAS AO TESTE DIAGNÓSTICO INICIAL – PARTE 1

Na primeira parte do questionário diagnóstico foram feitas cinco perguntas: 1) O que é energia?; 2) Onde se pode encontrar energia?; 3) Em que atividades do seu dia a dia você utiliza energia?; 4) Um objeto pode ter energia?; e 5) Quando a energia é importante?. A seção 6.2.1 expõe as respostas de cada aluno e, na seção 6.2.2, delinea-se a interpretação e análise de cada uma delas.

### 6.2.1 Respostas da Aluna A01 à primeira parte do teste diagnóstico

A aluna A01 optou por responder em português escrito, não utilizando nenhum desenho ou esquema. As suas respostas estão registradas na Figura 60.

**Figura 60 - Respostas da Aluna A01 à primeira parte do teste diagnóstico inicial**

Questão	Respostas observadas
1) O que é energia?	<p>que significa e energia, luz, poste, TV, wi-fi etc...</p> <p>R: "Que significa é energia, luz, poste TV, wi-fi, etc..."</p>
2) Onde pode-se encontrar energia?	<p>eu uso celular desenvolvimento depois fim da bateria depois pega carregar a tomada só normal depois que aconteceu encontrar energia.</p> <p>R: "Eu uso celular desenvolvimento depois fim da bateria depois, pega carregar a tomada só normal depois que aconteceu encontrar energia".</p>
3) Em que atividades do seu dia a dia você utiliza energia?	<p>eu esta sentar normal mas durante que aconteceu tem energia minha pé dar muito.</p> <p>R: "Eu esta sentar normal mas durante que aconteceu tem energia minha pé dar muito"</p>
4) Um objeto pode ter energia?	<p>luz, wi-fi, carregar a tomada, lâmpada de sinal, etc.</p> <p>R: "Luz, wi-fi, carregar tomada, lâmpada de sinal, etc..."</p>
5) Quando a energia é importante?	<p>mais importante em casa dentro energia, wi-fi, TV, luz, etc... também corpo pé, saúde, anda, etc... precisa energia.</p> <p>R: "Mais importante em casa dentro energia, wi-fi, TV, luz, etc... também corpo, pé, saúde, anda, etc... precisa energia"</p>





Fonte: a pesquisa.

Conforme o exposto no registro apresentado na Figura 60, a aluna A01 expôs um conceito de energia majoritariamente ligado à ideia de energia elétrica.

### 6.2.2 Respostas do Aluno A02 à primeira parte do teste diagnóstico

O aluno A02 respondeu as quatro primeiras questões somente com desenhos e a última com uma sentença escrita em português, como exposto na Figura 61.

**Figura 61 - Respostas do Aluno A02 à primeira parte do teste diagnóstico inicial**

Questão	Respostas observadas
1) O que é energia?	 <p>R: "Desenho de uma rede elétrica (postes)"</p>
2) Onde pode-se encontrar energia?	 <p>R: "Desenho de um aparelho de ar-condicionado"</p>
3) Em que atividades do seu dia a dia você utiliza energia?	 <p>R: "Desenho de um ventilador".</p>
4) Um objeto pode ter energia?	 <p>R: "Desenho de uma tomada".</p>
5) Quando a energia é importante?	<p><u>PERIGOSA ENERGIA</u></p> <p>R: "Perigoso energia"</p>

Fonte: a pesquisa.

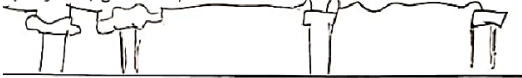
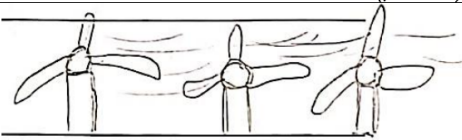

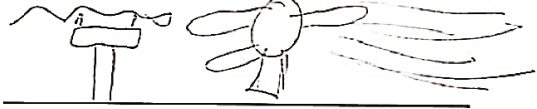
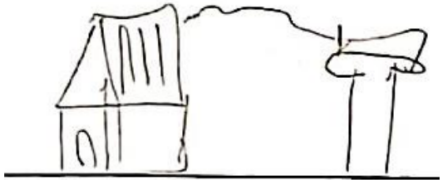
Os desenhos registrados na Figura 61 deixam claro que o conhecimento prévio do aluno A02 também remete ao conceito de energia elétrica.

### 6.2.3 Respostas do Aluno A03 à primeira parte do teste diagnóstico

O aluno A03 respondeu todas as questões somente com desenhos, chamando a atenção para os detalhes, indicando interessantes aspectos de caráter visuoespacial, que podem ser conferidos na Figura 62.



**Figura 62 - Respostas do Aluno A03 à primeira parte do teste diagnóstico inicial**

Questão	Respostas observadas
1) O que é energia?	 <p data-bbox="719 427 1201 456">R: "Desenho de uma rede elétrica (postes)"</p>
2) Onde pode-se encontrar energia?	 <p data-bbox="788 602 1129 631">R: "Desenho de torres eólicas".</p>
3) Em que atividades do seu dia a dia você utiliza energia?	 <p data-bbox="676 799 1246 828">R: "Desenho de um celular carregando na tomada".</p>
4) Um objeto pode ter energia?	 <p data-bbox="708 952 1214 981">R: "Desenho de um poste e uma torre eólica".</p>
5) Quando a energia é importante?	 <p data-bbox="687 1240 1235 1270">R: "Desenho de uma casa ligada à rede elétrica".</p>

Fonte: a pesquisa.

As respostas do aluno A03, de forma icônica, registram que ele igualmente associava o conceito de energia ao de energia elétrica.

#### 6.2.4 Respostas da Aluna A04 à primeira parte do teste diagnóstico

A aluna A04 optou por responder em português escrito, não utilizando nenhum desenho ou esquema, porém, deixou de responder à questão 4. Suas respostas estão exibidas na Figura 63.

**Figura 63 - Respostas da Aluna A04 à primeira parte do teste diagnóstico inicial**

Questão	Respostas observadas
1) O que é energia?	<u>Coisas água e luz</u> R: "Coisas água e luz".
2) Onde pode-se encontrar energia?	<u>Tomada</u> R: "Tomada"
3) Em que atividades do seu dia a dia você utiliza energia?	<u>Senta muito tempo começar a energia pé e mão</u> R: "senta muito tempo começar a energia pé e mão".
4) Um objeto pode ter energia?	SEM RESPOSTA
5) Quando a energia é importante?	<u>Porque as pessoas precisam água, tomar banho e luz mais importante</u> R: "Porque as pessoas precisam água, tomar banho e luz mais importante"

Fonte: a pesquisa.

As respostas exibidas na Figura 63 mostram que a aluna A04 alternava ideias e conceitos diferentes para energia, ora ela a considera como um sentimento, ora como energia elétrica, além de associá-la a outros conceitos ligados ao senso comum.

### 6.2.5 Respostas do Aluno A05 à primeira parte do teste diagnóstico

O aluno A05, da mesma forma, optou por responder em português escrito e não utilizou nenhum desenho ou esquema, conforme se constata na Figura 64.

**Figura 64 - Respostas do Aluno A05 à primeira parte do teste diagnóstico inicial**

Questão	Respostas observadas
1) O que é energia?	<u>Eu opinião porque capacidade ajuda energia tem dentro luz</u> R: "Eu opinião porque capacidade ajuda energia tem dentro luz".
2) Onde pode-se encontrar energia?	<u>Já encontra microondas mas tem pouca energia</u> R: "Já encontra micro-ondas mas tem pouca energia".
3) Em que atividades do seu dia a dia você utiliza energia?	<u>Já acontece energia dentro pé também perna</u> R: "Já acontece energia dentro pé também perna"
4) Um objeto pode ter energia?	<u>Acho que tem tomada, lâmpada, microondas etc...</u> R: "Acho que tem tomada, lâmpada, micro-ondas, etc..."
5) Quando a energia é importante?	<u>Porque capacidade ajuda tem internet, televisão, notebook, etc... Também mais importante ajuda corpo saúde</u> R: "Porque capacidade ajuda tem internet, televisão, notebook etc... Também mais importante ajuda corpo saúde"

Fonte: a pesquisa.

As respostas do aluno A05, registradas na Figura 64, indicam que ele considerava, majoritariamente, a energia elétrica como sendo a energia.









### 6.3 RESPOSTAS AO TESTE DIAGNÓSTICO INICIAL – PARTE 2

Na segunda parte do questionário diagnóstico inicial, foi solicitado que cada aluno analisasse uma série de imagens, identificando se tinha ou não energia na situação que estava descrita, e eles deveriam justificar sua resposta. Foram apresentadas oito imagens que ilustravam as seguintes situações: (a) chutar uma bola de futebol; (b) subir uma montanha; (c) uma lâmpada acesa; (d) uma vela acesa; (e) um carro em movimento; (f) andar de bicicleta; (g) o lançamento de um foguete; e (h) o sol iluminando uma cidade. As subseções que seguem indicam as respostas de cada aluno que estava presente nessa aula.

#### 6.3.1 Respostas da Aluna A01 à segunda parte do teste diagnóstico

A aluna A01 optou por responder em português escrito, não utilizando nenhum desenho ou esquema, e deixou de responder à questão 6(e). A Figura 65 exibe as respostas.

Figura 65 - Respostas da Aluna A01 à segunda parte do teste diagnóstico inicial

Questão 6	Respostas observadas
a) chutar uma bola de futebol; 	<p>Eu já vezes tenha dor energia para jogar bola.</p> <p>R: "Eu já vezes tenha dor energia para jogo bola"</p>
b) subir uma montanha; 	<p>Eu nunca experiência de subir a montanha</p> <p>R: "Eu nunca experiência de subir a montanha"</p>
c) uma lâmpada acesa; 	<p>tenho energia lâmpada.</p> <p>R: "Tenho energia lâmpada"</p>
d) uma vela acesa; 	<p>Não tem energia vela, piada.</p> <p>R: "Não tem energia vela, piada"</p>
e) um carro em movimento; 	SEM RESPOSTA
f) andar de bicicleta; 	<p>Como não tem energia bicicleta</p> <p>Eu nunca experiência sobre energia bicicleta.</p> <p>R: "Como não tem energia bicicleta eu nunca experiência sobre energia bicicleta"</p>
g) o lançamento de um foguete 	<p>tenho energia lançamento de um foguete.</p> <p>R: "Tenho energia lançamento de um foguete"</p>
h) o sol iluminando uma cidade. 	<p>Eu gosto</p> <p>R: "Eu gosto"</p>

Fonte: a pesquisa.

As respostas da aluna A01, evidenciadas na Figura 65, reforçam que ela considerava somente a energia elétrica e não identificava outras formas de energia.

### 6.3.2 Respostas da Aluna A04 à segunda parte do teste diagnóstico

A aluna A04 optou por responder em português escrito, sem nenhum desenho ou esquema, e deixou de responder às questões 6(b), 6(g) e 6(h), como se pode conferir na Figura 66.

Figura 66 - Respostas da Aluna A04 à segunda parte do teste diagnóstico inicial

Questão 6	Respostas observadas
a) chutar uma bola de futebol; 	<i>Sim, porque só tem energia viciada no jogando.</i> R: "Sim porque só tem energia viciar no jogando"
b) subir uma montanha; 	SEM RESPOSTA
c) uma lâmpada acesa; 	<i>Sim, tem energia....</i> R: "Sim, tem energia"
d) uma vela acesa; 	<i>Não, porque só tem fogo..</i> R: "Não, porque só tem fogo"
e) um carro em movimento; 	<i>Sim, porque tem sentir feliz o novo carro..</i> R: "Sim, porque tem sentir feliz o carro novo"
f) andar de bicicleta; 	<i>Sim, porque sentir...</i> R: "sim, porque sentir"
g) o lançamento de um foguete 	SEM RESPOSTA
h) o sol iluminando uma cidade. 	SEM RESPOSTA







Fonte: a pesquisa.

As respostas da aluna A04, destacadas na Figura 66, confirmam que o conceito de energia dessa aluna era fluido, alternando entre energia elétrica e conceitos diversos de energia ligados a sentimentos.

### 6.3.3 Respostas do Aluno A05 à segunda parte do teste diagnóstico

O aluno A05 respondeu em português escrito, não utilizou nenhum desenho ou esquema, e não respondeu às questões 6(e), 6(f) e 6(g), conforme se mostra na Figura 67.

**Figura 67 - Respostas do Aluno A05 à segunda parte do teste diagnóstico inicial**

Questão 6	Respostas observadas
a) chutar uma bola de futebol; 	Corpo... tem... dentro... energia... R: "Corpo tem dentro energia"
b) subir uma montanha; 	Sim... tem... dentro... energia... mas... Pouco... corpo... movimento... R: "Sim tem dentro energia mas pouco corpo movimento"
c) uma lâmpada acesa; 	Sim... tem... dentro... energia... R: "Sim tem dentro energia"
d) uma vela acesa; 	Acho... que... não... tem... energia... dentro... uma... vela... R: "acho que não tem energia dentro uma vela"
e) um carro em movimento; 	SEM RESPOSTA
f) andar de bicicleta; 	SEM RESPOSTA
g) o lançamento de um foguete 	SEM RESPOSTA
h) o sol iluminando uma cidade. 	Claro... que... não... tem... energia... R: "Claro que não tem energia"

Fonte: a pesquisa.

As respostas do aluno A05 deixam claro que ele identificava com exatidão o conceito de energia elétrica, mas desconsiderava outros conceitos, com exceção do que significa energia associada ao movimento do corpo humano.

## 6.4 RESPOSTAS DO TESTE DIAGNÓSTICO FINAL

Na aplicação do teste diagnóstico final, estavam presentes três alunos: a aluna A01 e os alunos A02 e A05. Como mencionado, seguiu-se uma sugestão do Professor P e se decidiu repetir as mesmas questões do teste diagnóstico inicial. As próximas subseções revelam estas respostas.

### 6.4.1 Respostas da Aluna A01 no teste diagnóstico final

A aluna A01 decidiu responder em português escrito, sem o emprego de desenho ou esquema, e deixou de responder à questão 4. As Figura 68 e Figura 69 exprimem as suas respostas.







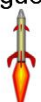

**Figura 68 – Respostas da Aluna A01 no teste diagnóstico final (questões de 1 a 5)**

Questão	Respostas observadas
1) O que é energia?	<p>que significa é energia cinética, energia potencial gravitacional, energia potencial, energia mecânica, energia térmica.</p> <p>R: "Que significa é energia cinética, energia potencial gravitacional, energia potencial, energia mecânica, energia térmica".</p>
2) Onde pode-se encontrar energia?	<p>Eu está ver um chuva energia. Eu tô susto mais forte energia. tem dentro é energia cinética.</p> <p>R: "Eu está ver um chuva energia. Eu tô susto mais forte energia. Tem dentro é energia cinética".</p>
3) Em que atividades do seu dia a dia você utiliza energia?	<p>um dia sexta hora noite jogo futebol tem é energia potencial gravitacional.</p> <p>R: "Um dia sexta hora noite jogo futebol tem é energia potencial gravitacional"</p>
4) Um objeto pode ter energia?	SEM RESPOSTA
5) Quando a energia é importante?	<p>mais importante energia dentro wi-fi, tv, notebook...etc Eu precisa uso escola e trabalho. Pode uso</p> <p>R: "Mais importante energia dentro wi-fi, TV, notebook, etc... Eu precisa uso escola e trabalho. Pode uso"</p>

Fonte: a pesquisa.

Na Figura 68, observa-se que as respostas da aluna mudaram completamente em relação ao teste inicial, e ressalta-se que ela passou a considerar as formas de energia apresentadas na UEI.

**Figura 69 - Respostas da Aluna A01 no teste diagnóstico final (questão 6)**

Questão 6	Respostas observadas
a) chutar uma bola de futebol; 	Energia Potencial R: "Energia potencial"
b) subir uma montanha; 	Energia Potencial gravitacional R: "Energia potencial gravitacional"
c) uma lâmpada acesa; 	Energia térmica R: "Energia térmica"
d) uma vela acesa; 	Energia térmica R: "Energia térmica"
e) um carro em movimento; 	Energia Cinética R: "Energia Cinética"
f) andar de bicicleta; 	Energia Cinética R: "Energia cinética"
g) o lançamento de um foguete 	Energia Cinética R: "Energia cinética"
h) o sol iluminando uma cidade. 	Energia calor R: "Energia calor"

Fonte: a pesquisa.

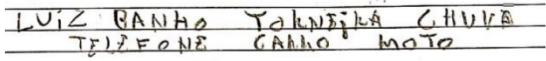
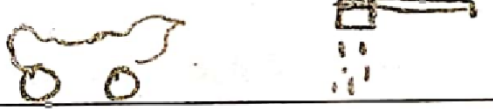

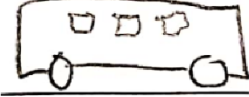
Ainda que as respostas da aluna A01 registradas na Figura 69 tenham sido sintéticas, elas demonstram que ela consegue identificar parcialmente outras formas de energia.



### 6.4.2 Respostas do Aluno A02 no teste diagnóstico final

O aluno A02 respondeu algumas questões em português e outras com desenhos e deixou de responder à questão 3. As suas respostas estão registradas na Figura 70.









Figura 70 - Respostas do Aluno A02 no teste diagnóstico final (questões de 1 a 5)

Questão	Respostas observadas
1) O que é energia?	 <p>R: "Luiz banho torneira chuva telefone carro moto"</p>
2) Onde pode-se encontrar energia?	 <p>R: "Desenho de uma moto e um chuveiro elétrico"</p>
3) Em que atividades do seu dia a dia você utiliza energia?	SEM RESPOSTA
4) Um objeto pode ter energia?	 <p>R: "Desenho de uma rede elétrica e nuvens de tempestade".</p>
5) Quando a energia é importante?	 <p>R: "Desenho de um ônibus".</p>

Fonte: a pesquisa.

Conforme se vê, apesar do uso majoritário de desenhos, as respostas registradas na Figura 71 mostram uma evolução no conceito de energia desse aluno, sendo possível identificar que ele passou a considerar novas formas de energia.

**Figura 71 - Respostas do Aluno A02 no teste diagnóstico final (questão 6)**

Questão 6	Respostas observadas
a) chutar uma bola de futebol; 	CINÉTICA R: "Cinética"
b) subir uma montanha; 	POTENCIAL GRAVITACIONAL R: "Potencial gravitacional"
c) uma lâmpada acesa; 	Térmica R: "Térmica"
d) uma vela acesa; 	Térmica R: "térmica"
e) um carro em movimento; 	CINÉTICA R: "Cinética"
f) andar de bicicleta; 	CINÉTICA R: "Cinética"
g) o lançamento de um foguete 	CINÉTICA R: "cinética"
h) o sol iluminando uma cidade. 	Térmica R: "Térmica"

Fonte: a pesquisa.

O aluno A03 também foi sintético em suas respostas, conforme o exposto na Figura 71, porém, mostrou que consegue identificar outras formas de energia além da elétrica.

#### 6.4.3 Respostas do Aluno A05 no teste diagnóstico final

O aluno A05 respondeu todas as questões em português escrito e as suas respostas estão expostas nas Figura 72 e Figura 73.

Figura 72 - Respostas do Aluno A05 no teste diagnóstico final (questões de 1 a 5)

Questão	Respostas observadas
O que é energia?	<u>Cinética, Potencial</u> R: "Cinética, potencial"
2) Onde pode-se encontrar energia?	<u>Podemos encontrar um trabalho, loja Shopping etc... tem cada energia pouco diferente</u> R: "Pode-se encontra um trabalhar, loja shopping etc... tem cada energia pouco diferente"
3) Em que atividades do seu dia a dia você utiliza energia?	<u>Eu acordo tem pouco energia cinética Depois modelo, tem dentro corpo pouco movimento depois noite eu não tenho energia, Hoje ir dormir</u> R: "Eu acordo tem pouco energia cinética depois modelo tem dentro corpo pouco movimento depois eu não tenho energia, hoje ir dormir"
4) Um objeto pode ter energia?	<u>Ar condicionada tem dentro energia térmica</u> R: "Ar condicionado tem dentro energia térmica"
5) Quando a energia é importante?	<u>Porque mais importante tem ajudar troca corpo tem movimento também altura.</u> R: "Porque mais importante tem ajudar troca corpo tem movimento também altura"

Fonte: a pesquisa.

Na Figura 72, o aluno A05 demonstra que ampliou o conceito de energia, evidenciando que compreendeu duas formas de energias trabalhadas na UEI: a energia potencial gravitacional e a cinética, as quais estão presentes em seu cotidiano.

**Figura 73 - Respostas do Aluno A05 no teste diagnóstico final (questão 6)**

Questão 6	Respostas observadas
a) chutar uma bola de futebol; 	Energia Cinética R: "Energia cinética"
b) subir uma montanha; 	energia potencial gravitacional R: "Energia potencial gravitacional"
c) uma lâmpada acesa; 	Energia térmica R: "Energia térmica"
d) uma vela acesa; 	Energia térmica R: "Energia térmica"
e) um carro em movimento; 	Energia cinética R: "Energia Cinética"
f) andar de bicicleta; 	Energia cinética R: "Energia cinética"
g) o lançamento de um foguete 	Energia Cinética R: "Energia cinética"
h) o sol iluminando uma cidade. 	Energia térmica R: "Energia térmica"

Fonte: a pesquisa.

Ainda que de forma parcial, as respostas do aluno A05, expostas na Figura 73, apontam que ele identifica outras formas de energia, algo que se considera exitoso na implementação da UEI. A próxima subseção delinea a análise conjunta de todos os alunos.

## 6.5 ANÁLISE DAS RESPOSTAS DO TESTE DIAGNÓSTICO INICIAL

Para o leitor que não está acostumado com a resposta escrita de um aluno surdo, as que foram destacadas nas seções anteriores podem causar estranheza e, para alguns, até podem parecer tautológicas. No entanto, ressalta-se que elas devem ser desvinculadas da norma ouvinte, ou seja, é preciso que se olhe de forma diferente para elas (THOMA, 2009).

Nesta seção, interpreta-se essas respostas, não no sentido literal delas, mas considerando o processo em sua totalidade e a tradução de Libras para a língua portuguesa, assim como a expressão das ideias dos alunos, antes e durante o registro escrito, com base nos registros em vídeo das explicações deles para essas respostas, que ocorreram nas aulas subsequentes ao teste diagnóstico inicial. Tem-se que os alunos registraram basicamente o reconhecimento da energia elétrica (quase de forma exclusiva), tanto escrevendo quanto desenhando, todos a citaram, direta ou indiretamente.

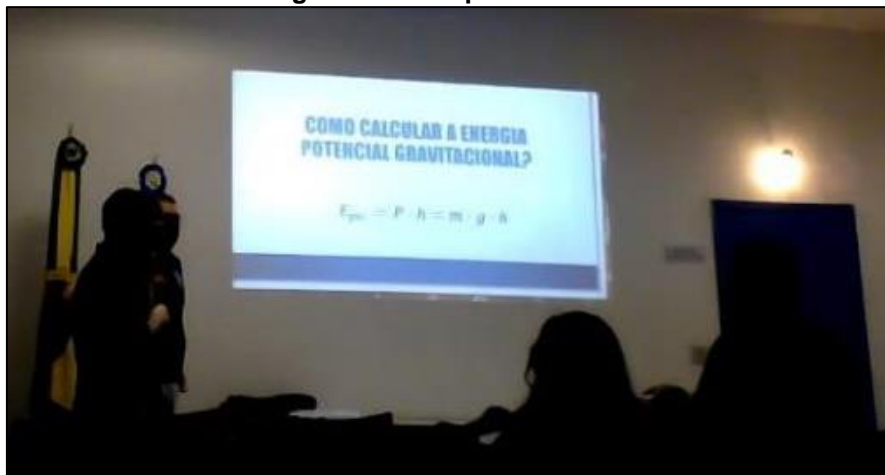
Cita-se como exemplo que, na primeira parte do teste diagnóstico, o aluno A03, que usou somente desenhos para expressar os seus pensamentos, ao ser questionado sobre o que é energia (questão 1) e onde se pode encontrá-la (questão 2), fez o desenho de uma rede elétrica e um parque eólico, respectivamente. Essas respostas destacam a distribuição e a 'produção' de energia elétrica e o aluno ainda destacou que utiliza a energia elétrica para carregar o celular (questão 3), que postes e turbinas eólicas "têm energia" (questão 4) e que ela é necessária em casa (questão 5).

De forma análoga, o aluno A02 respondeu as quatro primeiras questões com desenhos: uma rede de distribuição de energia elétrica (questão 1), um aparelho de ar-condicionado (questão 2), um ventilador (questão 3), uma tomada (questão 4) e ressaltou de forma escrita que a energia elétrica é perigosa (questão 5). Constatou-se que todos os alunos citaram essa forma de energia mais de uma vez, e, tendo em vista que o dia a dia está repleto de aparelhos eletrônicos e eletrodomésticos de vários tipos, essa forma de energia é uma das mais evidentes no cotidiano, algo que provavelmente influenciou na resposta de todos os alunos.

É o caso da resposta da aluna A01 à questão 4, quando referiu que a lâmpada do sinal luminoso de troca de tempo é um exemplo de um objeto que pode "conter energia". A

aluna estava se referindo à lâmpada incandescente de cor amarela, que fica acima das portas do prédio, como mostra a Figura 74.

Figura 74 - Lâmpada do sinal



Fonte: a pesquisa.

É importante ressaltar que o sinal de energia em Libras, faz referência, originalmente, à energia elétrica, e não a outras formas de energia, o que pode ter influenciado na resposta. Isso, talvez, corrobore a hipótese levantada por Roald e Mikalsen (2000) de que as formas dos sinais que representam objetos podem afetar as concepções das pessoas surdas sobre esses objetos e que a linguagem visual/espacial dos surdos pode ter implicações em como eles estão construindo a sua visão do mundo.

Analisando as respostas das alunas A01 e A04 e do aluno A05 à segunda parte do teste diagnóstico, verifica-se ainda mais a predominância de um conceito de energia estritamente ligado ao da energia elétrica. Por exemplo, a aluna A01 foi por vezes categórica ao afirmar que não tem energia em uma vela, e que isso era uma piada (questão 6(d)), ou que não sabe que a experiência de andar de bicicleta tem energia (questão 6(f)).

Certamente, ela fez referência ao conceito de energia elétrica, que, de fato não está presente ou, pelo menos, não evidentemente nessas duas situações. No entanto, existem outras formas de energia envolvidas: energia potencial química na cera da vela e nos músculos; energia térmica; luminosa; cinética; etc. A mesma situação se percebe nas respostas da aluna A04, que afirma que não tem energia na vela, porque só tem fogo (desconsiderando este como uma forma de energia: a energia térmica).

O aluno A05, do mesmo modo, responde que acha que não tem energia em uma vela (questão 6(d)) e logo em seguida responde categoricamente que é “*claro que não tem energia*” ao se referir ao sol (questão 6(h)). Algumas respostas, tanto na primeira, quanto na segunda parte do teste diagnóstico, trazem uma visão mais ampla a respeito da energia. Contudo, todas estão imbuídas de senso comum e não necessariamente de termos técnicos científicos da Física, tais como associar o conceito de energia ao de disposição física ou vigor físico no corpo humano.

Esse é o caso, por exemplo, das respostas da aluna A01 (questões 3, 5 e 6(a)) e do aluno A05 (questões 3, 5, 6(a) e 6(b)) que citam, indiretamente, que biologicamente é preciso energia para se movimentar. Algo que pode ser valorizado, tendo em vista os processos biológicos de sinapse e ATP nos músculos, ressaltando a energia potencial química, por exemplo. Registrou-se a associação do termo energia com sentimentos como felicidade, como é evidenciado nas respostas da aluna A04 às questões 6(e) e 6(f).

Com base nas respostas dos alunos ao teste diagnóstico inicial, fez-se algumas alterações na UEI, uma vez que elas serviram como ponto de partida para modificação de conceitos nas aulas que o sucederam. Isso permitiu que os alunos conhecessem ou reconhecessem outras formas de energia, mais especificamente as energias mecânica, potencial gravitacional, elástica e cinética, o que é bem percebido nas respostas do teste diagnóstico final. Essas diferenças estão ressaltadas na subseção 6.6.

## 6.6 ANÁLISE DAS RESPOSTAS DO TESTE DIAGNÓSTICO FINAL

Dos três alunos que participaram da última aula da UEI, dois (aluna A01 e aluno A05) responderam à primeira e a segunda partes dos testes inicial e final, enquanto um outro (Aluno A02) respondeu somente a primeira parte do teste inicial e as duas partes do teste final. Pode-se observar uma nítida mudança entre as respostas iniciais e finais, quais sejam:

- a) eles passaram a considerar outras formas de energia além da elétrica; e
- b) conseguiram identificar, ainda que parcialmente, que energias estão presentes nas situações elencadas nos testes.

Analisando, por exemplo, as respostas da aluna A01, nota-se que ela, agora, considera todas as energias apresentadas ao longo das aulas da UEI (questão 1), e foi além, identificando essas energias em processos como a chuva (energia cinética dos ventos, questão 2) e no jogo de futebol (alegando que tem energia potencial, questão 3), mas, não desconsiderou a energia elétrica (questão 5) e identificou parcialmente as energias mais importantes ilustradas na questão 6.

A mesma análise se aplica ao aluno A05, do qual chama a atenção a resposta à questão 2, ao informar que existem formas diferentes de energia, relacionar corretamente o estado de movimento do seu corpo com a energia cinética (Questão 3 e 5) e associar o frio (ausência de calor) com a energia térmica (questão 4), algo que não foi especificamente abordado na UEI, mas demonstra uma expansão na forma como o aluno analisa esse eletrodoméstico.

Por último, tem-se o aluno A02, que tem um Plano Individual de Estudos (PIE), uma vez que tem, segundo o Professor P, deficiência intelectual leve. Isso foi verificado ao longo das atividades da UEI, principalmente quando ele apresentou muita dificuldade para realizar cálculos relativamente simples, como soma e subtração. Ele também foi um dos que menos participou das atividades propostas, como a atividade de criação dos sinais. Entretanto, ainda assim, é possível notar diferenças no seu teste inicial e final, que evidenciam a aprendizagem dos principais conceitos abordados na UEI.

Ressaltou-se que, durante a realização do teste final, o aluno A02 perguntava ao Professor P (em Libras), tencionando confirmar sua resposta, por exemplo: “*o carro está em movimento, então é energia cinética?*” ou então “*a lâmpada, a vela, o sol são quentes, então é energia térmica*” e o Professor informava que a resposta era dele e que não poderia dizer nem que sim, nem que não. Isso demonstra que, apesar da economia de palavras ao escrever, ele compreendeu os principais conceitos abordados. Mesmo nas que ele utilizou desenhos, notou-se uma mudança. Por exemplo, na questão 2, ele fez o desenho de uma moto e de um chuveiro elétrico, como objetos que têm ou podem ter alguma forma de energia. Do mesmo jeito, ele ressalta, com o desenho de um ônibus, que a energia é importante nesse meio de transporte (questão 5).

Considera-se, portanto, com base no antes e no depois das respostas dos testes e, mais do que isso, fundamentado em todo o processo de ensino registrado nesta pesquisa, que estes alunos apresentaram indícios de aprendizagem dos conceitos



abordados. Nesse sentido, entende-se que a intervenção foi bem-sucedida. Na seção 7, estão as considerações finais, onde se indica o que foi melhor executado e o que pode ser melhorado, nesta proposta, no futuro.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como objetivo principal investigar a implementação de múltiplos recursos tecnológicos elencados em uma UEI e, com base nos resultados, apresentados na seção anterior, descreve-se como um desfecho (não definitivo) para esta pesquisa, as respostas aos seguintes questionamentos, os quais são inspirados em Zabala (1998):

1) Como a proposta ajudou a melhorar (ou não) a prática educativa para surdos na escola pesquisada?

2) Que experiências, modelos, exemplos e propostas de ensino foram adequados, ou não, para implementação nesta pesquisa?

3) Como os resultados obtidos por outros pesquisadores, em outros contextos educacionais, puderam (ou não) ser total ou parcialmente aplicados ao contexto da educação de surdos?

4) Que resultados empíricos podem justificar, de forma substancial, o uso da Teoria da Mediação Cognitiva (TMC) para surdos, e se eles têm um regime de validade que corrobora a metodologia utilizada e essa teoria de Aprendizagem?

5) Os resultados se aplicam somente aos alunos surdos, independentemente do ponto de partida, ou sem considerar as condições em que se encontram ou os meios de que dispõem, ou podem ser expandidos para outros contextos educacionais por meio de um *Design Universal* para a Aprendizagem?

Com relação ao primeiro questionamento, verificou-se, *in loco*, que a UEI proporcionou uma oportunidade única de trabalhar com diferentes aspectos da formação dos alunos pesquisados, mais especificamente os diferentes níveis de representação dos fenômenos físicos relacionados ao tema Energia Mecânica e sua conservação. Observou-se que os alunos pesquisados tinham uma visão restrita do conceito de energia, restringindo-o ao da energia elétrica, e, ao final do processo de ensino e aprendizagem, vê-se uma considerável mudança na postura deles, algo que confirmou o êxito da proposta. Considerando o segundo questionamento, observou-se que os recursos utilizados nesta pesquisa foram, em sua grande maioria, adequados aos alunos participantes, com exceção de três intimamente relacionados à comunicação, os quais são:

- a) o aplicativo de análise de vídeo *Vid Analysis-free* - resultados obtidos por Moraes (2019) não foram alcançados nesta pesquisa devido a problemas logísticos, como falta de acesso à *internet* e espaço de armazenamento no celular de alguns alunos participantes da pesquisa, e por estar todo em inglês;
- b) o *plugin* de tradução automática - foi utilizado brevemente durante a apresentação de um vídeo, mas não proporcionou a tradução adequada, algo criticado pelo Professor P; e
- c) os questionários escritos - deixaram os alunos desconfortáveis, sendo uma preocupação para pesquisas futuras considerar somente o registro em vídeo, quando se tratar de alunos surdos.

Quanto ao questionamento 3, destaca-se que as atividades, originalmente planejadas, tiveram que ser modificadas algumas vezes, por inúmeros motivos, entre eles, direta e indiretamente a própria pandemia de Covid-19. Inicialmente, havia se planejado um teste piloto para 2020, mas, os acontecimentos registrados a partir de março desse ano, impediram que o teste piloto fosse realizado.

Salientou-se que, antes da pandemia, as atividades desenvolvidas para esta pesquisa foram elaboradas para ocorrerem de forma presencial, com base no referencial elencado na seção 2. Porém, com a paralisação e a retomada do ensino no modelo remoto, como descrito na seção 5, foi preciso adaptar toda a pesquisa, criando e adaptando o conteúdo para o ensino remoto e quando, finalmente, a janela de aplicação da UEI convergiu para a ordem cronológica de aplicação no planejamento Curricular do Professor P, retornou-se para o ensino presencial.

Ainda assim, as modificações realizadas para o ensino remoto foram oportunas, como a criação de duas simulações no aplicativo *Scratch*, que facilitaram a execução de atividades, já que elas podem ser executadas diretamente no navegador do celular ou computador, ao estilo *plug & play*, sem a necessidade de instalar nenhum *plugin*, *App* ou *software*. Logo, a simulação da queda de uma bola de Boliche feita no *Scratch*, substituiu o uso do *software Modellus* (WOLFF, 2015), enquanto a simulação de uma criança no pula-pula, substituiu a simulação “Energia Trapezista”, do LabVirt da USP.

As duas simulações foram adaptadas de projetos disponibilizados na plataforma de programação do *Scratch*, e o desenvolvimento deles foi necessário e importante, já que,

em 2020, também foi encerrado e descontinuado o uso do plugin *JAVA* para navegadores, o que impossibilitou a utilização de algumas simulações que estavam disponíveis no Banco Internacional de Objetos Educacionais (BIOE).

Considerando o quarto questionamento, com base nos resultados expostos na seção anterior, tem-se indícios que corroboram a eficácia da Teoria da Mediação Cognitiva (TMC) como uma boa escolha de referencial teórico para o desenvolvimento desta pesquisa. Do ponto de vista da mediação psicofísica, verificou-se os alunos interagindo com experimentos ao longo de toda a UEI, ressaltando o aspecto do nível sensorial da representação dos fenômenos físicos (GABEL, 1993) abordados aqui.

Do ponto de vista da mediação Social, percebeu-se, *in loco*, o quanto o ensino presencial é muito importante. Teve-se esse diagnóstico na interação dinâmica entre os participantes desta pesquisa, sendo possível traçar um paralelo entre o engajamento dos alunos durante as aulas remotas e nas aulas presenciais. Nesse sentido, teve-se maior participação, ressaltando o aspecto social como muito importante na formação desses alunos, seja pelo fim do isolamento linguístico imposto pelo distanciamento físico durante as aulas remotas, ou pelo *feedback* mais rápido entre professor e aluno, que ocorre de forma presencial.

Referentemente à Mediação cultural, o interesse dos alunos aumentou ao terem contato com o ensino contextualizado, e se optou utilizar o *Skate* como um fator cultural para o ensino de Física, aproveitando a projeção desse esporte em sua estreia nas Olimpíadas de Tóquio – 2020<sup>62</sup>, que culminou na implementação da unidade de ensino. As artes circenses foram igualmente utilizadas para trabalhar alguns conteúdos, já que demonstram, de forma mais expressiva, como o conhecimento físico está presente em muitas atividades humanas, e como se pode enriquecer o currículo de Física no Ensino Médio utilizando contextos próximos à realidade do aluno.

Constatou-se o caráter predominante da mediação Hiper-cultural neste estudo, sendo verificado na maioria das aulas, onde foram utilizados slides com *gifs* animados, contendo animações de conceitos físicos, como o trabalho de uma força, a utilização de simuladores, o uso do celular para auxiliar na escrita da língua portuguesa, a pesquisa na *internet* para mostrar a imagem de um local ou objeto que surgiu das dúvidas e inquietações

---

<sup>62</sup> Evento que ocorreu em 2021, em virtude da pandemia.

dos estudantes. Por todos esses motivos, foi considerada profícua a utilização da TMC nesta pesquisa.

Por fim, tem-se como resposta, para a quinta pergunta, que se pretende desenvolver outras UEI para surdos, que contemplem outros conteúdos ligados à Física clássica (mecânica, termodinâmica, ondulatória, óptica, eletromagnetismo) e à Física moderna (partículas elementares, mecânica quântica, relatividade, radiações ionizantes). Porém, deseja-se ir além. Almeja-se que a metodologia de ensino defendida nesta pesquisa possa atender, de alguma forma, outros contextos educacionais, sejam eles da educação regular, especial e/ou inclusiva.

Essas duas modalidades de ensino, a Educação Especial e a Educação Inclusiva, são a principal perspectiva futura de investigação, pois as demandas desses contextos educacionais são mais urgentes, e pesquisas nessas áreas são sobretudo necessárias. Esse desafio é complexo, já que envolve pensar em estratégias multifacetadas que contemplem as necessidades específicas de cada aluno (vidente, ouvinte, neurotípico, cego, com baixa visão, surdo, surdo-cego, deficiente intelectual, autista ou outro).

Exemplificando com o caso de alunos cegos ou com baixa visão, nota-se que muitas estratégias utilizadas na UEI exposta nesta pesquisa, sofreriam modificações importantes, e discute-se de forma teórica e puramente conjectural algumas dessas possíveis modificações. Certamente, o foco, no aspecto visual, para o aluno surdo (CAMPELLO, 2008) migraria para o tátil e para o sonoro (CAMARGO, 2012), focando ainda mais na *mediação cognitiva psicofísica*, para o caso do aluno cego ou com baixa visão. E novos recursos de TA devem ser considerados, sejam eles analógicos ou digitais, tal como o leitor de tela para as simulações.

Algumas experiências elencadas aqui podem sofrer modificações ou ser substituídas por outras, como a pista de *Skate* (apresentada na simulação e nas reportagens), que pode ser substituída por uma pista de brinquedo com uma rampa ou *loop* (e.g. *hot wheels*), para demonstrar os princípios de conservação de energia, de forma tátil para os alunos cegos. Já os dois experimentos (carro de brinquedo e a queda de bolas) podem ser mantidos, porém, nesse caso, os aspectos tátil e sonoro devem ser ressaltados, fazendo o aluno tatear o experimento do carrinho, verificando com as mãos, as linhas e polias usadas para converter a energia potencial gravitacional do contrapeso em energia cinética no carrinho. O aluno cego, pode também ouvir o som da queda da bolinha de massa

de diferentes alturas e relacionar a dissipação de energia com os diferentes sons e o formato da bola após atingir o chão.

É possível, do mesmo modo, fazer a bolinha cair na mão do aluno, a partir de diferentes alturas, para que ele possa sentir as diversas intensidades do impacto com a sua mão, relacionando que, quanto maior a altura, mais energia potencial a bolinha terá e, até chegar à sua mão, maior será a velocidade dela, quando ocorrer a transformação de energia potencial gravitacional em energia cinética. Todavia, podem parecer muito complexos os fenômenos aparentemente inacessíveis aos sentidos dos alunos, como o ensino de óptica para alunos cegos (CAMARGO, 2012; SILVEIRA; BARTHEM; SANTOS, 2019) ou o ensino de ondas sonoras para alunos surdos (LANG, 1981; TRUNCALE; GRAHAM, 2014; VONGSAWAD *et al.*, 2016).

Assim sendo, ressalta-se que a criação de novas UEI's se faz necessária, tal como apontado ao longo desta pesquisa. E, mais do que isto, espera-se divulgar os resultados obtidos neste estudo, para que outros pesquisadores tomem conhecimento das questões aqui levantadas. Intenciona-se gerar reflexão e mais envolvimento e, talvez, fomentar o interesse por essa causa, a Educação Especial e/ou verdadeiramente inclusiva.

## REFERÊNCIAS

- ÁFIO, Aline Cruz; CARVALHO, Aline Tomaz; CARVALHO, Luciana Vieira; SILVA, Andréa Soares; PAGLIUCA, Lorita Marlina. Avaliação da acessibilidade de tecnologia assistiva para surdos. **Revista Brasileira de Enfermagem**, Brasília, v. 69, n. 5, p. 833-839, out. 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0034-7167.2016690503>. Acesso em: 29 maio 2019.
- AL-HILAWANI, Yasser. Metacognition and group differences: A comparative study. **Exceptionality**, v. 22, n. 3, p. 173-189, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/09362835.2013.872565>. Acesso em: 15 abr. 2020.
- ALSADOON, Elham; TURKESTANI, Maryam. Virtual Classrooms for Hearing-impaired Students during the Coronavirus Covid-19 Pandemic. **Revista Romaneasca Pentru Educatie Multidimensionala**, v. 12, n. 12, p. 1-8, June 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18662/rrem/12.1sup2/240>. Acesso em: 11 mar. 2021.
- ALVES, Ines; PINTO, Paula Campos; PINTO, Teresa Janela. Developing inclusive education in Portugal: evidence and challenges. **Prospects**, v. 49, n. 3-4, p. 281-296, Oct. 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s11125-020-09504-y>. Acesso em: 08 mar. 2021.
- AMAZONAS. Secretaria de Estado dos Direitos da Pessoa Com Deficiência - SEPED. Governo do Estado do Amazonas. **Projeto 'Giulia, Mãos que Falam' será destaque em programa de televisão em rede nacional**. 2016. Disponível em: <http://www.amazonas.am.gov.br/2016/03/projeto-giulia-maos-que-falam-sera-destaque-em-programa-de-televisao-em-rede-nacional/>. Acesso em: 12 maio 2020.
- ARTIGUE, Michèle. Ingénierie didactique. **Recherches en didactique des mathématiques**, v. 9, n. 3, p. 281-308, 1988.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 15290: Acessibilidade em comunicação na televisão**. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.
- AUSUBEL, David. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano, 2003. v. 1.
- BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996. 316 p.
- BARBETTA, Pedro Alberto. **Estatística Aplicada às Ciências Sociais**. 8. ed. Florianópolis: UFSC, 2012. 318 p.
- BARBOSA, João Paulino; BORGES, Antonio Tarciso. O entendimento dos estudantes sobre energia no início do ensino médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 23, n. 2, p. 182-217, 2006.
- BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições, 2016. v. 70.

BARTELMEBS, Roberta Chiesa; TEGON, Maria Milena. ASTRONOMIA NO GOOGLE CLASSROOM: uma experiência da formação continuada em tempos de pandemia. **Extensão em Foco**, v. 1, n. 23, p. 287-307, jun. 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/ef.v0i23.80419>. Acesso em: 03 nov. 2022.

BENTES, José Anchieta; HAYASHI, Maria Cristina. Normalidade, diversidade e alteridade na história do Instituto Nacional de Surdos. **Revista Brasileira de Educação**, v. 21, n. 67, p. 851-874, dez. 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-24782016216744>. Acesso em: 28 out. 2019.

BERSCH, Rita. **Introdução à tecnologia assistiva**. Porto Alegre: CEDI, 2017. v. 21.

BERSCH, Rita; SCHIRMER, Carolina. Tecnologia Assistiva no processo educacional. In: **Ensaio Pedagógico: Construindo Escolas Inclusivas**. Brasília. Distrito Federal: Ministério da Educação; Secretaria de Educação Especial, 2005.

BERTOLAMI, Orfeu; GOMES, Cláudio. Energia Escura, **Revista Ciência Elementar**, v. 5, n. 4, p. 65-67, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.24927/rce2017.065>. Acesso em: 10 ago. 2022.

BERTOLDO, Leandro. **Teoria do Ímpeto**. São Paulo: Bibliomundi, 2020.

BHAKTHAVATSALAM, Sindhuja; SUN, Weimin. A virtue epistemological approach to the demarcation problem. **Science & Education**, v. 30, n. 6, p. 1421-1452, 2021.

BLANCO, Rosa; BAPTISTA, Cláudio Roberto; OSÓRIO, Antônio Carlos; PIANTINO, Lurdinha Danezy; MOURA, Margarida Araújo; MOURA, Débora Araújo; ... BELISÁRIO FILHO, José Ferreira. **Ensaio Pedagógico: construindo escolas inclusivas**. Brasília: MEC; EESP, 2005.

BOURDEAU, Simon; COULON, Thibaut; PETIT, Marie-Claude. Simulation-based training via a “Readymade” virtual world platform: teaching and learning with minecraft education. **IT Professional**, v. 23, n. 2, p. 33-39, 2021.

BRASIL. **Apresentação — documentação Manual de Instruções da Ferramenta VLibras Widget 6.0.0**. 2020. Disponível em: <https://vlibras.gov.br/doc/widget/introduction/presentation.html>. Acesso em: 7 abr. 2020.

BRASIL. **Lei nº 10.436, de 24 abr. 2002**. Dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais-Libras e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União, 2002.

BRASIL. **Lei nº 12.319, de 1º set. 2010**. Regulamenta a profissão de Tradutor e Intérprete da Língua Brasileira de Sinais - LIBRAS. Brasília: Diário Oficial da União, 2010.

BRASIL. **Lei nº 14.191, de 3 de agosto de 2021**. Altera a Lei nº 9.394, de 20 dez. 1996 (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional), para dispor sobre a modalidade de educação bilíngue de surdos. Brasília: Diário Oficial da União, 2021a.

BRASIL. Ministério da Educação. **Censo escolar 2021: divulgação dos resultados**. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira - INEP, 2022.



BRASIL. Ministério da Educação. **Resumo técnico**: Censo da Educação Básica 2020. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira - INEP, 2021b.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Base nacional comum curricular**. Brasília, 2018. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf). Acesso em: 16 abr. 2020.

BRASIL. Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Secretaria de Governo Digital (SGD). **Manual de Instalação da Ferramenta VLibras Widget**. 2020. Disponível em: <https://vlibras.gov.br/doc/widget/introduction/presentation.html>. Acesso em: 7 abr. 2020.

BREITENBACH, Fabiane Vanessa; HONNEF, Cláucia; COSTAS, Fabiane Adela. Educação inclusiva: as implicações das traduções e das interpretações da declaração de Salamanca no Brasil. **Ensaio: avaliação e políticas públicas em educação**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 91, p. 359-379, jun. 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0104-40362016000200005>. Acesso em: 7 abr. 2020.

BROCHADO, Sonia Maria; LACERDA, Cristina Broglia; ROCHA, Luiz Renato. Projeto de pesquisa: *software* glossário de informática com aplicação de libras e de tecnologia de captura de movimento 3d. **Journal of Research in Special Educational Needs**, v. 16, p. 905-908, ago. 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1111/1471-3802.12348>. Acesso em: 7 abr. 2020.

CAIADO, Katia Regina; MELETTI, Silvia Márcia. Educação especial na educação do campo: 20 anos de silêncio no GT 15. **Revista Brasileira de Educação Especial**, v. 17, p. 93-104, 2011.

CALHEIRO, Lisiane Barcellos; GARCIA, Isabel Krey. Proposta de inserção de tópicos de física de partículas integradas ao conceito de carga elétrica por meio de unidade de ensino potencialmente significativa. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 19, n. 1, p. 177-192, 2016.

CAMARGO, Eder Pires. **Saberes docentes para a inclusão do aluno com deficiência visual em aulas de Física**. São Paulo: Unesp, 2012.

CAMPELLO, Ana Regina. **Aspectos da visualidade na Educação de Surdos**. 2008. 245 f. Tese (Doutorado em Educação) – Curso de Doutorado de Educação, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis, 2008.

CARDOSO, Fabiano César; BOTAN, Everton; FERREIRA, Miriam Raquel. **Sinalizando a Física 1**: vocabulário de mecânica. Sinop: UFMT, 2010. v. 1. Disponível em: <https://onedrive.live.com/redirect?resid=915DFE9E59D7E613%212538>. Acesso em: 27 nov. 2019.

CARDOSO, Milena Jansen; ALMEIDA, Gil Derlan; SILVEIRA, Thiago Coelho. Formação continuada de professores para uso de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC)

no Brasil. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 29, p. 97-116, fev. 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5753/rbie.2021.29.0.97>. Acesso em: 7 abr. 2020.

CAROBIN, Cláudia; ANDRADE NETO, Agostinho Serrano. Um exemplo do uso de simulações computacionais aplicadas no ensino de equilíbrio químico para estudantes de ensino médio. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 4, p. 144-145.1, 2003.

CARVALHO, Dariel. **Software em língua portuguesa/libras com tecnologia de realidade aumentada: ensinando palavras para alunos com surdez**. 2011. 143f. Tese (Doutorado em Filosofia) - Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Marília, 2011.

CARVALHO, Dariel; MANZINI, Eduardo José. Aplicação de um programa de ensino de palavras em Libras utilizando tecnologia de realidade aumentada. **Revista Brasileira de Educação Especial**, Bauru, v. 23, n. 2, p. 215-232, jun. 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-65382317000200005>. Acesso em: 3 jun. 2019.

CARVALHO, Luiz Cláudio. **Lendas da identidade: o conceito de Literatura Surda em perspectiva**. Curitiba: Appris, 2019.

CHARMATZ, Marc. Postsecondary education, Covid-19, and students with disabilities. **Disability Compliance For Higher Education**, v. 26, n. 2, p. 1-3, Aug. 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1002/dhe.30899>. Acesso em: 08 mar. 2021.

CHEVALLARD, Yves. **La transposición didáctica: del saber ábio al saber enseñado**. Buenos Aires: Aique, 2000.

CHIU, Hsiao-Ping LIU, Chien-Hsiou; HSIEH, Ching-Lin; LI, Rong-Kwer. Essential needs and requirements of mobile phones for the deaf. **Assistive Technology**, v. 22, n. 3, p. 172-185, Aug. 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/10400435.2010.483652>. Acesso em: 23 out. 2019.

COELHO, Ricardo. On the concept of energy: how understanding its history can improve physics teaching. **Science & Education**, v. 18, n. 8, p. 961-983, 2009.

CORREIA, Bruna Gomes; GUIMARÃES, Carmen Regina. Unidade de ensino potencialmente significativa como elemento facilitador da aprendizagem de ciências biológicas no ensino médio. **Scientia Plena**, v. 16, n. 7, p. 01-14, ago. 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14808/sci.plena.2020.072701>. Acesso em: 24 jun. 2021.

COSTA, Raquel Mendes. **Surdos: processo ensino aprendizagem na distorção idade-série dos alunos surdos do ensino fundamental e médio**. São Paulo: Dialética, 2022.

COZENDEY, Sabrina Gomes; PESSANHA, Márlon Caetano; COSTA, Maria da Piedade. Vídeos didáticos bilíngues no ensino de leis de Newton. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 3, p. 35041-35047, set. 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s1806-11172013000300023>. Acesso em: 16 set. 2019.

CUNHA, Patrícia Marcondes. Cenas do atendimento especial em uma escola bilíngue: os discursos sobre a surdez e a produção de redes de saber-poder. In: QUADROS, R.; PERLIN, G. (Org.). **Estudos surdos II**. Petrópolis: Arara Azul, 2007. v. 267, p. 38-85.

DA RONCH, Sthefen Fernando; ZOCH NETO, Alana; LOCATELLI, Aline. Aplicação da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) para introdução dos conteúdos de química e biologia no ensino médio. **Revista Polyphonia**, v. 26, n. 2, p. 129-142, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.5216/rp.v26i2.38306>. Acesso em: 24 jun. 2021.

DALBON, Eliane Siviero; MERLI, Renato Francisco. Adequação de uma atividade de modelagem matemática para uma unidade de ensino potencialmente significativa. **Revista Paranaense de Educação Matemática**, v. 8, n. 16, p. 179-205, dez. 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33871/22385800.2019.8.16.179-205>. Acesso em: 24 jun. 2021.

DAMASIO, Felipe; SILVA, Digiane Reis. Res prévios para unidades de ensino potencialmente significativas na educação básica de física. **Revista Técnico Científica do IFSC**, v. 1, n. 5, p. 763, 2013.

DAVYDKOV, Vladimir. V.; KHRISTOFOROV, Valery. V.; PETROV, Nikita Yu.; BEREZIN, Nikolai Yu. Multimedia support for physics laboratory works in groups with auditory constraints. In: International Scientific-Technical Conference on Actual Problems of Electronics Instrument Engineering (APEIE). 14., 2018, Novosibirsk: **Proceedings ...** Novosibirsk: IEEE, 2018. p. 274-277.

DEWEY, John. **How we think**: A restatement of the relation of reflective thinking to the educative process. New York: Courier Corporation, 1997.

DUARTE, Soraya Bianca R.; CHAVEIRO, Neuma; FREITAS, Adriana Ribeiro; BARBOSA, Maria Alves; PORTO, Celmo Celso; FLECK, Marcelo Pio A. Aspectos históricos e socioculturais da população surda. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, v. 20, n. 4, p. 1713-1734, dez. 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0104-597020130005000015>. Acesso em: 18 jun. 2021.

ESPORTE ESPETACULAR. Bob Burnquist vence a Megarampa e cadeirante completa salto pela primeira vez. **Globoplay**, Vista, 10, nov. 2019. Disponível em: <https://globoplay.globo.com/v/8075887/>. Acesso em: 18 ago. 2022.

ESQUEMBRE, Francisco. Computers in physics education. **Computer Physics Communications**, v. 147, n. 1-2, p. 13-18, ago. 2002. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1016/s0010-4655\(02\)00197-2](http://dx.doi.org/10.1016/s0010-4655(02)00197-2). Acesso em: 7 jun. 2021.

FACCIN, Franciele. **Implementação de unidades de ensino potencialmente significativas sobre física térmica para alunos do 2º ano do ensino médio**. 2015. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Educação de Matemática e Ensino de Física, Curso de Mestrado, Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Santa Maria, 2015.

FERREIRA, Marcello; SILVA FILHO, Olavo; MOREIRA, Marco Antonio, FRANZ, Gustavo; PORTUGAL, Khalil; NOGUEIRA, Danielle. Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre óptica geométrica apoiada por vídeos, aplicativos e jogos para smartphones. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 42, p. 1-13, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2020-0057>. Acesso em: 18 jun. 2021.

FESTA, Flavio; MASSONI, Neusa Teresinha; PUREUR NETO, Paulo. Proposta didática para desenvolver o tema supercondutividade no Ensino Médio. **Textos de Apoio Ao Professor de Física – IF-UFRGS**. Porto Alegre, p. 1-77. Nov. 2015.

FREITAS, Savana dos Anjos. **Um estudo da utilização didática de ferramentas de cognição extracerebrais por estudantes do ensino fundamental: Evidências de Aprendizagem Significativa do modelo do átomo de Bohr**. Dissertação (Mestrado em Ciências e Matemática) - Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Luterana do Brasil, Curso de Mestrado, Canoas, 2019.

FREITAS, Savana dos Anjos; ANDRADE NETO, Agostinho Serrano. A utilização do jogo Angry Birds Space na aprendizagem de conceitos de lançamento de projéteis e de gravidade no ensino fundamental: uma proposta de unidade de ensino potencialmente significativa. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 1, n. 2, p. 214-225, dez. 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5335/rbecm.v1i2.8983>. Acesso em: 25 jun. 2021.

FREITAS, Savana dos Anjos; ANDRADE NETO, Agostinho Serrano. Use of different external mediating mechanisms of the Bohr atom model: evidence of meaningful learning through verbal-gestural analysis in elementary school students. **Acta Scientiae**, v. 21, n. 4, p. 133-148, set. 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.17648/acta.scientiae.v21iss4id5253>. Acesso em: 25 jun. 2021.

GABEL, Dorothy. Use of the particle nature of matter in developing conceptual understanding. **Journal Of Chemical Education**, v. 70, n. 3, p. 193, Mar. 1993. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1021/ed070p193>. Acesso em: 20 nov. 2019.

GALVÃO FILHO, Teófilo Alves; DAMASCENO, Luciana Lopes. Programa InfoEsp: Premio Reina Sofia 2007 de Rehabilitación y de Integración. In: **Boletín del Real Patronato Sobre Discapacidad**, Ministerio de Educación, Política Social y Deporte, Madrid, Espanha. n. 63, p. 14- 23. Apr. 2008.

GEE, Kent. The Rubens tube. In: MEETINGS ON ACOUSTICS. 1., 2009, San Antonio. **Proceedings...** San Antonio, v. 8, n. 1, p. 1-9, out. 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1121/1.3636076>. Acesso em: 24 ago. 2020.

GIGLIO, Kamil; SOUZA, Marcio Vieira; SPANHOL, Fernando José. Redes sociais e ambientes virtuais: reflexões para uma educação em rede. In: SOUZA, Márcio Vieira; GIGLIO, Kamil (Org.). **Mídias digitais, redes sociais e educação em rede: experiências na Pesquisa e extensão universitária**. São Paulo: Blücher, 2015. Cap. 10. p. 105-119. (Coleção Mídia, Educação, Inovação e Conhecimento).

GILBERT, John; TREAGUST, David (Ed.). **Multiple representations in chemical education**. Dordrecht: Springer, 2009. 367 p. (Models and Modeling in Science Education, v. 4). Disponível em: [10.1007/978-1-4020-8872-8](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8872-8). Acesso em: 16 ago. 2022.

GRIEBELER, Adriane. **Inserção de tópicos de física quântica no ensino médio através de uma unidade de ensino potencialmente significativa**. 2012. 135 f. Dissertação (Mestrado em Física) - Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física, Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre, 2012. Cap. 7. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/61844>. Acesso em: 1 jun. 2022.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física: mecânica**. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016. v. 1.

HENRIQUE, Mychelline Souto; SILVA, Carla Taciana; SILVA, Danielle Rousy; TEDE, Patricia Cabral. Uma revisão sistemática da literatura sobre o uso de teorias de aprendizagem em *softwares* educacionais. **Renote**, v. 13, n. 2, p. 1-10, dez. 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.22456/1679-1916.61434>. Acesso em: 3 nov. 2022.

HEWITT, Paul. **Física conceitual**. 12. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

JOHNSON, Cheryl Deconde. Remote learning for children with auditory access needs: what we have learned during Covid-19. **Seminars In Hearing**, v. 41, n. 4, p. 302-308, Nov. 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1055/s-0040-1718715>. Acesso em: 1 jun. 2021.

KASSAR, Mônica de Carvalho. A formação de professores para a educação inclusiva e os possíveis impactos na escolarização de alunos com deficiências. **Cadernos Cedes**, v. 34, p. 207-224, 2014.

KASSAR, Mônica de Carvalho. Educação especial na perspectiva da educação inclusiva: desafios da implantação de uma política nacional. **Educar em Revista**, n. 41, p. 61-79, set. 2011. DOI <http://dx.doi.org/10.1590/s0104-40602011000300005>. Acesso em: 24 jun. 2021.

KOSLOWSKI, Lorena. O modelo bilíngue/bicultural na educação do surdo. **Anais do V Seminário Nacional do INES. Rio de Janeiro**, 2000.

KRITZER, Karen; SMITH, Chad. Educating Deaf and Hard-of-Hearing Students During Covid-19: what parents need to know. **The Hearing Journal**, v. 73, n. 8, p. 32, ago. 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1097/01.hj.0000695836.90893.20>. Acesso em: 1 mar. 2021.

KUHN, Jeff. Minecraft: Education Edition. **Calico journal**, v. 35, n. 2, p. 214-223, 2018.

KYLE, Jim. O ambiente bilíngue: alguns comentários sobre o desenvolvimento do bilinguismo para os surdos. In: SKLIAR, Carlos (Org.). **Atualidade da educação bilíngue para surdos**. Processos e projetos pedagógicos. Vol. 1. Porto Alegre: Mediação, 2009.p. 15-26.

LANG, Harry. Acoustics for deaf physics students. **The Physics Teacher**, v. 19, n. 4, p. 248-249, abr. 1981. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1119/1.2340768>. Acesso em: 11 set. 2019.

LANG, Harry. Teaching Physics to the Deaf. **The Physics Teacher**, v. 11, n. 9, p. 527-531, dez. 1973. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1119/1.2350169>. Acesso em: 11 set. 2019.

LANNA JÚNIOR, Mario Cléber (Comp.). **História do Movimento Político das Pessoas com Deficiência no Brasil**. Brasília: Secretaria de Direitos Humanos. Secretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa Com Deficiência, 2010. 443 p.

LOCATELLI, Aline; SANTOS, Karine; ZOCH, Alana. Unidade de ensino potencialmente significativa para o ensino de química orgânica, abordando a temática dos agrotóxicos. **Revista Areté - Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, v. 9, n. 18, p. 173-181, maio 2017. ISSN 1984-7505. Disponível em: <http://periodicos.uea.edu.br/index.php/arete/article/view/204>. Acesso em: 6 jun. 2022.

LYNN, Matthew; TEMPLETON, David; ROSS, Annemarie; GEHRET, Austin; BIDA, Morgan; SANGER II, Timothy; PAGANO, Todd. Successes and challenges in teaching chemistry to deaf and hard-of-hearing students in the time of Covid-19. **Journal Of Chemical Education**, v. 97, n. 9, p. 3322-3326, 6 Aug. 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00602>. Acesso em: 2 mar. 2021.

MACEDO, Lino. **Ensaio pedagógico: como construir uma escola para todos?** Brasília: Artmed, 2009.

MACHADO, Paulo César. Integração/Inclusão na escola regular: um olhar do egresso surdo. In: QUADROS, Ronice Müller (Org.). **Estudos surdos I**. Petrópolis: Arara Azul, 2006. v 1, p. 38-75.

MAK, Michael; NG, Thomas. The art and science of Feng Shui - a study on architects' perception. **Building and Environment**, v. 40, n. 3, p. 427-434, 2005.

MALAIA, Evie; WILBUR, Ronnie. Kinematic signatures of telic and atelic events in asl predicates. **Language and Speech**, v. 55, n. 3, p. 407-421, 21 Nov. 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1177/0023830911422201>. Acesso em: 25 set. 2019.

MALONEY, John; BURD, Leo; KAFAI, Yasmin; RUSK, Natalie; SILVERMAN, Brian; RESNICK, Mitchel. Scratch: a sneak preview [education]. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON CREATING, CONNECTING AND COLLABORATING THROUGH COMPUTING. 2., Kyoto, 2004. **Proceedings ...** Kyoto: IEEE, 2004. p. 104-109.

MANASSI, Norton Pizzi; NUNES, Camila da Silva; BAYER, Arno. Uma unidade de ensino potencialmente significativa (UEPS) no contexto do ensino de matemática financeira. **Educação Matemática em Revista**, v. 2, n. 15, p. 54-62, set. 2014.

MANTZIKOS, Constantinos; LAPPA, Christina. Difficulties and barriers in the education of deaf and hard of hearing individuals in the era of Covid-19: The case of Greece - a viewpoint article. **European Journal of Special Education Research**, v. 6, n. 3, p. 75-95,

Oct. 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.46827/ejse.v6i3.3357>. Acesso em: 10 mar. 2021.

MARRARA, S.; SAIJA, R.; WANDERLINGH, U.; VASI, S. Minecraft: A means for the teaching and the disclosure of physics. **Il Nuovo Cimento C**, v. 44, n. 4-5, p. 1-4, 2021

MARSCHARK, Marc; HAUSER, Peter (Ed.). **Deaf cognition: Foundations and outcomes**. New York: Oxford University Press, 2008.

MARSCHARK, Marc; SAPERE, Patricia; CONVERTINO, Carol; SEEWAGEN, Rosemarie; MALTZEN, Heather. Comprehension of sign language interpreting: Deciphering a complex task situation. **Sign Language Studies**, v. 4, n. 4, p. 345-368, 2004. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1353/sls.2004.0018>. Acesso em: 25 set. 2019.

MARTINS, Vanessa Regina; NICHOLS, Guilherme; TORRES, Regina Célia; BONFIM, Tatiane Cristina; FORNARI, Rodrigo Vecchio; ...; MOREIRA, Jéssica Leite. Atenção bilíngue virtual para crianças surdas em meio à Pandemia do "Coronavírus"-Covid-19. *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO E TECNOLOGIAS| ENCONTRO DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA. 2020. São Carlos: **Anais ...** São Carlos: CIET; EnPED, 2020.

MAY, Tania; TONEY, Alexandra; COLLYER, Lee; STEWART, Liz; LYNN, Rebecca; KITZKE, Paula; STORY, Jennifer; GUZMAN, Ryan. **Reopening Washington schools 2020: Special education guidance**. Washington: Office of Superintendent of Public Instruction, 2020.

MILGROM, Mordehai. A modification of the Newtonian dynamics as a possible alternative to the hidden mass hypothesis. **The Astrophysical Journal**, v. 270, p. 365-370, 1983.

MINAYO, Maria Cecília (Org.). **Pesquisa Social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis: Vozes, 2013. 111 p. (Coleção Temas Sociais).

MORAES, Erelaine Patrícia. **Implementação de unidade de ensino potencialmente significativa no ensino da cinemática e introdução ao conceito de energia**. 2019. 159 f. Dissertação (Mestrado em Física) - Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF), Universidade Federal Fluminense - UFF, Volta Redonda, 2019. Cap. 8

MORALES, Tatiane Gilio; CARVALHO, Hercilia Alves; PHILIPPSEN, Gisele Strieder. Sequência didática sobre ondas sonoras: relato de uma experiência docente na educação de jovens e adultos inclusiva para surdos. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 11, p. 84689-84699, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv6n11-037>. Acesso em: 24 jun. 2021.

MOREIRA, Marco Antônio. Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas – UEPS. **Aprendizagem Significativa em Revista**, Porto Alegre, v. 2, n. 1, p. 43-63, ago. 2011. Disponível em: [http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo\\_ID10/v1\\_n2\\_a2011.pdf](http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID10/v1_n2_a2011.pdf). Acesso em: 1 jun. 2022.

MOREIRA, Maria Cristina; PEREIRA, Marcus Vinicius; VASCONCELLOS, Roberta Flavia. A energia na visão de professores de ciências em um curso de formação continuada a distância. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 5, n. 1, 2015.

MORTIMER, Eduardo Fleury. **Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências**. Belo Horizonte: UFMG, 2000. 383 p.

NEVES, Clarissa Eckert. Desafios da educação superior. **Sociologias**, n. 17, p. 14-21, jun. 2007. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s1517-45222007000100002>. Acesso em: 24 jun. 2021.

NUNES, Sylvia da Silveira; SAIA, Ana Lúcia; SILVA, Larissa Jorge; MIMESSI, Soraya D'Angelo. Surdez e educação: escolas inclusivas e/ou bilíngues? **Psicologia Escolar e Educacional**, Maringá, v. 19, n. 3, p. 537-545, dez. 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/2175-353920150193892>. Acesso em: 13 mar. 2019.

OLIVEIRA, Sara Pereira; SOUSA, Thiago Ferreira; OLIVEIRA, Miliane Barreto; ALVES, Élide Soares. Ações do projeto comunicação acessível em Libras durante a pandemia de Covid-19. **Raízes e Rumos**, v. 8, n. 2, p. 134–144, 2020.

OLIVEIRA, Verônica Rosemary. **O ensino do som como conteúdo de Física para alunos surdos: um desafio a ser enfrentado**. 2017. 145 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Curso de Mestrado em Educação, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2017. Cap. 4. Disponível em: [https://tede.unioeste.br/bitstream/tede/3415/5/Ver%c3%b4nica\\_Oliveira2017.pdf](https://tede.unioeste.br/bitstream/tede/3415/5/Ver%c3%b4nica_Oliveira2017.pdf). Acesso em: 20 nov. 2019.

OMOTE, Sadao. Atitudes sociais em relação à inclusão: recentes avanços em pesquisa. **Revista Brasileira de Educação Especial**, Bauru, v. 24, n. esp., p. 21-32, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-65382418000400003>. Acesso em: 28 out. 2019.

OPSOMER, Jan; JIMÉNEZ, Aurelio Pérez; LÓPEZ, José. García; AGUILAR, Rosa María. Antiperistasis: a platonic theory. *In*: JIMÉNEZ, Aurelio Pérez; LÓPEZ, José. García; AGUILAR, Rosa María (Ed.). **Plutarco, Platón y Aristóteles**: actas del V congreso internacional de la i.p.s. Madrid-Cuenca: Ediciones Clásicas S.A., 1999. p. 417-430.

PARTON, Becky Sue. Glass vision 3D: digital discovery for the deaf. **Techtrends**, v. 61, n. 2, p. 141-146, 28 maio 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s11528-016-0090-z>. Acesso em: 11 nov. 2019.

PARTON, Becky Sue; HANCOCK, Robert; CRAIN-DOROUGH, Mindy; OESCHER, Jeff. Interactive media to support language acquisition for deaf students. **Journal on School Educational Technology**, v. 5, n. 1, p. 17-24, 2009.

PEREIRA, Rodrigo Dias; MATTOS, Daniela Fernandes. Ensino de Física para surdos: Carência de material pedagógico específico. **Revista Espacios**, v. 38, n. 60, p. 24-34, 2017.



PERLIN, Gladis Teresinha. As diferentes identidades surdas. **Revista da FENEIS**, ano IV, n. 14, p. 15-16, 2002.

PERLIN, Gladis Teresinha. Cultura e educação bilíngue no pulsar das identidades surdas contemporâneas. **Educação de surdos em debate**. Curitiba: UTFPR, p. 223-232, 2014.

PERLIN, Gladis Teresinha. **Histórias de vida surda: identidades em questão**. 1998. 51 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Curso de Mestrado em Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Porto Alegre, 1998. Cap. 4.

PERRY, Gabriela Trindade; ANDRADE NETO, Agostinho Serrano. Estratégia de design do *software* equil, uma simulação para ensino de equilíbrio químico e sua comparação, em sala de aula, com o *software* le chat 2.0. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS*. 5., Bauru, 2005. **Anais ...** Bauru: [s. l.], 2005.

PESSANHA, Márlon; COZENDEY, Sabrina; ROCHA, Diego Marcelli. O compartilhamento de significado na aula de Física e a atuação do interlocutor de Língua Brasileira de Sinais. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 21, n. 2, p. 435-456, jun. 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1516-731320150020011>. Acesso em: 14 set. 2019.

PIAGET, Jean. **Estudios de psicologia genética**. Buenos Aires: Emecé Editores, 1973.

PICANÇO, Lucas Teixeira. **O ensino de óptica geométrica por meio dos problemas de visão e as lentes corretoras: uma unidade de ensino no contexto da educação inclusiva para surdos**. 2015. 190 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física – MNPEF, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2015. cap. 5.

PICANÇO, Lucas Teixeira; ANDRADE NETO, Agostinho Serrano; GELLER, Marlise. O Ensino de Física para Surdos: o estado da arte da pesquisa em educação. **Revista Brasileira de Educação Especial**, Bauru, v. 27, p. 391-410, jan. 2021a. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1980-54702021v27e0123>. Acesso em: 15 jul. 2022.

PICANÇO, Lucas Teixeira; ANDRADE NETO, Agostinho Serrano; GELLER, Marlise. Desafios, adversidades e lições para o ensino de Física para alunos surdos em tempos de pandemia de Covid-19. **Artigo submetido para publicação**, 2021b.

PICANÇO, Lucas Teixeira; ANDRADE NETO, Agostinho Serrano; GELLER, Marlise. A mediação cognitiva por meio de recursos digitais de Tecnologia Assistiva para estudantes surdos: realidade, expectativas e possibilidades. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 30, p. 50-72, mai. 2022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5753/rbie.2022.2395>. Acesso em: 15 jul. 2022.

PICANÇO, Lucas Teixeira; CABRAL NETO, João dos Santos. Uma Unidade de Ensino de Óptica Geométrica para surdos e ouvintes. **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, v. 12, n. 8, p. 31-48, 2017.

PICANÇO, Lucas Teixeira; NINA, Tárík Vaz; GUEDES, Kamila Souza; SILVA, Luiz Roberto; FERREIRA, Endryo Leão. **Laboratório Esportivo da Física**. 2018. 30 f. Projeto de Pesquisa Ciência na Escola – Escola Estadual Frei Sílvio Vagheggi, Manaus, 2018.

PRADELLA, Marcos. **ESTUDO DE CONCEITOS DA TERMODINÂMICA NO ENSINO MÉDIO POR MEIO DE UEPS**. 2014. 121 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física, Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Porto Alegre, 2014. cap. 8.

PROJETO POLÍTICO PEDAGÓGICO. **Escola Estadual para Surdos de ensino médio XXXXX**. Porto Alegre, 2019. (O nome da escola foi omitido por questões éticas).

QUADROS, Paula Pires; SANTOS, Renato Pires. A energia nossa na leitura de cada dia/Our energy in our daily reading. **Acta Scientiae**, v. 9, n. 2, p. 27-38, 2007.

QUADROS, Ronice Müller (Org.). **Estudos surdos I**. Petrópolis: Arara Azul, 2006.

QUADROS, Ronice Müller (Org.). **Estudos surdos IV**. Petrópolis: Arara Azul, 2009.

RAMOS, Adriana; ANDRADE NETO, Agostinho Serrano. Uma proposta para o ensino de estereoquímica cis/trans a partir de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) e do uso de modelagem molecular. **Experiências em Ensino de Ciências**, São Paulo, v. 10, n. 3, p. 94-106, 2015.

RAMOS, Denise Marina. **Análise da produção acadêmica constante no banco de teses da Capes segundo o assunto educação de surdos (2005-2009)**. 2013. Dissertação (Mestrado em Educação Escolar) - Universidade Estadual Paulista - UEP, 2013. Disponível em: [https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/90121/ramos\\_dm\\_me\\_arafcl.pdf;sequence=1](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/90121/ramos_dm_me_arafcl.pdf;sequence=1). Acesso em: 20 nov. 2019.

RAMOS, Denise Marina; HAYASHI, Maria Cristina. Balanço das Dissertações e Teses sobre o Tema Educação de Surdos (2010-2014). **Revista Brasileira de Educação Especial**, Bauru, v. 25, n. 1, p. 117-132, mar. 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-65382519000100008>. Acesso em: 26 jun. 2019.

RINALDI, Giuseppe (Org.). **Educação Especial - A educação dos surdos**—volume II—Série atualidades pedagógicas 4. Brasília: MEC; Secretaria de Educação Especial, 1997.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Saúde. **Comunicado do Centro Estadual de Vigilância em Saúde: Declaração da circulação comunitária da variante de preocupação (VOC) Delta no estado do Rio Grande do Sul**. 2021. Disponível em: <https://saude.rs.gov.br/upload/arquivos/202107/24134014-comunicado-delt-1.pdf/>. Acesso em: 18 ago. 2022.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Saúde. **Painel Coronavírus RS**. 2022. Disponível em: <https://ti.saude.rs.gov.br/Covid19/>. Acesso em: 18 ago. 2022.

ROALD, Ingvild. Norwegian deaf teachers' reflections on their science education: implications for instruction. **Journal Of Deaf Studies and Deaf Education**, v. 7, n. 1, p. 57-73, mar. 2002. Acesso em: 11 set. 2019.

ROALD, Ingvild; MIKALSEN, Oyvind. What are the earth and the heavenly bodies like? A study of objectual conceptions among Norwegian deaf and hearing pupils. **International**

**Journal Of Science Education**, v. 22, n. 4, p. 337-355, Apr. 2000. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/095006900289787>. Acesso em: 14 set. 2019.

ROBINSON, Vicki. Teaching physics to deaf college students in a 3-D virtual lab. **Journal of Science Education for Students with Disabilities**, v. 17, n. 1, p. 41-52, Dec. 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14448/jsted.06.0003>. Acesso em: 13 mar. 2019.

ROCHA, Denys; PINTO, Ig; SILVA, Rafael. AssistLIBRAS: uma ferramenta de autoria para a construção de sinais da Libras. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 23, n. 02, p. 190-205, nov. 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5753/rbie.2015.23.02.190>. Acesso em: 17 jun. 2021.

ROCHA, Solange. **O INES e a educação de surdos no Brasil**: aspectos da trajetória do Instituto Nacional de Educação de Surdos em seu percurso de 150 anos. Rio de Janeiro: Ines, 2008.

ROSENTHAL, Gabriele. **Interpretive social research**: An introduction. Universitätsverlag Göttingen, 2018.

SANTANA, Ana Paula. **Surdez e linguagem**: aspectos e implicações neurolinguísticas. São Paulo: Plexus, 2019.

SANTANA, Ronaldo; SOFIATO, Cássia. O estado da arte das pesquisas sobre o ensino de Ciências para estudantes surdos. **Praxis Educativa**, v. 13, n. 2, p. 596-616, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5212/praxeduc.v.13i2.0019>. Acesso em: 10 out. 2019.

SANTOS, Renato Pires. A energia do senso comum. **Cadernos da Casa Humana** (Casa Humana - Associação Portuguesa de Ecologia Social e Urbana), Almada, Portugal, ano I, n. 1, pp. 21-24, set. 1999. Disponível em: [http://www.fisica-interessante.com/files/artigo-energia\\_do\\_senso\\_comum.pdf](http://www.fisica-interessante.com/files/artigo-energia_do_senso_comum.pdf). Acesso em: 9 set. 2022.

SANTOS, Renato Pires. Virtual, Real ou Surreal? A Física do Second Life. **RENOTE**, Porto Alegre, v. 6, n. 1, 2008. Disponível em: 10.22456/1679-1916.14392. Acesso em: 13 set. 2021.

SANTOS, Zanoni Tadeu. Conteúdo de entropia na física do ensino médio: análise do material didático e abordagem histórica. **Holos**, v. 3, p. 75-84, 2008.

SARJI, David. HandTalk: assistive technology for the deaf. **Computer**, v. 41, n. 7, p. 84-86, Jul. 2008. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1109/mc.2008.226>. Acesso em: 23 out. 2019.

SCHALOCK, Mark D.; FREDERICKS, Bud; DALKE, Bruce A.; ALBERTO, Paul A. The House that Traces Built: a conceptual model of service delivery systems and implications for change. **The Journal of Special Education**, v. 28, n. 2, p. 203-223, July 1994. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1177/002246699402800206>. Acesso em: 17 set. 2019.

SCHEID, Neusa Maria. Os desafios da docência em ciências naturais no século XXI. **Revista de La Facultad de Ciencia y Tecnología**, Bogotá, v. 1, n. 40, p. 277-309, dez.

2016. Disponível em: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-38142016000200010&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-38142016000200010&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 1 jun. 2022.

SCHWARTZMAN, Simon; BROCK, Colin. **Os desafios da educação no Brasil**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2005. p. 9-51.

SEBASTIÁN-HEREDERO, Eladio. Diretrizes para o desenho universal para a aprendizagem (DUA). **Revista Brasileira de Educação Especial**, Bauru, v. 26, n. 4, p. 733-768, out. 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1980-54702020v26e0155>. Acesso em: 25 jun. 2021.

SECRETARIA ESTADUAL DE EDUCAÇÃO DO RIO GRANDE DO SUL - SEDUC-RS. **Escolas da rede estadual iniciam a adaptação às aulas remotas**. 2020a. Disponível em: <https://educacao.rs.gov.br/escolas-da-rede-estadual-iniciam-a-adaptacao-as-aulas-remotas>. Acesso em: 19 mar. 2021.

SECRETARIA ESTADUAL DE EDUCAÇÃO DO RIO GRANDE DO SUL - SEDUC-RS. **Orientações à rede pública estadual de educação do Rio Grande do Sul para o modelo híbrido de ensino**. 2020b. Disponível em: <https://educacao.rs.gov.br/upload/arquivos/202102/17174939-2-versao-orientacoes-a-rede-publica-estadual-de-educacao-do-rio-grande-do-sul-para-o-modelo-hibrido-de-ensino-2-versao.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2021.

SHEW, Ashley. Let Covid-19 expand awareness of disability tech. **Nature**, v. 581, n. 7806, p. 9-9, 5 maio 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1038/d41586-020-01312-w>. Acesso em: 10 mar. 2021.

SHIMAZAKI, Elsa Midori; MENEGASSI, Renilson José; FELLINI NETO, Dinéia Ghizzo. Atendimento Ensino remoto para alunos surdos em tempos de pandemia. **Praxis Educativa**, v. 15, p. 1-17, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5212/praxeduc.v.15.15476.071>. Acesso em: 9 mar. 2021.

SILVEIRA, Márcio Velloso; BARTHEM, Ricardo Borges; SANTOS, Antonio Carlos. Proposta didático experimental para o ensino inclusivo de ondas no ensino médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 41, n. 1, p. 1-10, set. 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2018-0084>. Acesso em: 13 mar. 2019.

SKLIAR, Carlos (org.). **Atualidade da educação bilíngue para surdos**: interfaces entre pedagogia e linguística. Porto Alegre: Mediação, 2009.

SMITH, Chad; COLTON, Sarah. Creating a YouTube channel to equip parents and teachers of students who are deaf. **Journal of Technology and Teacher Education**, v. 28, n. 2, p. 453-461, 2020.

SONG, Yanjie. "Bring Your Own Device (BYOD)" for seamless science inquiry in a primary school. **Computers & Education**, v. 74, p. 50-60, maio 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2014.01.005>. Acesso em: 9 jun. 2021.

SOUZA, Aline Nunes. The book is not on the table: o desenvolvimento da escrita de surdos em língua Inglesa. In: QUADROS, R. M. (Org.). **Estudos surdos IV**. Petrópolis: Arara Azul, 2009.

SOUZA, Bruno Campello. **Teoria da mediação cognitiva**: os impactos cognitivos da hipercultura e da mediação digital. 2004. 282 f. Tese (Doutorado em Psicologia) – Curso de Psicologia, Universidade Federal de Pernambuco - UFP, Recife, 2004. Cap. 6.

SOUZA, Bruno Campello; SILVA, Alexandre Stamford da; SILVA, Auristela Maria da; ROAZZI, Antonio; CARRILHO, Sylvania Lúcia da S. Putting the cognitive mediation networks theory to the test: Evaluation of a framework for understanding the digital age. **Computers In Human Behavior**, v. 28, n. 6, p. 2320-2330, Nov. 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2012.07.002>. Acesso em: 19 fev. 2019.

STROBEL, Karin Lilian. **As imagens do outro sobre a cultura surda**. Florianópolis: UFSC, 2008a. 118 p.

STROBEL, Karin Lilian. **Surdos**: vestígios culturais não registrados na história. 2008. 176 f. Tese (Doutorado) – Curso de Doutorado em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008b. Cap. 6. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/91978>. Acesso em: 26 abr. 2022.

SUJAK, Kamariah Binti; DANIEL, Esther Gnanamalari. Understanding of macroscopic, microscopic and symbolic representations among form four students in solving stoichiometric problems. **MOJES: Malaysian Online Journal of Educational Sciences**, v. 5, n. 3, p. 83-96, 2017.

SUTTON, Halley. Guide offers best practices for meeting the needs of deaf students during Covid-19 pandemic. **Disability Compliance for Higher Education**, v. 26, n. 4, p. 9-9, Oct. 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1002/dhe.30938>. Acesso em: 8 mar. 2021.

THOMA, Adriana da Silva. Identidades e diferença surda constituídas pela avaliação. In: THOMA, Adriana da Silva. **Cultura e avaliação**: a diferença surda na escola. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2009.

TIGWELL, Garreth W.; PEIRIS, Roshan L.; WATSON, Stacey; GARAVUSO, Gerald M.; MILLER, Heath. Student and teacher perspectives of learning ASL in an *online* setting. In: INTERNATIONAL ACM SIGACCESS CONFERENCE ON COMPUTERS AND ACCESSIBILITY. 22., Athens, 26 Oct. 2020. **Proceedings ...** Athens: [s.n.], 2020. p. 1-6. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1145/3373625.3417298>. Acesso em: 9 mar. 2021.

TOMASUOLO, Elena; GULLI, Tiziana; VOLTERRA, Virginia; FONTANA, Sabina. The Italian deaf community at the time of coronavirus. **Frontiers in Sociology**, v. 5, p. 1-10, 14 jan. 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3389/fsoc.2020.612559>. Acesso em: 08 mar. 2021.

TREAGUST, David; CHITTLEBOROUGH, Gail; MAMIALA, Thapelo. The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations. **International Journal of Science Education**, v. 25, n. 11, p. 1353-1368, 2003

TREVISAN, Robson; ANDRADE NETO, Agostinho Serrano. A utilização de ferramentas hiperculturais no ensino de mecânica quântica: investigação do aprendizado de representações, drivers e conceitos quânticos. **RENOTE**, v. 12, n. 2, p. 1-10, 28 dez. 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.22456/1679-1916.53521>. Acesso em: 26 fev. 2019.

TREVISAN, Robson; ANDRADE NETO, Agostinho Serrano. Bancadas virtuais e storyboards com ilustrações microscópicas representativas como recursos no estudo da Mecânica Quântica. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, Passo Fundo, v. 2, n. 2, p. 356-387, dez. 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5335/rbecm.v2i2.10055>. Acesso em: 26 fev. 2019.

TRUNCALE, Nicholas; GRAHAM, Michelle. Visualizing sound with an electro-optical eardrum. **The Physics Teacher**, v. 52, n. 2, p. 76-79, Feb. 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1119/1.4862107>. Acesso em: 04 out. 2019.

UNESCO. **Declaração de Salamanca sobre princípios, política e práticas na área das necessidades educativas especiais**. 1994.

UNESCO. **Distance learning solutions**. 2021. Disponível em: <https://en.unesco.org/Covid19/educationresponse/solutions>. Acesso em: 4 maio 2021.

VARGAS, Jaqueline Santos; GOBARA, Shirley Takeco. Interações entre o aluno com surdez, o professor e o intérprete em aulas de física: uma perspectiva vygotskiana. **Revista Brasileira de Educação Especial**, v. 20, n. 3, p. 449-460, set. 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-65382014000300010>. Acesso em: 13 mar. 2019.

VARGAS, Jaqueline Santos; GOBARA, Shirley Takeco. Sinais de libras elaborados para os conceitos de massa, força e aceleração. **Revista Polyphonia**, Goiânia, v. 26, n. 2, p. 187–202, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5216/rp.v26i2.38310>. Acesso em: 20 ago. 2019.

VARGAS, Suzana Lima; MAGALHÃES, Luciane Manera. O gênero tirinhas: uma proposta de sequência didática. **Educação em Foco**, Juiz de Fora, v. 16, n. 1, p. 119-143, 2011.

VINCENT, Claude; BERGERON, François; HOTTON, Mathieu; DEAUDELIN, Isabelle. Message transmission efficiency through five telecommunication technologies for signing deaf users. **Assistive Technology**, v. 22, n. 3, p. 141-151, Aug. 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/10400430903519928>. Acesso em: 23 out. 2019.

VONGSAWAD, Cameron T.; BERARDI, Mark L., NEILSEN, Tracianne B., GEE, Kent L., WHITING, Jennifer K; LAWLER, M. Jeannette. Acoustics for the deaf: Can you see me now?. **The Physics Teacher**, v. 54, n. 6, p. 369-371, Sep. 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1119/1.4961182>. Acesso em: 11 set. 2019.

VYGOTSKY, Lev Semenovich. **Teoria e método em psicologia**. São Paulo. Martins Fontes, 2004.

WHITEHEAD, Robert; BAREFOOT, Sidney. Some aerodynamic characteristics of plosive consonants produced by hearing-impaired speakers. **American Annals of the Deaf**, v. 125, n. 3, p. 366-373, 1980. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1353/aad.2012.1205>. Acesso em: 11 set. 2019.

WOLFF, Jeferson Fernando. **Qual a mudança na estrutura cognitiva de estudantes após o uso de simulações computacionais?** Uma investigação da relação entre representações computacionais internalizadas e aprendizagem significativa de conceitos no campo das colisões mecânicas em física. 2015. 332 f. Tese (Doutorado em Ciências e Matemática) - Curso de Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Luterana do Brasil - ULBRA, Canoas, 2015. Cap. 8.

YAMAMOTO, Kazuhito; FUKU, Luiz Felipe. **Física para o ensino médio, vol. 1: mecânica**. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2016.

YANG, Ying; XIAO, Yanan; LIU, Yulu; LI, Qiong; SHAN, Changshuo, CHANG, Shulin; JEN, Philip H.-S. Mental health and psychological impact on students with or without hearing loss during the recurrence of the Covid-19 pandemic in China. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 4, p. 1421-1449, Feb. 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph18041421>. Acesso em: 08 mar. 2021.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZAMFIROV, Milen; SAEVA, Svetoslava; POPOV, Tsviatko. Innovation in teaching deaf students physics and astronomy in Bulgaria. **Physics Education**, v. 42, n. 1, p. 98-104, Jan. 2007. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1088/0031-9120/42/1/014>. Acesso em: 03 set. 2019.

**APÊNDICE A – DOCUMENTOS PROTOCOLARES DA PESQUISA****CARTA DE ANUÊNCIA DA COORDENADORIA REGIONAL DE EDUCAÇÃO – CRE01**

ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
SECRETARIA DA EDUCAÇÃO

1ª COORDENADORIA REGIONAL DE EDUCAÇÃO



Ofício nº 1008/GAB/1ª CRE/SEDUC

Porto Alegre, 29 de novembro de 2019.

Ao Senhor(a)

Diretor(a) da Escola Estadual

Assunto: Divulgação

Senhor(a) Diretor(a),

Autorizamos o aluno LUCAS TEIXEIRA PICANÇO, desenvolva o seu projeto de pesquisa **USO DE TECNOLOGIA ASSISTIVA COMO APORTE À INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA NO ENSINO DE FÍSICA PARA ALUNOS SURDOS**, que está sob orientação do Prof. Dr. AGOSTINHO SERRANO DE ANDRADE NETO, da Universidade Luterana do Brasil/RS.

Ressaltamos que o desenvolvimento da atividade será realizada mediante combinação prévia e autorização da direção da Escola.

Atenciosamente,

Viviane Kneib ID 292280002 - Assessora Pedagógica

De acordo,

Michela Regina Scherer Vieira

ID 2670640 Chefia Pedagógico



## CARTA DE ANUÊNCIA DO LOCAL DE PESQUISA

ESCOLA DE ENSINO MÉDIO PARA SURDOS [REDACTED]

### CARTA DE ANUÊNCIA

Declaramos para os devidos fins, que aceitamos o pesquisador LUCAS TEIXEIRA PICANÇO, desenvolva o seu projeto de pesquisa **USO DE TECNOLOGIA ASSISTIVA COMO APORTE À INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA NO ENSINO DE FÍSICA PARA ALUNOS SURDOS**, que está sob orientação do Prof. Dr. AGOSTINHO SERRANO DE ANDRADE NETO, cujo o objetivo é Investigar o uso de Tecnologias Assistivas, que privilegiem a experimentação, como aporte à intervenção pedagógica no processo de ensino e aprendizagem de conceitos da Física Clássica e contemporânea para alunos surdos, no 1º, 2º e 3º ano do Ensino Médio da disciplina de Física na Escola de Ensino Médio Para Surdos [REDACTED]

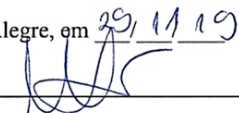
Esta autorização está condicionada ao cumprimento, pelo pesquisador, dos requisitos das Resoluções do Conselho Nacional de Saúde e suas complementares, comprometendo-se em utilizar os dados pessoais dos participantes da pesquisa exclusivamente para fins científicos, mantendo o sigilo e garantindo a não utilização das informações em prejuízo das pessoas e/ou das comunidades.

Ciente dos objetivos, métodos e técnicas que serão utilizados nesta pesquisa, concordo em fornecer os subsídios que estiverem ao meu alcance e que sejam necessários para o desenvolvimento deste que seja assegurado o que segue:

- 1) O cumprimento das determinações éticas da resolução CNS Nº 466/2012;
- 2) A garantia de solicitar e receber esclarecimentos antes durante e depois do desenvolvimento da pesquisa;
- 3) Que não haverá nenhuma despesa para esta instituição que seja decorrente da participação nessa pesquisa;
- 4) No caso do não cumprimento dos itens acima a liberdade de retirar minha anuência a qualquer momento da pesquisa sem penalização alguma.

Antes de iniciar a coleta dos dados o pesquisador deverá apresentar esta instituição o Parecer Consubstanciado devidamente aprovado, emitido pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Luterana do Brasil/RS, credenciado ao Sistema CEP/CONEP.

Porto Alegre, em 29/11/19

  
\_\_\_\_\_  
Secretaria da Educação

## TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

### (PARA MENORES DE 12 a 18 ANOS - Resolução 466/12)

OBS.: Este Termo de Assentimento do menor de 12 a 18 anos não elimina a necessidade da elaboração de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido que deve ser assinado pelo responsável ou representante legal do menor.

Convidamos você, após autorização dos seus pais [ou dos responsáveis legais], para participar como voluntário (a) da pesquisa: **USO DE TECNOLOGIA ASSISTIVA COMO APORTE À INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA NO ENSINO DE FÍSICA PARA ALUNOS SURDOS**. Esta pesquisa é da responsabilidade do pesquisador Prof. MSc. Lucas Teixeira Picanço, (Av. Farrapos 8001, prédio 14 - sala 338, lucas.t.picanco@gmail.com, (92) [REDACTED]) para contato do pesquisador responsável, inclusive para ligações a cobrar) e está sob a orientação de: Prof. Dr. Agostinho Serrano de Andrade Neto Telefone: ((51) [REDACTED]), e-mail (agostinho.serrano@ulbra.br).

Este Termo de Consentimento pode conter informações que você não entenda. Caso haja alguma dúvida, pergunte à pessoa que está lhe entrevistando para que esteja bem esclarecido (a) sobre sua participação na pesquisa. Você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer pagamento para participar. Você será esclarecido(a) sobre qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se. Após ler as informações a seguir, caso aceite participar do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é para ser entregue aos seus pais para guardar e a outra é do pesquisador responsável. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema se desistir, é um direito seu. Para participar deste estudo, o responsável por você deverá autorizar e assinar um Termo de Consentimento, podendo retirar esse consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento, sem nenhum prejuízo.

### INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

A pesquisa tem como objetivo investigar o uso de Tecnologias Assistivas, que privilegiem a experimentação, como aporte à intervenção pedagógica no processo de ensino e aprendizagem de conceitos da Física Clássica e contemporânea para alunos surdos, no 1º, 2º e 3º ano do Ensino Médio. A coleta de dados será mediante o uso de diário de bordo e entrevistas realizadas com os docentes e discentes. A pesquisa começará em março de 2020 e com término em julho de 2021. As aplicações das atividades ocorrerão semanalmente durante a disciplina de Física com a presença do professor titular.

**RISCOS diretos:** Considera-se que esse projeto de pesquisa é de risco mínimo, pois os procedimentos que serão adotados, não sujeitarão os participantes a riscos maiores do que os encontrados nas suas atividades cotidianas. Contudo, os estudantes e professores podem se sentir desconfortáveis no momento de entrevistas e filmagens.

**BENEFÍCIOS diretos e indiretos** para os voluntários: Os impactos esperados com esse projeto de pesquisa são de três ordens, a saber, social, analítica e metodológica. Do ponto de vista social, esta proposta visa possibilitar a formação de cidadãos autônomos e críticos, no que diz respeito ao domínio da linguagem Física necessária para a compreensão do nosso cotidiano. Do ponto de vista analítico e metodológico, acredita-se estar criando uma pesquisa dinâmica, que integra diferentes abordagens metodológicas, como atividades lúdicas, jogos, experimentos e muito mais, e ainda fomentar o desenvolvimento e o estudo de conceitos científicos relevantes em um ambiente multidisciplinar.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa, como entrevistas, fotos e diário de bordo ficarão armazenados apenas no computador pessoal, sob a responsabilidade do pesquisador e orientador no endereço eletrônico ([https://drive.google.com/drive/folders/1f2QWwXQyx12-1K4FcVu-7hYV\\_aWPRBtI?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1f2QWwXQyx12-1K4FcVu-7hYV_aWPRBtI?usp=sharing)), pelo período de no mínimo 5 anos. Nem você e nem seus pais [ou responsáveis legais] pagarão nada para você participar desta pesquisa. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação e de seus pais serão assumidas ou ressarcidas pelos pesquisadores. Fica também garantida indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da sua participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial.

Este documento passou pela aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos que está no endereço: **Av. Farroupilha, nº 8.001 – prédio 14, sala 224 – Bairro: São José – Canoas/RS, CEP: 92425-900, Tel.: (51) 3477-9217 – e-mail: [comitedeetica@ulbra.br](mailto:comitedeetica@ulbra.br).**

Assinatura do pesquisador (a)

### ASSENTIMENTO DO MENOR DE IDADE EM PARTICIPAR COMO VOLUNTÁRIO

Eu, \_\_\_\_\_, portador (a) do documento de Identidade \_\_\_\_\_ (se já tiver documento), abaixo assinado, concordo em participar do estudo **USO DE TECNOLOGIA ASSISTIVA COMO APORTE À INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA NO ENSINO DE FÍSICA PARA ALUNOS SURDOS**, como voluntário (a). Fui informado (a) e esclarecido (a) pelo (a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, o que vai ser feito, assim como os possíveis riscos e benefícios que podem acontecer com a minha participação. Foi-me garantido que posso desistir de participar a qualquer momento, sem que eu ou meus pais precisemos pagar nada.

Local e data \_\_\_\_\_

Assinatura do (da) menor: \_\_\_\_\_

**Presenciamos a solicitação de assentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do/a voluntário/a em participar. 2 testemunhas (não ligadas à equipe de pesquisadores):**

Nome:

Nome:

Assinatura:

Assinatura:

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

<b>1. IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO DE PESQUISA</b>											
Título do Projeto: USO DE TECNOLOGIA ASSISTIVA COMO APORTE À INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA NO ENSINO DE FÍSICA PARA ALUNOS SURDOS											
Área do Conhecimento: Ciências e Matemática						Número de participantes: 100					
Curso: Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática						Unidade: Programa de Pós-Graduação de Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM)					
Projeto Multicêntrico	Sim	x	Não	x	Nacional	Internacional	Cooperação Estrangeira		Sim	x	Não
Patrocinador da pesquisa: pesquisador											
Instituição onde será realizado: ESCOLA DE ENSINO MÉDIO PARA SURDOS [REDACTED]											
Nome dos pesquisadores <i>et al.</i> : Lucas Teixeira Picanço (pesquisador)											

Seu filho (**e/ou menor sob sua guarda**) está sendo convidado(a) para participar do projeto de pesquisa acima identificado. O documento abaixo contém todas as informações necessárias sobre a pesquisa que estamos fazendo. Sua autorização para que ele participe neste estudo será de muita importância para nós, mas, se retirar sua autorização, a qualquer momento, isso não lhes causará nenhum prejuízo.

<b>2. IDENTIFICAÇÃO DO PARTICIPANTE DA PESQUISA E/OU DO RESPONSÁVEL</b>			
Nome do Menor:		Data de Nasc.:	Sexo:
Nacionalidade:		Estado Civil:	Profissão:
RG:	CPF/MF:	Telefone:	E-mail:
Endereço:			

<b>3. IDENTIFICAÇÃO DO PESQUISADOR RESPONSÁVEL</b>	
Nome: Lucas Teixeira Picanço	Telefone: (92) [REDACTED]
Profissão: Professor/Estudante	Registro no Conselho Nº: [REDACTED] E-mail: lucas.t.picanco@gmail.com
Endereço: Av. Farroupilha, 8001 – prédio 14, sala 338, bairro: São José – Canoas.	

Eu, responsável pelo menor acima identificado, após receber informações e esclarecimento sobre este projeto de pesquisa, autorizo, de livre e espontânea vontade, sua participação como voluntário(a) e estou ciente:

#### 1. Da justificativa e dos objetivos para realização desta pesquisa.

Acreditamos que essa pesquisa proporcionará aos estudantes em primeiro lugar, a sensibilização quanto à relevância e pertinência dos conceitos da Física no cotidiano, evidenciando estes na prática, em atividades lúdicas, experimentos e no uso de tecnologias digitais, e em segundo lugar, mas não menos importante, permitirá a construção de novos conhecimentos, novas formas de pensar e agir e, desenvolver habilidades. Como objetivo principal, procuramos investigar o uso de Tecnologias Assistivas, que privilegiem a experimentação, como aporte à intervenção pedagógica no processo de ensino e aprendizagem de conceitos da Física Clássica e contemporânea para alunos surdos. Sendo assim, a presente pesquisa de doutorado trará informações inéditas e relevantes para a área de ensino de ciências e matemática, e do ponto de vista social, esta proposta visa ampliar a compreensão e colaborar no cenário mais amplo com o estudo sobre a Educação de alunos surdos, no que se refere ao ensino de Física, mantendo como foco principal da investigação o desenvolvimento de metodologias de ensino de Física voltadas para os alunos surdos, a formação de cidadãos autônomos e críticos, no que diz respeito ao domínio da linguagem Física necessária para a compreensão do nosso cotidiano e fomentar o desenvolvimento e o estudo de conceitos científicos relevantes em um mundo em constante transformação. Portanto, a pesquisa terá caráter inédito e com contribuições relevantes para a área da Educação Especial, possibilitando auxiliar docentes e discentes e metodologias criativas e diferenciadas para o processo de ensino e aprendizagem de conceitos relacionados à Física.

#### 2. Do objetivo da participação de meu filho.

A participação de seu filho (e/ou menor sob sua guarda) é de extrema importância para nossa pesquisa, pois buscamos investigar se a utilização de tecnologias assistivas e aplicação de sequências didáticas no ensino de Física podem auxiliar na aprendizagem dos estudantes surdos.

#### 3. Do procedimento para coleta de dados.

A coleta de dados ocorrerá durante a disciplina de Física no 1º, 2º e 3º ano do Ensino Médio na ESCOLA DE ENSINO MÉDIO PARA SURDOS PROFESSORA [REDACTED], com a presença do professor titular. A coleta será realizada mediante observações e anotações do professor/pesquisador, fotos e filmagem durante as entrevistas ao final de cada semestre (2020/01, 2020/02 e 2021/1).

#### 4. Da utilização, armazenamento e descarte das amostras.

Os dados coletados através desta investigação (filmagem, fotos e diário de bordo do pesquisador) serão armazenados pelo pesquisador em seu computador pessoal.

#### 5. Dos desconfortos e dos riscos.

Considera-se que esse projeto de pesquisa é de risco mínimo, pois os procedimentos que serão adotados, não sujeitarão os participantes a riscos maiores do que os encontrados nas suas atividades cotidianas. Contudo, os participantes poderão sentir um desconforto por estarem sendo filmados. Mas ressalta-se que a qualquer momento da entrevista; os alunos entrevistados poderão abdicar de participar desta pesquisa.

#### 6. Dos benefícios.

Ao participar desta pesquisa os alunos terão a possibilidade de aprender de uma maneira inovadora os conceitos relevantes da Física. Fomentando assim o interesse e a curiosidade dos alunos por essa área de conhecimento. Por meio dessa pesquisa a sociedade e ciência descobrirá que existem maneiras simples e acessíveis de ensinar a Física para os alunos surdos, por meio de sequências didáticas inovadoras que utilizarão tecnologias digitais e materiais de fácil acesso. Logo, essa pesquisa irá auxiliar no ensino de Física para docentes, discentes e comunidade escolar.

#### 7. Dos métodos alternativos existentes.

Não iremos utilizar métodos alternativos.

#### 8. Da isenção e ressarcimento de despesas.

O participante ficará isento de qualquer despesa e não receberá pagamento pela atividade.

#### 9. Da forma de acompanhamento e assistência.

O desenvolvimento da pesquisa com os alunos é de responsabilidade do pesquisador, ficando a disposição para possíveis esclarecimentos.

#### 10. Da liberdade de recusar, desistir ou retirar meu consentimento.

Tenho a liberdade de recusar, desistir ou de interromper a colaboração nesta pesquisa no momento em que desejar, sem necessidade de qualquer explicação. A minha desistência não causará nenhum prejuízo à minha saúde ou bem-estar físico. Não virá interferir na pesquisa **USO DE TECNOLOGIA ASSISTIVA COMO APORTE À INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA NO ENSINO DE FÍSICA PARA ALUNOS SURDOS.**

#### 11. Da garantia de sigilo e de privacidade.

Os resultados obtidos durante este estudo serão mantidos em sigilo, mas concordo que sejam divulgados em publicações científicas, desde que meus dados pessoais não sejam mencionados.

#### 12. Da garantia de esclarecimento e informações a qualquer tempo.

Tenho a garantia de tomar conhecimento e obter informações, a qualquer tempo, dos procedimentos e métodos utilizados neste estudo, bem como dos resultados finais desta pesquisa. Para tanto, poderei consultar o **pesquisador responsável, Lucas Teixeira Picanço**. Em caso de dúvidas não esclarecidas de forma adequada pelo(s) pesquisador(es), de discordância com os procedimentos, ou de irregularidades de natureza ética poderei ainda contatar o **Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Ulbra Canoas (RS)**, com endereço na Rua Farroupilha, 8.001 – Prédio 14 – Sala 224, Bairro São José, CEP 92425-900 - telefone (51) 3477-9217, e-mail [comitedeetica@ulbra.br](mailto:comitedeetica@ulbra.br).

Declaro que obtive todas as informações necessárias e esclarecimento quanto às dúvidas por mim apresentadas e, por estar de acordo, assino o presente documento em duas vias de igual conteúdo e forma, ficando uma em minha posse.

\_\_\_\_\_ ( ), \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Participante da Pesquisa

\_\_\_\_\_  
Responsável pelo Participante da Pesquisa

\_\_\_\_\_  
Pesquisador Responsável pelo Projeto

## TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM, NOME E VOZ

Pelo presente instrumento particular de licença de uso de imagem, nome e voz, \_\_\_\_\_, portador(a) do CPF de nº \_\_\_\_\_, residente e domiciliado(a) na rua \_\_\_\_\_, nº \_\_\_\_\_, na cidade de \_\_\_\_\_ / \_\_, doravante denominado(a) Licenciante, autoriza a veiculação de sua imagem, nome e voz, gratuitamente por tempo indeterminado, para o pesquisador Lucas Teixeira Picanço, portador(a) do CPF de nº 006.635.622-95, doravante denominado Licenciado.

Mediante assinatura deste termo, fica o Licenciado autorizado a utilizar a imagem, nome e voz do Licenciante no projeto intitulado **USO DE TECNOLOGIA ASSISTIVA COMO APORTE À INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA NO ENSINO DE FÍSICA PARA ALUNOS SURDOS**, para fins exclusivos de divulgação da Instituição e suas atividades, podendo, para tanto, reproduzi-la ou divulgá-la junto à *internet*, ensino a distância, jornais e todos os demais meios de comunicação, público ou privado, sem qualquer contraprestação ou onerosidade, comprometendo-se o Licenciante a nada exigir do Licenciado em razão do ora autorizado.

Em nenhuma hipótese poderá a imagem, nome e voz do Licenciante ser utilizada de maneira contrária a moral, bons costumes e ordem pública.

E, por estarem de acordo, as partes assinam o presente instrumento em 02 (duas) vias, de igual teor e forma, para que produza entre si os efeitos legais.

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_ de, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
**Licenciante**

No caso de menores de 18 (dezoito) anos, o documento obrigatoriamente deverá ser assinado pelo Representante Legal.

\_\_\_\_\_  
**Representante Legal**

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

RG: \_\_\_\_\_ CPF: \_\_\_\_\_

## APÊNDICE B - UNIDADE DE ENSINO INCLUSIVA ENERGIA MECÂNICA

Tendo em vista ainda as orientações normativas da Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2020), a presente Unidade de Ensino Inclusiva – UEI propõe, um conjunto de atividades, métodos e materiais, que podem ser explorados no 1º ano do ensino médio, no eixo temático Matéria e Energia, através do tema princípios da conservação da energia, que é trabalhado ao longo de 7 aulas, conforme mostra o quadro a seguir:

**Quadro sintético de aulas**

Disciplina: Física I Professor: Lucas Teixeira Picanço Carga Horária: 7 aulas Unidade temática: Matéria e energia (BRASIL, 2018)						
AULA	DIMENSÃO EPISTÊMICA			DIMENSÃO PEDAGÓGICA		
	CONTEÚDO	ESTRATÉGIAS DE ENSINO	RESULTADOS PRETENDIDOS PARA A APRENDIZAGEM (OBJETIVOS)	MATERIAL DE APOIO	TRABALHO DOS ALUNOS	AVALIAÇÃO
Aula 1	Questionário de Sondagem	Aplicação do Questionário 1 para sondar o conhecimento prévio do aluno a respeito do tema: Energia mecânica (Apêndice C)	Demonstrar os conhecimentos prévios associados aos questionamentos sobre energia mecânica. Reconhecer onde o conteúdo abordado nos questionamentos está inserido em seu cotidiano.	Questionário 1 (Apêndice C)	Trabalho individual.	Respostas dos alunos
Aula 2	O que você entende sobre ENERGIA?	Análise e discussão das respostas dadas no questionário 1. Formação de grupos para debate	Assumir uma postura crítica em relação aos questionamentos, avaliando em seu cotidiano a pertinência e importância deles. Realizar uma análise conceitual elencando os conhecimentos prévios que avaliar como necessário à resposta dos questionamentos	Questionário 1 (Apêndice C)	Trabalho no grande grupo.	Respostas dos alunos.
Aula 3	Afinal, o que é energia?	Aula expositiva dialogada sobre Energia mecânica, Energia potencial, Energia cinética e Conservação de energia.	Relatar dentro do contexto histórico como se deu a evolução do conhecimento com respeito à conservação da energia mecânica. Demonstrar de forma sucinta as equações	Quadro branco e pincel Datashow Texto introdutório (Apêndice D)	No grande grupo	Observação e registro.

			matemáticas que quantificam as grandezas envolvidas.			
Aula 4	Atividade experimental: a transformação da energia.	Realização de atividades experimentais nos subgrupos.	Realizar as atividades experimentais propostas no roteiro de atividades (Apêndice C), identificando os principais conceitos elencados na Aula 3.	Roteiro para experimentos (Apêndice E). Smartphone Analisador de Vídeos para celular: <u><a href="#">VidAnalysis-free</a></u> .	Nos pequenos grupos	Respostas dos alunos, observação e registro.
Aula 5	A análise da Energia em dois exemplos do cotidiano: A pista de <i>Skate</i> e o circo	Análise do simulador: Energia na pista de <i>Skate</i>	Demonstrar como fenômenos da natureza podem ser interpretados por meio da física, através da demonstração de representações de situações-problema onde a conservação da energia mecânica se aplica.	<u>Simulador PhET Colorado</u> <u>Simulador LabVirt</u> Roteiro para experimentos (Apêndice F).	Nos pequenos grupos	Respostas dos alunos, observação e registro.
Aula 6	A modelagem Computacional e as ferramentas matemáticas que traduzem o princípio da conservação da energia.	Análise do simulador Modellus.	Utilizar instrumentos de cálculos matemáticos e a modelagem computacional na solução de problemas envolvendo a conservação da Energia mecânica.	Simulador Modellus. Roteiro de atividade. (Apêndice G).	Trabalho individual.	Respostas dos alunos
Aula 7	Avaliação da aprendizagem	Aplicação da Avaliação diagnóstica	Aplicar conceitos e instrumentos de cálculos matemáticos na solução de problemas. Resolver situações problemas que envolvem a conservação da Energia mecânica.	Avaliação diagnóstica (apêndice H)	Trabalho individual.	Respostas dos alunos

Fonte: elaboração própria

## DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES PLANEJADAS

Com base nas ideias abordadas na Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2020), a presente Unidade de Ensino propõe um conjunto de atividades, métodos e materiais, que poderão ser explorados no 1º ano do ensino médio, no eixo temático Matéria e Energia. A Unidade de Ensino foi estruturada em um formato que permite ao professor analisar e implementar estes recursos de acordo com a sua necessidade pedagógica, e foram descritos os elementos que podem ajudar a melhorar a sua prática de ensino, principalmente no que se refere ao ensino de alunos surdos, pois os materiais didáticos utilizados aqui, exploraram as características visuais de experimentos,

simuladores, Vídeos ou *Softwares* como recursos didáticos para o ensino de Física para surdos. Afim de privilegiar métodos pedagógicos e materiais didáticos que dependem de apoio visual, a chamada Pedagogia Visual (CAMPELLO, 2008).

Contudo, não queremos ocasionar obstáculos de natureza epistemológica e visões inapropriadas para os modelos dos fenômenos físicos (MORTIMER, 2000), prestigiando em demasia um aspecto em detrimento de outro, sendo assim, a abordagem adotada nesta Unidade de Ensino, visa proporcionar uma formação holística que contemple os três níveis de representação de um fenômeno físico (GABEL, 1993). Tal como foi feito no ensino de Química (para alunos ouvintes) por Carobin e Andrade Neto (2003) e por Perry e Andrade Neto (2005), que estenderam as Ideias de Gabel (1993), e adotaram para representação de fenômenos naturais três níveis de representação, a saber, o nível sensorial, o nível simbólico (equações, tabelas) e o nível do modelo físico (microscópico ou não).

Assim em nossa proposta pedagógica o nível sensorial é apresentado nas atividades experimentais físicas, enquanto que o nível simbólico é representado pela abordagem analítica, através de conceitos, equações, tabelas, gráficos e pelos sinais em Libras necessários para a explicação do fenômeno. Já o nível do Modelo físico é apresentado nas simulações computacionais, estes níveis estão descritos nas seções a seguir. Todos eles são trabalhados de forma sinestésica ao longo da unidade de ensino, em diferentes graus de aprofundamento epistemológico.

Com relação à TMC, ao longo da unidade de ensino é proporcionado para o aluno os quatro tipos de mediação cognitiva conforme o que foi proposto por Souza (2004): Psicofísica, Social, Cultural e Hiper-cultural, sendo esta última advinda dessa interação com as novas tecnologias de informação e comunicação.

Logo, nesta unidade de ensino, a mediação Psicofísica se dá por meio da execução de experimentos físicos, e a mediação social ocorre na interação dinâmica entre os participantes da pesquisa. Já a mediação cultural é estabelecida por meio da análise de esportes, no caso aqui especificamente o *Skate*.

Ao passo que, é dado maior destaque a mediação Hiper-cultural, que em nossa unidade de ensino, está presente na implementação das Tecnologias Assistivas (Digitais) e na realização de atividades em que os recursos tecnológicos são mais evidentes. É o caso das simulações e *softwares* usados nessa unidade de ensino.

Ressalta-se o apontamento de Souza (2004, p. 21) de que a “tecnologia fornece todos os amplificadores visuais, auditivos, tácteis e olfativos. Esses sensores servem como receptores para mais dados”. E que sendo a cultura surda essencialmente visual (QUADROS, 2006), explorar a Tecnologia como amplificadora sensorial no processo de ensino e aprendizagem configura-se como



um caminho viável, pois, conforme aponta Carvalho e Manzini (2017, p 215), “o uso dos recursos tecnológicos pode ampliar os atributos dos estímulos melhorando sua recepção”.

## AULA 1: ANALISANDO OS CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS ALUNOS

### **APRESENTAÇÃO:**

Esta aula tem por objetivo sondar os conhecimentos prévios dos alunos, por meio de um teste diagnóstico (Apêndice C), esse passo é fundamental para estabelecer uma relação entre o conteúdo que vai ser estudado nas próximas aulas da Unidade de Ensino e o cotidiano do aluno. O planejamento das demais aulas podem ser modificadas conforme os resultados obtidos no teste diagnóstico, uma vez que o planejamento de cada aula deve ser flexível, conforme o nível de entendimento inicial dos alunos a respeito do tema abordado.

### **CONTEÚDOS:**

#### **Conceituais:**

- Conhecimento sobre energia;
- Descrição dos principais aspectos da conservação e transformação de energia;

#### **Procedimentais:**

- Observar em seu cotidiano atividades que envolvam transformações de energia;

#### **Atitudinais:**

- Valorização do conhecimento científico.
- Consciência dos principais aspectos da conservação e transformação de energia.

## **SEQUÊNCIA DE ENSINO E APRENDIZAGEM**

### **Atividade 1 – analisando os conhecimentos prévios.**

A aula inicia instigando os alunos para que eles possam expressar seus conhecimentos prévios sobre o que sabem sobre a Conservação de Energia Mecânica. Para isso, cada aluno receberá um questionário que terá perguntas abertas, como, por exemplo, “o que é energia”, “quais os tipos de energia você identifica nas figuras destacadas a seguir”, etc. As respostas dos alunos serão importantes para estabelecer qual o nível inicial de entendimento da turma, e será fundamental para dar continuidade na implementação das demais aulas planejadas e também servirá como “escala de medida” quando forem aplicados novos questionários ao longo da Unidade de Ensino.

É fundamental que os alunos, tentem responder às questões individualmente, sem trocar informações entre si, o professor deve conter-se para não responder às questões, a fim de que os

alunos se esforcem para pensar sobre o tema proposto e expor suas ideias iniciais a respeito do tema.

Com base nas respostas dos alunos, o professor poderá classificar os alunos com níveis de conhecimento do tema.

## **AVALIAÇÃO**

A avaliação será dada mediante a resposta dos alunos ao questionário.

## **RECURSOS NECESSÁRIOS**

Quadro branco, pincel e papel;

## **MATERIAL DE APOIO:**

Questionário 1 (apêndice C)

## **AULA 2: O QUE VOCÊ ENTENDE SOBRE ENERGIA?**

### **APRESENTAÇÃO:**

Esta aula tem por objetivo socializar os conhecimentos prévios dos alunos aferidos no teste diagnóstico (apêndice B), por meio de um debate, esse passo é fundamental para estabelecer uma relação dinâmica entre o conteúdo que vai ser estudado nas próximas aulas da Unidade de Ensino e o cotidiano do aluno.

### **CONTEÚDOS:**

#### **Conceituais:**

- Conhecimento sobre energia;
- Descrição dos principais aspectos da conservação e transformação de energia;

#### **Procedimentais:**

- Observar em seu cotidiano atividades que envolvam transformações de energia;

#### **Atitudinais:**

- Valorização do conhecimento científico.
- Consciência dos principais aspectos da conservação e transformação de energia.

## **SEQUÊNCIA DE ENSINO E APRENDIZAGEM**

### **Atividade 2 – Debate**

Após recolher os questionários, o professor pode realizar um debate entre os alunos, e questionar, por exemplo: Quais os tipos de energias as imagens demonstram ou representam? Qual a importância do estudo da energia, para as pessoas, a ciência, tecnologia e sociedade?

Esses questionamentos podem ser feitos de maneira direcionada, perguntando pontualmente para cada aluno, ou ser questionado de forma geral e quem quiser responder fica à vontade, para fazê-lo. É interessante, pedir aos alunos que fiquem de pé para responder as perguntas, se isso não for constrangê-lo, essa estratégia será importante quando os alunos surdos forem expor suas ideias, pois trata-se de uma questão de valorização do modo como estes alunos se comunicam, eles poderão responder aos questionamentos fazendo os sinais diante da turma.

## **AVALIAÇÃO**

A avaliação será dada mediante a resposta dos alunos ao questionário e na participação do debate.

## **RECURSOS NECESSÁRIOS**

Quadro branco, data show, pincel e papel;

## **MATERIAL DE APOIO:**

Questionário 1 (apêndice C)

## **AULA 3: AFINAL, O QUE É ENERGIA?**

### **APRESENTAÇÃO:**

Nesta etapa de implementação da Unidade de Ensino, será introduzido de maneira formal o nível representação Simbólico, por meio de uma aula expositiva e dialogada, onde serão apresentados alguns conceitos fundamentais sobre o que pode ser considerado como energia dentro da perspectiva da Física e qual o seu papel em determinados sistemas e mesmo no Universo, são apresentadas algumas das principais formas de energia cinética e potencial, transformação de energia, o princípio da conservação da energia e o Teorema Trabalho-Energia.

### **CONTEÚDOS:**

#### **Conceituais:**

- Energia potencial gravitacional;
- Energia cinética;
- Energia potencial elástica.
- Princípio da conservação da energia Mecânica
- Teorema Trabalho e Energia

#### **Procedimentais:**

- Observar em seu cotidiano as transformações de energia e a realização de trabalho;
- Conhecer a relação entre a energia cinética, a massa e a velocidade de uma partícula.

#### **Atitudinais:**

- Sensibilizar os estudantes quanto a importância da energia para realização de trabalho.

## **SEQUÊNCIA DE ENSINO E APRENDIZAGEM**

### **Atividade 3 – Apresentação dos principais tópicos relacionados à energia mecânica**

Com o auxílio de um Datashow o professor apresenta principais tópicos relacionados à energia mecânica. Mostrando algumas das principais formas de energias encontradas na natureza, como por exemplo a energia potencial gravitacional, a cinética e a potencial elástica, destacando também um dos princípios mais fundamentais da natureza, o princípio de conservação da energia, e o teorema do trabalho e energia.

## **AVALIAÇÃO**

A avaliação será dada mediante a participação dos alunos na exposição dialogada.

## **RECURSOS NECESSÁRIOS**

Quadro branco, *Datashow*, pincel e papel;

## **MATERIAL DE APOIO:**

Apresentação em *Powerpoint* (Apêndice D).

## **AULA 4: ATIVIDADE EXPERIMENTAL: A TRANSFORMAÇÃO DA ENERGIA**

### **APRESENTAÇÃO:**

Um importante processo da natureza é a transformação da energia, entender esse princípio fundamental é de suma importância para entender como e porque ocorre a realização de um trabalho.

## **CONTEÚDOS:**

### **Conceituais:**

- Energia potencial gravitacional;
- Energia cinética;
- Princípio da conservação da energia Mecânica
- Teorema Trabalho e Energia.

### **Procedimentais:**

- Observar o processo de transformação da energia potencial em energia cinética e vice versa, através da realização de dois experimentos simples e de baixo custo;

### **Atitudinais:**

- Associar o fenômeno apresentado na experiência com atividades do dia a dia.

## **SEQUÊNCIA DE ENSINO E APRENDIZAGEM**

#### **Atividade 4 – Atividade experimental: a transformação da energia**

Divididos em grupos menores, os alunos realizarão 2 (duas) atividades experimentais, que correspondem em nossa abordagem metodológica a representação macroscópica do fenômeno, ou seja, corresponde ao nível sensório. Na primeira, eles usarão um carrinho de brinquedo modificado para transformar energia potencial gravitacional em energia cinética. E na segunda atividade experimental, os alunos irão realizar um experimento convencional de queda de corpos (queda de uma bola de borracha e a queda de bolinhas de massinha de modelar).

Com esses experimentos simples, os alunos poderão observar na prática como ocorre a transformação de energia potencial em cinética, e para realizar estas atividades de forma objetiva, os alunos receberão um roteiro de atividade (Apêndice D) para executar cada experiência, e deverão responder algumas questões sobre o fenômeno abordado e elaborar filmagens com a câmera do smartphone, utilizando o aplicativo Analisador de Vídeos *VidAnalysis-free*, de forma análoga ao que foi feito por Moraes (2019). Essa etapa de coleta de dados com o celular, é fundamental para operacionalização e modelagem matemática; com o auxílio do aplicativo, os alunos poderão estabelecer a velocidade de queda da bolinha de borracha, por exemplo, e posteriormente, determinar a energia cinética e potencial, bem como aplicar o princípio da conservação de energia.

#### **AVALIAÇÃO**

A avaliação será dada mediante a resposta dos alunos ao roteiro.

#### **RECURSOS NECESSÁRIOS**

*Smartphone*, quadro branco, pincel e papel;

#### **MATERIAL DE APOIO:**

Material experimental e roteiro de atividade (Apêndice E)

### **AULA 5: A ANÁLISE DA ENERGIA EM DOIS EXEMPLOS DO COTIDIANO: A PISTA DE SKATE E O CIRCO**

#### **APRESENTAÇÃO:**

Saber reconhecer e classificar as diferentes formas de energia é fundamental para entender quais os princípios e leis que regem os movimentos, ou seja, esse conhecimento é importante, pois está relacionado diretamente ao nosso cotidiano, uma vez que o aluno pode entender atividades humanas como a prática de esportes, como o *skate*, ou ainda atividades recreativas, como pular em uma cama elástica. Sendo assim, explorando agora o nível de representação do modelo físico, utiliza-se dois simuladores (*PhET Colorado* e o *LabVirtual*), para demonstrar como os fenômenos e ações humanas, como esportes por exemplo, são sistemas

complexos, que podem ser melhor compreendidos através de modelos científicos que, ainda que sejam sempre simplificações do mundo real, têm enorme potencial tanto na ciência como no ensino. Assim, destacam-se nesta aula as principais formas de energia envolvidas em alguns processos do cotidiano bem como podem ocorrer as transformações de energia.

## CONTEÚDOS:

### Conceituais:

- Energia potencial gravitacional;
- Energia cinética;
- Princípio da conservação da energia Mecânica
- Teorema Trabalho – Energia.

### Procedimentais:

- Observar o processo de transformação da energia potencial em energia cinética e vice versa, em atividades do dia a dia, através de duas simulações;

### Atitudinais:

- Aplicar Princípio da conservação da energia Mecânica a atividades do dia a dia.

## SEQUÊNCIA DE ENSINO E APRENDIZAGEM

### Atividade 5.1- Revisão e questionamentos.

Esta aula iniciará recapitulando alguns pontos da aula anterior, principalmente o que se refere às transformações de energia. Após essa breve revisão os alunos serão questionados como os conceitos apresentados na aula anterior se aplicam em nosso cotidiano.

### Atividade 5.2 – Leitura e vídeo sobre a Mega Rampa e o vídeo sobre um trapezista.

A fim de sensibilizar e estimular os alunos a conhecerem e contextualizarem o conhecimento apresentado nas aulas anteriores, será realizada a leitura de uma reportagem sobre a Mega rampa de 24 m de altura, construída pelo skatista Bob Burnquist (Anexo A), e serão apresentados dois vídeos (com legenda e Tradução em Libras). O primeiro vídeo é o recorte de uma reportagem do Esporte Espetacular<sup>63</sup> que mostra um cadeirante desafiando a mega rampa e o segundo vídeo um trecho da peça “Ovo”<sup>64</sup> do *Cirque de Soleil*, onde artistas usam camas elásticas em um número de acrobacia nesse espetáculo circense.

### Atividade 5.3 – o uso das simulações “A Energia na pista de Skate” e “Energia Trapezista”.

Em grupos pequenos os alunos utilizarão laboratório de informática, ou em computadores pessoais, para interagir com duas simulações, “A Energia na pista de Skate” e “Energia Trapezista”,

<sup>63</sup> Disponível em: <https://globoplay.globo.com/v/8075887/>. Acesso em: 16 de agosto de 2021.

<sup>64</sup> Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=lowXkCkK5LU>. Acesso em: 16 de agosto de 2021.

ambas disponíveis gratuitamente no Banco Internacional de Objetos Educacionais (BIOE). Esses objetos educacionais são simples, e o seu uso é bem intuitivo, mas para facilitar interação e dar objetividade ao uso das simulações, foi elaborado um roteiro de atividade (Apêndice E) para ajudar os alunos a resolver questões e situações-problema.

## **AVALIAÇÃO**

A avaliação será dada mediante a participação dos alunos na exposição dialogada e a resposta deles ao roteiro.

## **RECURSOS NECESSÁRIOS**

Quadro branco, Computador, *Datashow*, pincel e papel.

## **MATERIAL DE APOIO:**

Simuladores do Banco Internacional de Objetos Educacionais (BIOE).

## **AULA 6: A MODELAGEM COMPUTACIONAL E AS FERRAMENTAS MATEMÁTICAS QUE TRADUZEM O PRINCÍPIO DA CONSERVAÇÃO DA ENERGIA**

### **APRESENTAÇÃO:**

Até essa aula, os fenômenos estudados foram abordados de maneira empírica e/ou conceitual, baseados em princípios e observações diretas, que foram tratadas sem o devido formalismo matemático que, como se sabe, faz parte da descrição quantitativa do fenômeno. Portanto, nesta aula os alunos aprenderão a abordagem analítica baseada na equação clássica do princípio de conservação da energia mecânica, assim, será evidenciado a sinestesia entre os três níveis de representação do fenômeno, o nível sensório, simbólico e modelador.

Para tanto, serão apresentadas a equação da energia potencial gravitacional, a equação da energia cinética e o princípio da conservação da energia, aplicadas as situações problemas que foram evidências na execução da simulação “Energia Trapezista”, na aula anterior, e também a utilização dos dados fornecidos pelo aplicativo Analisador de Vídeos *Vid Analysis-free*, coletados na aula 4. E essa aula será, portanto, um passo decisivo na consolidação formal do conteúdo, pois os alunos irão aprender a utilizar as equações que são de fundamental importância na resolução de questões e situações problemas relacionados com as avaliações externas e os vestibulares, que fazem parte da operacionalização do conteúdo. Mas vai além disso, pois é o ponto alto que se espera de uma educação científica de qualidade, que ajuda o aluno a compreender o mundo a partir de uma base de conhecimento que extrapola o senso comum, a base científica. Trata-se de promover a formação cidadã, construir competências sócio científicas, tomar decisões de forma informada.

### **CONTEÚDOS:**

- A equação da Energia potencial gravitacional;

- A equação da Energia cinética;
- A equação do Princípio da conservação da energia Mecânica
- Teorema Trabalho e Energia.

#### **Procedimentais:**

- Aplicar a relação entre a energia cinética, a massa e a velocidade de uma partícula ou corpo;
- Calcular a energia potencial gravitacional de uma partícula;
- Aplicar o Princípio da conservação da energia Mecânica na resolução de problemas que envolvam a abordagem analítica;

#### **Atitudinais:**

- Associar o Princípio da conservação da energia Mecânica em diferentes fenômenos da natureza, levando em consideração também a abordagem analítica.

### **SEQUÊNCIA DE ENSINO E APRENDIZAGEM**

#### **Atividade 6.1- Revisão e questionamentos.**

Esta aula iniciará recapitulando alguns pontos da aula anterior, principalmente ao que se refere às anotações das energias cinética, potencial e total apresentadas na simulação “Energia Trapezista”, que foram anotadas pelos alunos no roteiro de atividade. Após essa breve revisão, os alunos serão questionados como esses valores são determinados e como pode-se encontrar esses valores utilizando a modelagem matemática.

#### **Atividade 6.2 – As equações da Energia.**

Tendo em vista, que os alunos estão agora familiarizados com os conceitos e princípios, bem como os fenômenos apresentados nas aulas anteriores, a atividade 6.2 passa então a apresentar a forma analítica das atividades anteriores. Começando com a análise matemática dos dados coletados na atividade 5.3, os alunos irão calcular ponto a ponto, conforme solicitado no roteiro de atividades da aula anterior (Apêndice E), a energia cinética, a energia potencial gravitacional e a conservação de energia, levando em consideração a altura (h), a velocidade (v) e a massa (m) do trapezista, em diferentes situações.

Aumentando o grau de dificuldade da análise matemática, os alunos aplicarão os seus conhecimentos no mundo real, através da análise dos dados do aplicativo Analisador de Vídeos *Vid Analysis-free*, coletados na atividade 4.3 da aula 4. Será necessário que o aluno seja perspicaz, pois agora ele terá que usar equipamentos (como balança, cronômetro e fita métrica) para determinar a altura (h), a velocidade (v) e a massa (m) da bola de borracha, e então calcular a energia cinética, a energia potencial gravitacional e a conservação de energia.

#### **Atividade 6.3 – Validação dos dados analisados no *Software Modellus*.**



Em grupos pequenos os alunos no laboratório de informática, ou em computadores pessoais, utilizarão o *software Modellus*, de forma análoga ao que fez Wolff (2015), para verificar e validar os cálculos desenvolvidos na atividade anterior. Para facilitar interação e garantir maior praticidade, será disponibilizado um arquivo com o modelo matemático para ser usado no *software*, aos alunos caberá somente utilizar os registros adotados na atividade anterior para altura (h), a velocidade (v) e a massa (m) da bola de borracha, e então verificar se os cálculos da energia cinética, a energia potencial gravitacional e a conservação de energia, executados na atividade 6.2, estão corretos ou em conformidade com a previsão teórica, ainda que ocorram divergências de ordem numéricas (em virtude do valor da aceleração da gravidade no local, imprecisão de medida de comprimentos, resistência do ar, etc.).

### **AVALIAÇÃO**

A avaliação será dada mediante a participação dos alunos na exposição dialogada e a resposta deles ao roteiro.

### **RECURSOS NECESSÁRIOS**

Quadro branco, Computador, *Datashow*, pincel e papel.

### **MATERIAL DE APOIO:**

*Software Modellus* e roteiro de atividade (Apêndice F).

AULA 7: TESTE DIAGNÓSTICO FINAL

### **APRESENTAÇÃO:**

Essa última aula da Unidade de Ensino é destinada a aplicação de um teste diagnóstico final, com intuito de verificar o nível de entendimento dos alunos em relação ao primeiro teste.

### **CONTEÚDOS:**

#### **Conceituais:**

- Energia potencial gravitacional;
- Energia cinética;
- Princípio da conservação da energia Mecânica
- Teorema Trabalho – Energia.

#### **Procedimentais:**

- Observar as informações disponibilizadas nas questões, articulando essas com o seu conhecimento;

#### **Atitudinais:**

- Resolver problemas que envolvam a abordagem conceitual e analítica.

### **SEQUÊNCIA DE ENSINO E APRENDIZAGEM**

#### **Atividade 7 – Teste diagnóstico Final**

Os alunos responderão a um teste (Apêndice G) com seis questões abertas, porém mais direcionadas que as questões do teste diagnóstico inicial, a intenção é conduzir o aluno a dar uma resposta mais completa, fazendo este ir além da informação dada no item para deduzir um princípio mais geral.

### **AVALIAÇÃO**

A avaliação será dada mediante a resposta dos alunos ao teste diagnóstico.

### **RECURSOS NECESSÁRIOS**

Papel e lápis

### **MATERIAL DE APOIO:**

Teste diagnóstico Final (Apêndice G)

**APÊNDICE C – TESTE DIAGNÓSTICO INICIAL****Nome:** \_\_\_\_\_**Série:** \_\_\_\_\_ **Turma:** \_\_\_\_\_ **Turno:** \_\_\_\_\_

Ao responder às questões a seguir, diga em suas próprias palavras, como se estivesse explicando para um colega. Utilize para tanto o que desejar: desenhos, esquemas, equações, gráficos, etc.

1) O que é energia?

---

---

---

2) Onde pode-se encontrar energia?

---

---

---

3) Em que atividades do seu dia a dia você utiliza energia?

---

---

---

4) Um objeto pode ter energia?

---

---

---

5) Quando a energia é importante?

---

---

---

6) Analise as imagens a seguir, em que situações você pode identificar a presença de energia? Para cada opção que identificar, justifique que tipo de energia você encontrou.

a) Chutar uma bola



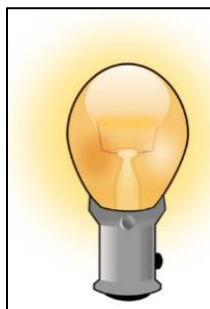
Fonte: <https://publicdomainvectors.org/photos/soccer-player-3-publicdomain.jpg>

b) Subir a montanha



Fonte: <https://publicdomainvectors.org/photos/rockclimbing.png>

c) Uma lâmpada acesa



Fonte: [https://publicdomainvectors.org/photos/Romanov\\_Light\\_bulb\(2\).png](https://publicdomainvectors.org/photos/Romanov_Light_bulb(2).png)

d) Uma vela acesa



Fonte: [https://publicdomainvectors.org/photos/candelabrum-publicdomainvec\(1\).jpg](https://publicdomainvectors.org/photos/candelabrum-publicdomainvec(1).jpg)

e) Um carro em movimento



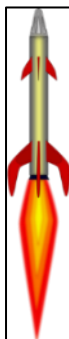
Fonte: [https://publicdomainvectors.org/photos/Gerald\\_G\\_Driving\\_a\\_car.png](https://publicdomainvectors.org/photos/Gerald_G_Driving_a_car.png)

f) Andar de bicicleta



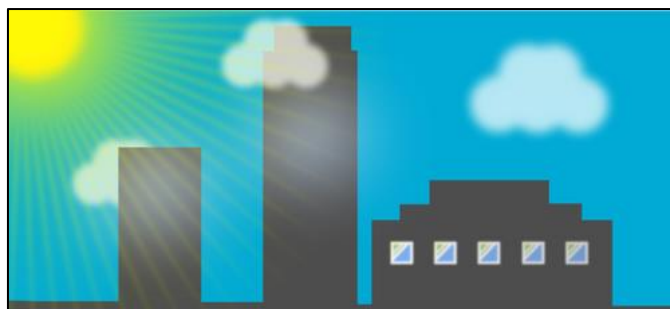
Fonte: <https://publicdomainvectors.org/photos/Girl-On-Bike.png>

g) O lançamento de um foguete



Fonte: <https://publicdomainvectors.org/photos/mystica-SpaceCraft-II.png>

h) Sol



Fonte: <https://publicdomainvectors.org/photos/1358816539.png>

Seu empenho é fundamental, bons estudos!!!

## APÊNDICE D – AFINAL, O QUE É ENERGIA?

Prof. Lucas Teixeira Picanço

### 1. Energia mecânica

A Física tem como um de seus objetivos fundamentais, estudar um tópico muito importante, **a energia**. De fato, a humanidade sempre procurou por fontes de energia, e hoje o nosso futuro depende da obtenção e uso eficiente da energia. (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

Com certeza, você já ouviu falar de Energia, afinal é um termo de uso muito frequente. É comum falar de energia como sinônimo de alegria, disposição, vivacidade, ou associá-la a variados tipos de movimento, ou, ainda, à capacidade de pensar, planejar e executar tarefas. (YAMAMOTO e FUKU, 2016)

#### **Mas afinal o que é energia?**

O ser humano, desde tempos remotos, utiliza recursos para melhorar a sua vida e superar desafios do dia a dia. Para isso cria tecnologias para melhor se locomover, para transportar alimentos e materiais, entre outros, facilitando o seu trabalho. Para todo esse esforço ele utiliza **energia**, conceito que é difícil de definir e muito amplo (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

Até Isaac Newton desconhecia o conceito de energia. Mas ainda assim a energia é familiar para nós, pois percebemos a energia nas coisas, principalmente quando ela está sendo transferida ou transformada, ela é tanto uma “**coisa**” quanto um **processo** (HEWITT, 2015, p. 104).

Mas para facilitar nossos estudos nos limitaremos a definição da energia no campo da Mecânica. E, portanto, concentraremos nossa atenção nas duas formas mais comuns de energia mecânica: **a energia cinética e a energia potencial**.

Assim, adotaremos a seguinte definição:

**Energia é a propriedade de um sistema que o capacita a realizar trabalho.**  
(HEWITT, 2015, p. 126).

## 2. ENERGIA CINÉTICA E TRABALHO

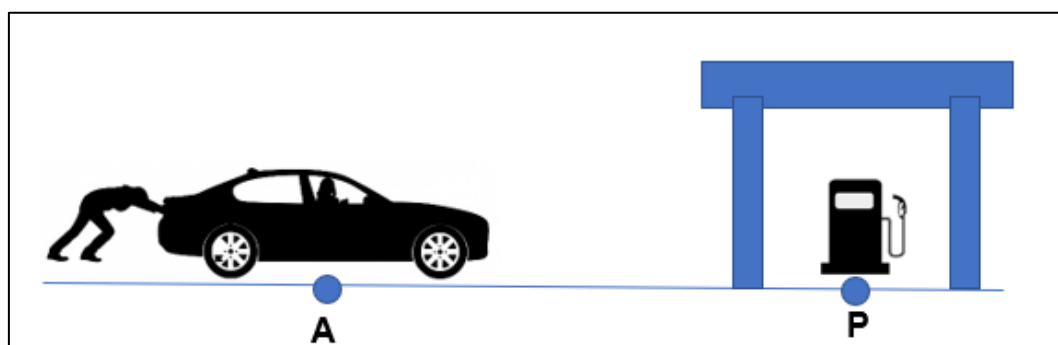
### 2.1. Energia Cinética

Existe uma forma de energia que surge da movimentação dos corpos. Essa energia tem um valor relativo, pois depende da velocidade com que o corpo se locomove quando comparado a um referencial adotado, ou seja, quanto mais rápido estivermos, maior será a energia. **Essa é a energia cinética.** A equação para se calcular a energia cinética é dada por:

$$E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

### 2.2. Trabalho

Imagine a seguinte situação, o seu carro parou de funcionar por causa da falta de combustível, você não tem como chamar o reboque, mas pode empurrar o carro até um posto de gasolina mais próximo.



Fonte: a pesquisa.

Para empurrar o carro do ponto A até o posto (ponto P), você precisa aplicar uma força nele, certo?

Pois bem, essa é uma forma bem simples de entender o que é trabalho para física.

O **trabalho é a energia** transferida **para um** objeto (ou sistema), ou **de** um objeto (ou sistema), por uma força externa que age sobre o objeto (ou sistema), causando nesse um deslocamento na direção da força.

Quando mais de uma força externa age sobre o sistema, o trabalho total das forças é igual à energia transferida, desde que a resultante de todas as forças não seja nula e provoque efetivamente um deslocamento no sistema, caso contrário o trabalho será nulo.

Quando a energia é **transferida para** o objeto, o **trabalho é positivo**; quando a energia é **transferida do objeto**, o trabalho é negativo.

Matematicamente o Trabalho ( $\tau$ ) é o produto da força pela distância ao longo da qual o corpo sobre o qual a força atua se move. Ou seja, de maneira mais geral, a componente da força na direção de movimento vezes a distância percorrida.

$$\tau = F \cdot d$$

A unidade de medida para trabalho combina uma unidade de força (N) com uma unidade de distância (m); a unidade de trabalho, então, é o newton-metro (N.m), também chamada de joule (J).

Um joule de trabalho é realizado quando uma força de 1 newton é exercida ao longo de uma distância de 1 metro, é o equivalente aproximadamente, por exemplo, ao trabalho de erguer um pacote de queijo ralado de 100g, sobre sua cabeça.

Para valores maiores, falamos em quilojoules (kJ, milhares de joules) ou mega joules (MJ, milhões de joules).

O trabalho pode também transferir outras formas de energia para um sistema.

### 2.3. Teorema trabalho-energia

Lembrando da situação descrita anteriormente, obviamente, ao empurrar o carro ele se moverá. Que tipo de energia está associada ao movimento? Se você pensou na energia cinética, você acertou.

Assim, vemos que existe uma relação entre o Trabalho realizado por uma força a energia cinética. E ela é a seguinte:

**O trabalho realizado sobre um objeto é igual à variação na energia cinética do objeto.**

Matematicamente:

$$\tau = \Delta E_c$$

Onde  $\tau$  (tau) é o trabalho realizado e  $\Delta E_c$  é a variação da energia cinética do objeto.

Essa expressão, ao fornecer uma maneira de calcular a energia cinética vinculada ao trabalho realizado por uma força, representa um dos mais importantes teoremas da Dinâmica: o **Teorema Trabalho Energia**.

## 3. Energia potencial



Lembra quando perguntamos no teste inicial se um objeto pode possuir energia? A resposta para essa pergunta é sim, mas em um sentido relativo.

A energia não está no objeto isolado, mas sim no sistema, então pode-se dizer que um sistema pode armazenar energia devido à sua posição. A energia armazenada e mantida pronta para ser usada é chamada de energia potencial ( $E_p$ ), porque no estado de armazenagem ela tem potencial para realizar trabalho.

Uma analogia fácil para ajudar a entender a energia potencial, é comparar essa energia com uma semente, por exemplo. Uma semente não é uma planta, certo? Porém ela tem o potencial para ser uma planta.



Fonte: [https://cdn.pixabay.com/photo/2013/07/12/19/24/sapling-154734\\_960\\_720.png](https://cdn.pixabay.com/photo/2013/07/12/19/24/sapling-154734_960_720.png)

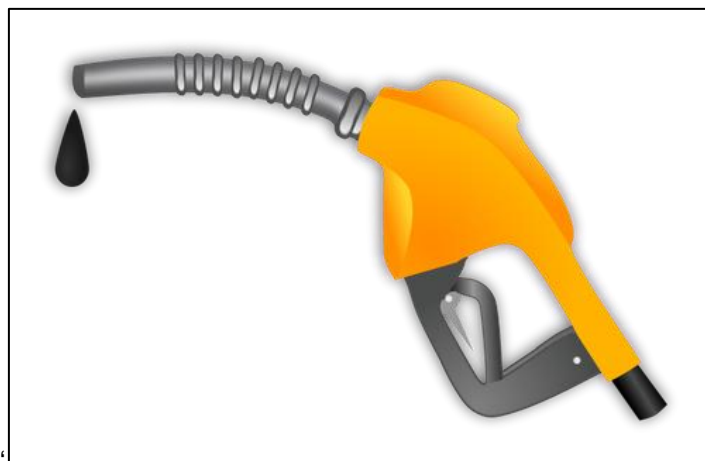
Nas figuras a seguir você pode observar alguns exemplos de energia potencial.

Quando um arco é vergado, é “armazenada” energia nele. O arco pode realizar trabalho sobre a flecha.



Fonte: [https://cdn.pixabay.com/photo/2015/09/08/13/21/bow-29920\\_960\\_720.jpg](https://cdn.pixabay.com/photo/2015/09/08/13/21/bow-29920_960_720.jpg)

A energia química dos combustíveis também é energia potencial.

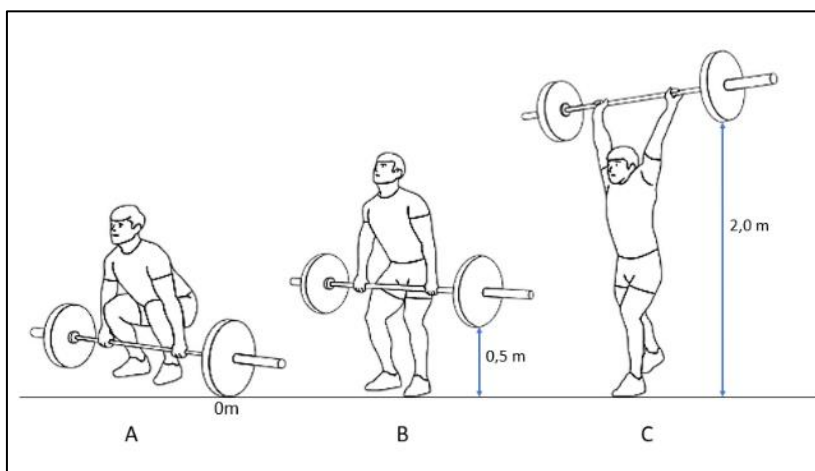


Fonte: <https://publicdomainvectors.org/photos/gaspistol.png>

### 3.1. Energia potencial gravitacional

Chama-se de energia potencial gravitacional, a energia de um corpo devido a sua posição elevada dentro de um sistema.

Para entender melhor essa afirmação vamos analisar o esporte de levantamento de peso e o trabalho que é realizado ao se erguer um halter.



Fonte: Adaptado de [https://cdn.pixabay.com/photo/2019/04/25/15/27/weightlifting-4155161\\_960\\_720.png](https://cdn.pixabay.com/photo/2019/04/25/15/27/weightlifting-4155161_960_720.png)

Ao erguer a barra, a partir do chão, até acima da sua cabeça, o atleta realiza um trabalho contra a gravidade, aplicando uma força que desloca a barra para uma altura de 2 metros acima do chão (lembre-se que  $\tau = F \cdot d$ ). Dessa forma, dizemos que o sistema barra – Solo acumulou energia potencial, devido a alteração da posição da barra em relação ao solo.

Para determinar a quantidade de energia que um objeto elevado possui, calculamos o trabalho que foi realizado contra a gravidade para erguê-lo.

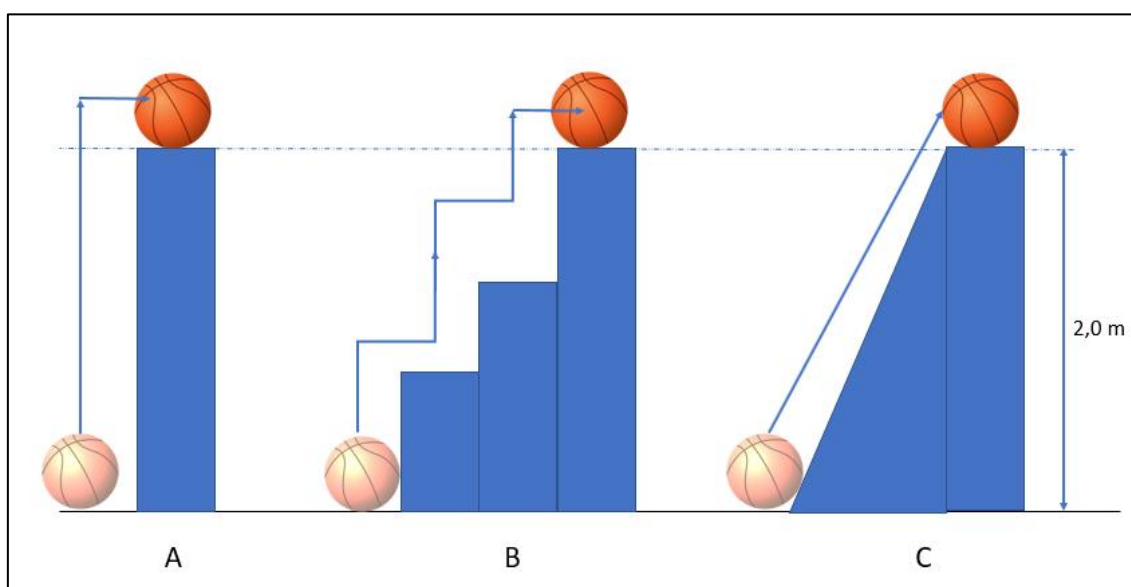
O trabalho realizado, nesse caso, é igual à força necessária para movê-lo para cima, multiplicado pelo valor da distância vertical na qual ele foi deslocado.

A força para cima necessária para se mover com velocidade constante é igual ao peso do objeto (massa vezes gravidade) de modo que o trabalho realizado para erguer em uma altura  $h$  é igual ao produto da massa com a gravidade e a altura. Assim a energia potencial gravitacional é dada matematicamente como:

$$E_{pG} = P \cdot h = m \cdot g \cdot h$$

Note que a altura  $h$  é a distância acima de algum nível de referência, tal como o chão (como mostra-se no nosso exemplo) ou um piso de algum andar de um edifício. A energia potencial gravitacional, é relativa àquele nível e depende apenas do peso do objeto e da altura que ele se encontra em relação ao nível de referência.

Ressalta-se que a energia potencial de um objeto depende da altura, mas **não depende do caminho seguido para ir até lá**.

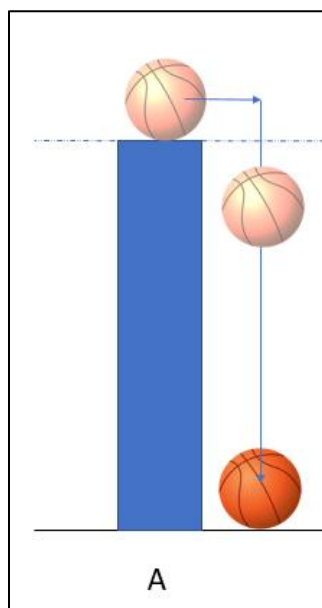


Fonte: a pesquisa.

Nesse exemplo, as três bolas de basquete têm a mesma energia potencial gravitacional, pois todas estão à mesma altura em relação ao chão (2m), ainda que o caminho percorrido por elas tenha sido diferente.

A energia potencial, seja gravitacional ou de outro tipo, tem significado apenas quando ela se transforma – quando **realiza trabalho** ou se **transforma** de uma forma em outra de energia.

Um dos tipos de energia em que a energia potencial pode se transformar é a energia de movimento, ou seja, a **energia cinética**.

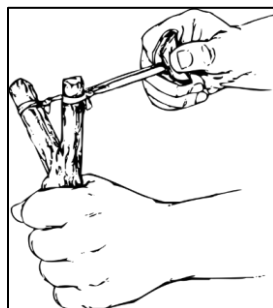


Fonte: a pesquisa.

Por exemplo, se a bola de basquete cair, de alguma das plataformas do exemplo anterior, então ela perderá sua energia potencial à medida que a altura diminui, ao passo que ao entrar em movimento (queda) ela adquire energia cinética aumentando a sua velocidade. Assim, apenas variações de energia potencial possuem significado físico, ou seja, somente quando ela se transforma, percebemos que ela existe.

### 3.2. Energia potencial elástica

Você já brincou alguma vez em uma cama elástica, ou com um estilingue, mola ou uma liga de borracha?



Fonte: [https://cdn.pixabay.com/photo/2012/04/25/00/24/slingshot-41343\\_960\\_720.png](https://cdn.pixabay.com/photo/2012/04/25/00/24/slingshot-41343_960_720.png)

Se a sua resposta foi sim, além de ter tido uma infância feliz, você deve ter percebido que quanto mais se estica um objeto elástico (como uma mola ou a tira de

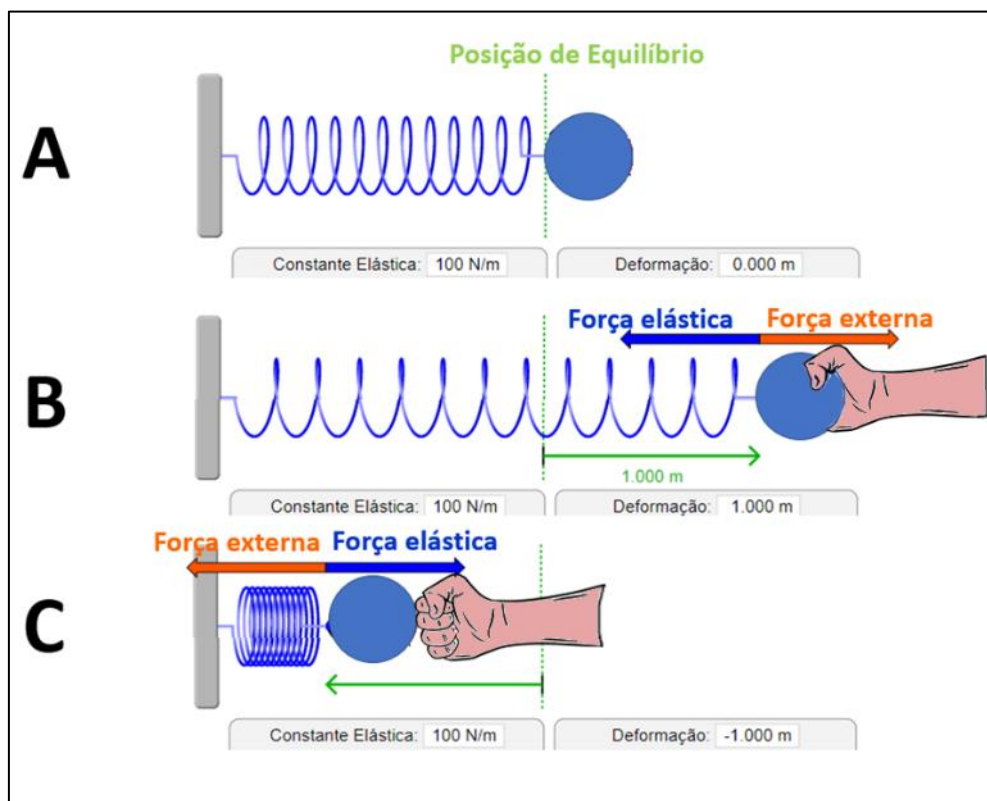
borracha de um estilingue), mas ele se opõe a esse tensionamento, tentando assim voltar para seu tamanho inicial.

Nesse caso dizemos que ele “acumulou” **energia potencial elástica**. A Energia potencial elástica é a energia associada ao estado de compressão ou distensão de um objeto elástico.

No caso de uma mola, tem-se força elástica é sempre restauradora, ou seja, ela se opõe a força externa que estica ou comprime a mola, puxando a mola de volta para a posição de equilíbrio, sempre no sentido oposto ao da força externa aplicada. Essa força é calculada pela lei de Hooke:

$$F_{el} = -k \cdot x ,$$

Onde o sinal negativo demonstra o caráter de restituição dessa força,  $k$  é a constante elástica, e  $x$  é a deformação sofrida pela mola.



Fonte: a pesquisa.

Na posição (A) a mola está em seu estado de equilíbrio. Em (B) ela é esticada e sofre uma deformação de 1 m. Em (C) ela é comprimida e sofre uma deformação de 1 m.

Quando a extremidade livre sofre um deslocamento  $x$ , a energia potencial elástica é dada por

$$E_{pel} = \frac{1}{2}k \cdot x^2$$

Na posição inicial tem-se a **configuração de referência** ou **equilíbrio**, neste caso a mola está no estado relaxado, e, portanto,  $x = 0$  e  $E_{pel} = 0$ .

#### 4. Energia mecânica e sua conservação

Mais importante do que ser capaz de dizer o que é a energia é compreender como ela se comporta ou como ela se transforma. O estudo das diversas formas de energia e suas transformações de uma forma em outra, levaram à descoberta de uma das maiores leis da natureza, a lei de conservação da energia.

**A energia não pode ser criada ou destruída; pode apenas ser transformada de uma forma para outra, com sua quantidade total permanecendo constante.**

Ou seja, a Natureza demonstra que a quantidade total de energia existente no Universo permanece sempre a mesma, não havendo, portanto, criação ou destruição de energia, mas tão somente sua transformação, de uma forma em outra.

É importante observar que, na ausência da atuação de forças dissipativas (como o atrito e a resistência do ar), a energia mecânica é conservada, permanecendo constante. Mas as proporções entre energia cinética e potencial podem variar entre si, uma convertendo-se na outra, ou seja, na mesma proporção em que uma cresce, a outra diminui e vice-versa.

Assim, a soma das energias cinética e potencial de um sistema físico em relação a determinado referencial é, por definição, a sua energia mecânica.

$$E_m = E_p + E_c$$

Um sistema físico nessa condição (ausência de forças dissipativas) é dito **conservativo**; e, no caso específico de um sistema mecânico, vale a expressão:

$$E_m = E_p + E_c = \textit{constante}$$

## REFERÊNCIAS

YAMAMOTO, Kazuhito. FUKU, Luiz Felipe. “**Física para o ensino médio, vol. 1: mecânica**” 4.ed. São Paulo: Saraiva, 2016.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física. Vol. I: mecânica**; tradução Ronaldo Sérgio de Biasi. - 10. ed. – Rio de Janeiro: LTC, 2016.

HEWITT, Paul G. **Física conceitual** [recurso eletrônico] / Paul G. Hewitt; tradução: Trieste Freire Ricci; revisão técnica: Maria Helena Gravina. – 12. ed. – Porto Alegre: Bookman, 2015

## APÊNDICE E- ROTEIRO DE ATIVIDADES AULA 4

Prof. Lucas Teixeira Picanço

### DESCRIÇÃO GERAL

Caro(a) Aluno(a), este roteiro irá ajudar você a realizar duas experiências. Nosso estudo tomará como base os conceitos de energia apresentados na aula anterior. Além disso, você deverá:

- Desenvolver as atividades experimentais propostas
- Fazer anotações que descrevem o fenômeno observado durante a execução do experimento.

### RESULTADOS PRETENDIDOS DA APRENDIZAGEM

- Apreender os conceitos básicos e estruturantes da mecânica.
- Entender o processo de transformação da energia potencial em energia cinética através de uma atividade experimental.
- Aplicar, corretamente, métodos adequados de investigação científica nas atividades experimentais, identificando quais os fatores mais importantes para realização do experimento.
- Estabelecer corretamente a relação entre a altura de um objeto com a sua energia potencial.
- Caracterizar como a velocidade de um objeto influencia a energia cinética dele.
- Descrever como os experimentos demonstram o princípio da conservação da energia.
- Representar Graficamente como ocorre a transformação da energia, através de um desenho simples.

Siga as orientações a seguir, seu empenho é fundamental, bons estudos!!!



## ROTEIRO

### **Experiência 1: Bolinha de borracha em queda**

Fique em pé, e com uma das mãos segure a bolinha de borracha. Deixe a bolinha de borracha cair de 3 alturas diferentes, da altura de seu braço esticado acima da sua cabeça, da altura do seu ombro e da altura da sua cintura, peça para o seu colega de equipe para gravar com um celular. Grave tudo o que acontece. E a partir de suas observações responda:

1. O que faz a bolinha cair?
2. Que diferenças você observou na queda da bolinha nas três situações?
3. Pode-se dizer que a bolinha tem algum tipo de energia? Se sim, qual ou quais energias a bolinha tem?
4. Faça um desenho simples, ilustrando a queda da bolinha nas três situações, e escreva, qual a velocidade que você acha que a bolinha tem ao chegar ao chão depois de cair:
  - a) da altura de seu braço esticado acima da sua cabeça
  - b) da altura do seu ombro
  - c) da altura da sua cintura.
5. Repita o experimento da queda da bolinha, mas agora grave um vídeo no aplicativo indicado pelo professor, anote os dados indicados no aplicativo, e veja por exemplo se as velocidades que você respondeu na questão anterior, são semelhantes ou não ao que o aplicativo indicou.

### **Experiência 2: Bolinha de massinha de modelar em queda livre**

Utilize agora as 3 bolinhas de massinha, e deixe cada uma cair (uma única vez) a partir das mesmas alturas usadas na experiência 1, grave todo o processo no aplicativo e anote os dados fornecidos, usaremos eles em outra aula. A partir de suas observações responda:

6. Que diferenças você observou entre a experiência 1 e a experiência 2? O comportamento da bolinha de borracha é igual ao das bolinhas de massinha de modelar?

7. É possível observar alguma diferença entre as 3 bolinhas de massinha de modelar, após caírem de 3 alturas diferentes? Se sim, o que você acha que causou essa diferença?

### **Experiência 3: Carrinho de brinquedo da Física.**

Coloque sobre a mesa o carrinho de brinquedo e analise a sua estrutura, cuidadosamente, empurre o carrinho para frente e observe o que acontece. A partir de suas observações responda:

8. Enquanto você empurra o carrinho, o que acontece com o pedaço de metal na outra ponta da corda?

9. Ao parar de empurrar, o que acontece com o carrinho?

10. Que energias você identifica nas situações descritas nas situações das questões 8 e 9?

### **Avaliação**

As atividades propostas aqui fornecerão informações importantes sobre seu entendimento a respeito dos experimentos propostos, assim como sobre as necessidades de aprendizagem futuras. Responda às questões e reflita sobre como aplicar as ideias expostas na aula em seu dia a dia.

## APÊNDICE F - ROTEIRO DE ATIVIDADES- AULA 5

Prof. Lucas Teixeira Picanço

### DESCRIÇÃO GERAL

Caro(a) Aluno(a), este roteiro irá ajudar você a realizar duas experiências virtuais. Nosso estudo tomará como base os conceitos de energia apresentados na aula anterior. Além disso, você deverá:

- Desenvolver as atividades experimentais propostas
- Fazer anotações que descrevem o fenômeno observado durante a execução do experimento.

### RESULTADOS PRETENDIDOS DA APRENDIZAGEM

- Entender o processo de transformação da energia potencial em energia cinética através de dois simuladores.
- Estabelecer corretamente a relação entre a altura de um objeto com a sua energia potencial.
- Identificar como a velocidade de um objeto está associada à energia cinética dele.
- Descrever como os simuladores demonstram o princípio da conservação da energia.

Siga as orientações a seguir, seu empenho é fundamental, bons estudos!!!

### ROTEIRO

#### Simulador 1: A energia na Pista de *Skate*



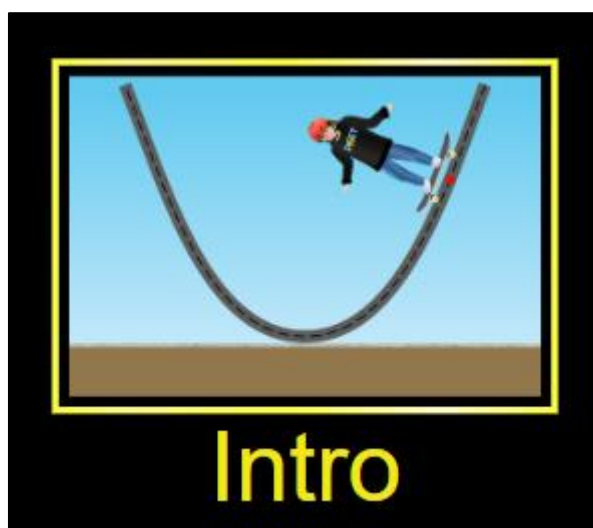
Energia na Pista de  
Skate.html

Clique no ícone que está na área de trabalho do seu computador.

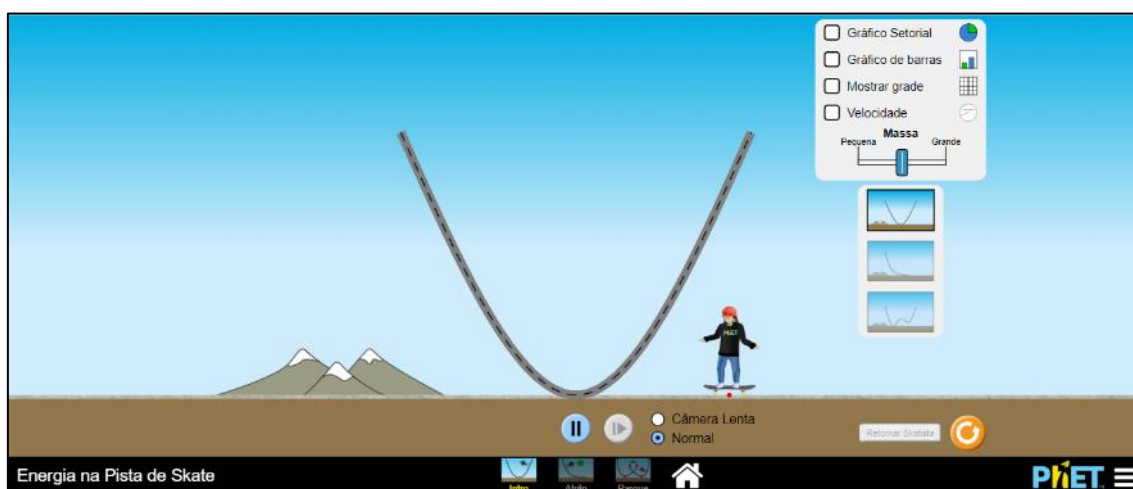
Em seguida, deve abrir a página da simulação Energia na pista de *Skate*, conforme mostra a Figura a seguir:



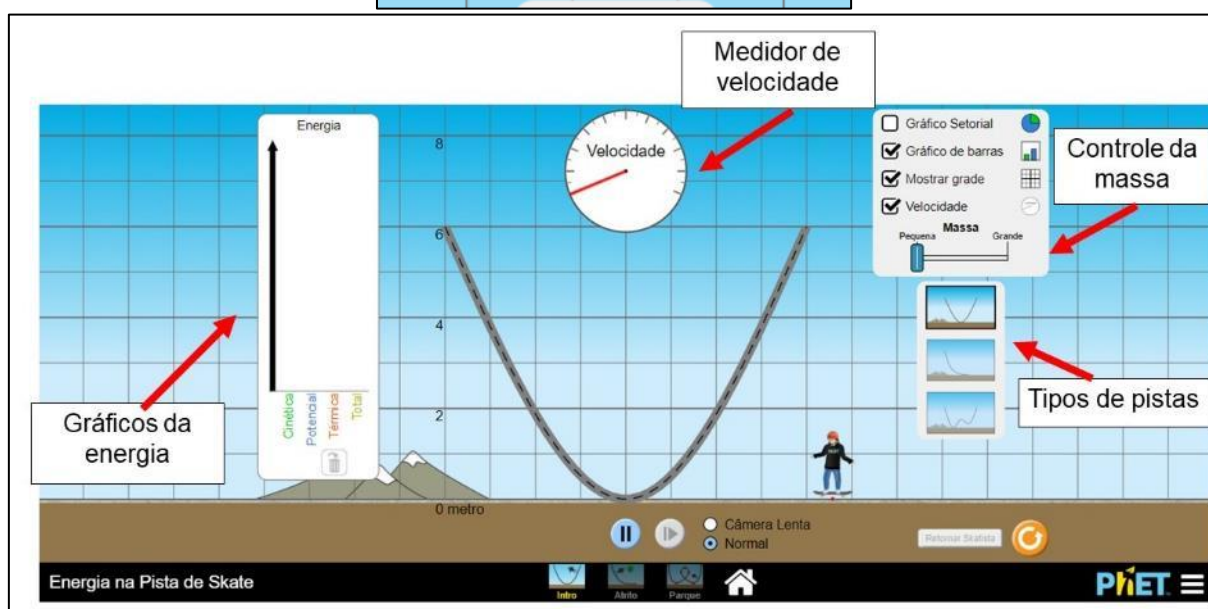
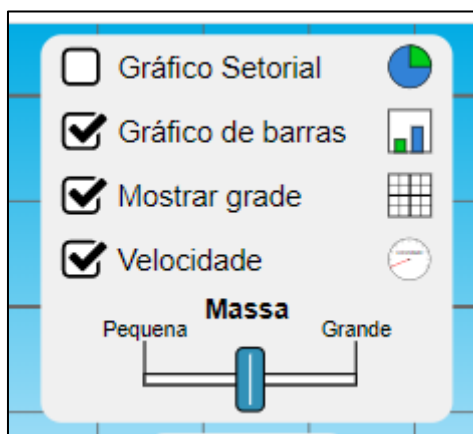
Em seguida, clique no quadro “Intro”



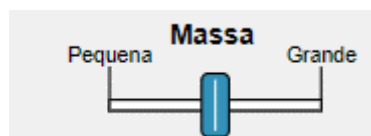
Então deve abrir a seguinte tela:



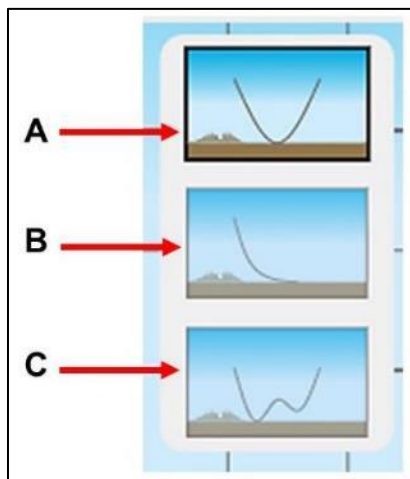
No lado superior direito da tela tem-se algumas funções importantes, utilizaremos três delas: Gráfico de barras, Mostrar Grade e Velocidade. Selecione conforme mostra a Figura a seguir:



Você pode alterar a massa do esquiador, mexendo no botão de controle da massa



E ainda, também escolher entre três tipos de rampas.




Agora que você já está familiarizado com a simulação, é só clicar no esquiatista, segurar o botão do mouse e arrastar ele para qualquer ponto da pista ou acima dela. Fique à vontade para testar essa simulação, mas seja bastante criterioso e observador. Então, responda:

1. Que tipos de energia são mostradas no gráfico da simulação?
2. O que acontece com o gráfico da energia potencial enquanto você posiciona (sem soltar) o esquiatista sobre a pista em diferentes alturas, como por exemplo, 6, 4, 2 e 0 metros? E se você alterar a massa do esquiatista, o que acontece com a energia potencial? Explique.
3. O que acontece com o medidor de velocidade, o gráfico das energias total, cinética e potencial, se você colocar e soltar o esquiatista na altura de **6 metros**:
  - a) na pista A?
  - b) na pista B?
  - c) na pista C?
4. O que acontece com o medidor de velocidade, o gráfico das energias total, cinética, potencial e térmica, se você colocar e soltar o esquiatista na altura de **8 metros** (isso mesmo, você pode fazer o esquiatista cair em cima da pista) na pista A? Foi diferente, não é? Por que isso aconteceu?

## Simulador 2: Energia Trapezista



Energia  
Trapezista.html

Clique no ícone  que está na área de trabalho do seu computador.

Em seguida, deve abrir a página da simulação “Energia Trapezista”, conforme mostra a Figura a seguir:

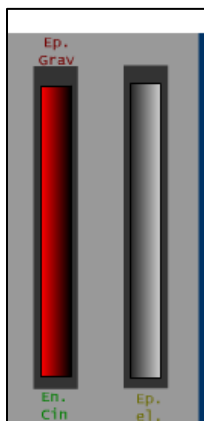


Espera a simulação carregar completamente até que apareça a seguinte tela:



Essa simulação retrata uma situação interessante, a queda de um trapezista sobre uma rede de proteção.

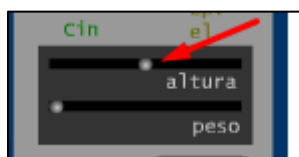
Do lado superior direito, tem-se duas barras que representam 3 formas de energia: energia potencial gravitacional, energia cinética e energia potencial elástica, conforme mostra a Figura a seguir:



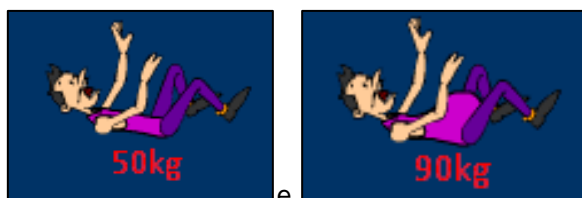
Pode-se modificar a altura e o peso do trapezista utilizando os seguintes controles:



Esse simulador permite que você escolha a altura da queda do trapezista entre 5m e 15m, basta clicar e arrastar o botão do controlador.



No controle do peso, você pode alterar a massa do trapezista de 50kg até 90kg.



Para controlar a animação utilize os seguintes botões: “inicia” (para começar o movimento), “câmera lenta” (para ir devagar), “reset” (para voltar para posição inicial) e “para” (para pausar a queda)



E quando você clica no botão “para” aparece o botão “continua”.





Logo no início da simulação aparecem os seguintes dados:

$E_{total}$	11.25 KJ
$E_{pel}$	0 KJ
$E_{pG}$	11.25 KJ
$E_{cin}$	0 KJ
$h$	12.50 m
$m$	90.00 Kg
$v$	0.00 m/s

Onde:

- $E_{total}$  é a energia mecânica do sistema.
- $E_{pel}$  é a energia potencial elástica.
- $E_{pG}$  é a energia potencial gravitacional
- $E_{cin}$  é a energia Cinética
- $h$  é altura
- $m$  é a massa
- $v$  é a velocidade.

Preste atenção nesses dados então responda:

5. Que diferenças você notou entre o primeiro simulador e o segundo?
6. Quando você clica no botão “inicia”, o valor indicado para energia total se altera?

Explique.

7. Quando você clica no botão “inicia”, o que acontece com os demais valores da energia potencial elástica, potencial gravitacional, cinética, altura e velocidade? E como se comporta o gráfico da energia?

8. Verifique qual o valor indicado para energia Potencial gravitacional quando você escolhe:

- a) O menor valor para o peso do trapezista (massa de 50kg), e alterando a altura para o menor valor (5m) e depois alterando para o maior valor da altura (15m)
- b) O maior valor para o peso do trapezista (massa de 90kg), e alterando a altura para o menor valor (5m) e depois alterando para o maior valor da altura (15m).

c) Como você explica valores diferentes para a energia potencial gravitacional nos itens (a) e (b)?

9. Depois de apertar o botão “inicia”, em que momento a energia potencial elástica aparece na simulação? Ela pode ser maior que a energia total registrada no início do movimento de queda?

10. E ao subir, a altura máxima atingida pelo trapezista pode ser maior que a registrada no início da queda?

### Avaliação

As atividades propostas aqui fornecerão informações importantes sobre seu entendimento a respeito dos simuladores utilizados e dos conteúdos estudados, assim como, fornecerá informações sobre as necessidades de aprendizagem futuras.

## APÊNDICE G - ROTEIRO DE ATIVIDADES- AULA 6

Prof. Lucas Teixeira Picanço

### DESCRIÇÃO GERAL

Caro(a) Aluno(a), este roteiro irá ajudar você a utilizar uma simulação, para verificar de forma analítica os resultados que você calculou em seu caderno. Nosso estudo tomará como base os dados coletados nas aulas anteriores.

### RESULTADOS PRETENDIDOS DA APRENDIZAGEM

- Entender como calcular a energia potencial gravitacional de uma partícula;
- Compreender em que situações pode-se aplicar o Princípio da conservação da energia Mecânica na resolução de problemas que envolvam a abordagem analítica.
- Fazer estimativas sobre o comportamento gráfico da energia Mecânica, cinética e potencial gravitacional, partindo de um problema instigador.

Siga as orientações a seguir, seu empenho é fundamental, bons estudos!!!

### ROTEIRO

#### **Simulador *Conservação da Energia Mecânica na Queda Livre***

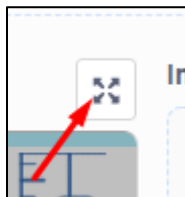
Clique no link:

**[Conservação da Energia Mecânica na Queda Livre](#)**

Em seguida, vai aparecer a página da simulação “Conservação da energia na queda livre”, conforme mostra a Figura a seguir:

The screenshot shows a Scratch project interface. At the top, the title is "Conservação da Energia Mecânica na Queda Livre" with a "Ver interior" button. The main area features a simulation of a building with a window where a green flag is positioned. To the right of the window is a vertical scale from 0 to 45. Above the scale are two signs: a green "SIGA" sign and a red "PARE" sign. A legend on the left lists energy types: Energia Mecânica (green), Energia Potencial Gravitacional (yellow), Energia Cinética (blue), and Energia Térmica (orange). Below the legend are buttons for "Energias", "Valores", "Gráficos", and "Equações". On the right, there are "Instruções" and "Notas e Créditos" sections. The bottom of the interface shows engagement metrics (0 hearts, 0 stars, 0 comments, 2 views), a date of "02 de jul. de 2021", and buttons for "Adicionar ao Estúdio" and "Copiar o Link".

Para ver bem a animação, clique em maximizar:



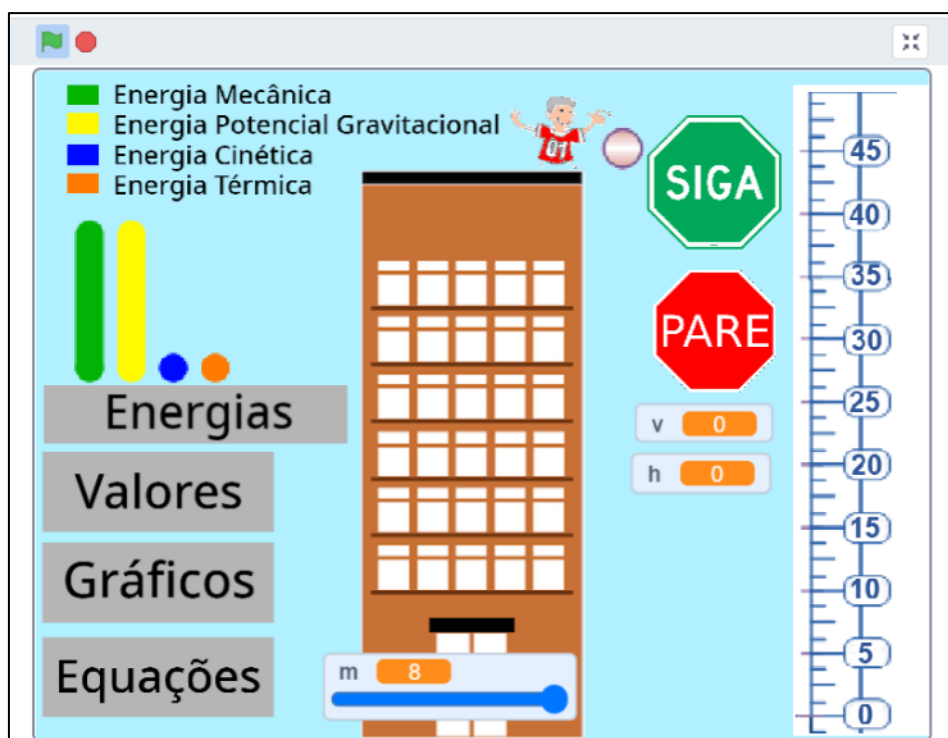
E se estiver com o celular, ative a rotação da tela deixei ele na horizontal, assim:



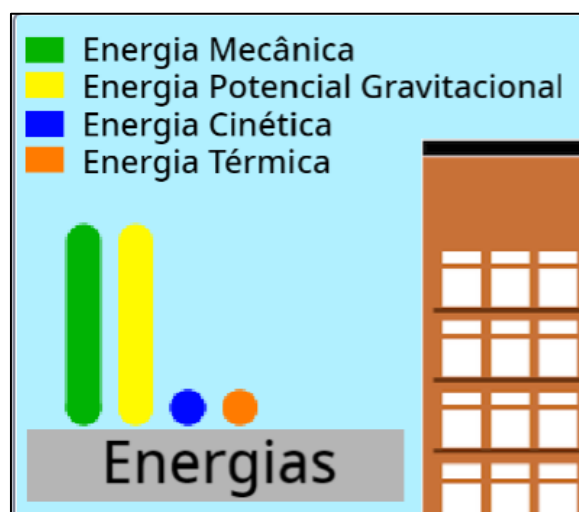
Clique na bandeira verde para iniciar:



Agora nossa animação vai aparecer assim:



Nessa simulação a energia mecânica, a cinética, potencial gravitacional e térmica, são representadas nos indicadores de nível conforme mostra a Figura a seguir:



Você pode alterar o valor da massa mexendo no controle, apresentado na Figura a seguir:



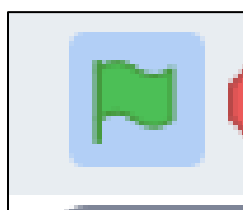
Para iniciar a simulação, é só clicar no botão “SIGA”.



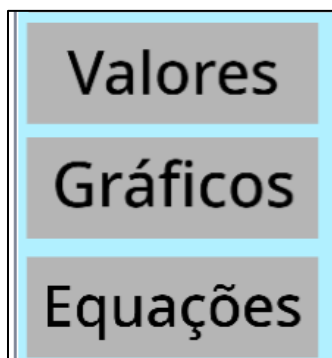
Para parar a simulação em qualquer momento, é só clicar no botão “PARE”.



E para reiniciar do zero é só clicar na bandeira verde do lado esquerdo:



Para ver outras informações da simulação clique em Valores, “Gráficos” e “Equações”:



Agora que você já conhece a simulação, vamos realizar a atividade. Desta vez iremos utilizar uma técnica diferente, chamada de P.O.E. (Predizer-Observar-Explicar).

Essa técnica funciona assim:

1° Você tenta dizer o que irá ocorrer antes da simulação e registra as suas previsões.

2° Você efetua a simulação, observa o que acontece e também registra.

3° Compara o que você esperava que fosse acontecer com o que foi simulado, explicando diferenças entre o observado e o previsto, se existir diferenças.

**Importante:** Siga esta técnica de forma fiel, para aproveitar melhor essa atividade. Não execute a simulação antes de ter refletido sobre o que irá acontecer e ter registrado nesse roteiro as suas previsões iniciais.

Para responder às questões a seguir, utilize quaisquer fórmulas ou conceitos e se desejar desenhe nos retângulos os gráficos e representações que achar necessário.

### **Situação problema**

Um menino deixa cair do alto de um prédio de 45 metros de altura, uma bola de boliche de massa de 8 kg. Considere que a aceleração da gravidade é de  $10\text{m/s}^2$ . Com base no que estudamos nas aulas anteriores responda:

- 1) **Previsão 1:** O que você acha que irá acontecer durante a queda da bola, com a:
  - a) Energia cinética:

---

---

---

**b) Energia potencial gravitacional:**

---

---

---

**c) Energia mecânica:**

**2) Verificação 1:** Clique no botão  e descreva o que aconteceu durante a queda da bola com a:

**a) Energia cinética:**

---

---

---

**b) Energia potencial gravitacional:**

---

---

---

**c) Energia mecânica:**

---

---

---

**3) Comparação 1:** O que você previu foi diferente em alguma coisa do que aconteceu na simulação? Por quê?



---

---

---

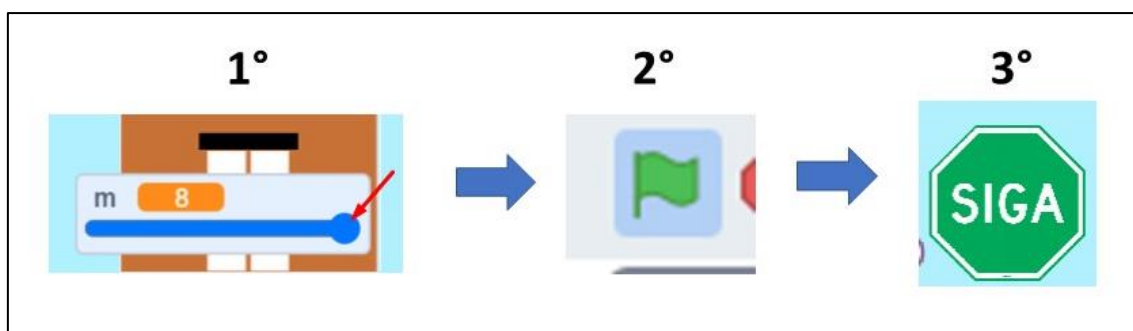
4) **Previsão 2:** Se você mexer no controle de massa, o que você acha que irá acontecer, antes e depois de iniciar a simulação, com os indicadores da:

a) Energia cinética:

b) Energia potencial gravitacional:

c) Energia mecânica:

5) **Verificação 2:** Verificação 2: Primeiro mexa no controle da massa, depois na bandeira verde espere e observe o que acontece, e depois clique no botão SIGA e descreva o que acontece com os indicadores da:



a) Energia cinética:

---

---

---

b) Energia potencial gravitacional:

---

---

---

c) Energia mecânica:

---

---

---

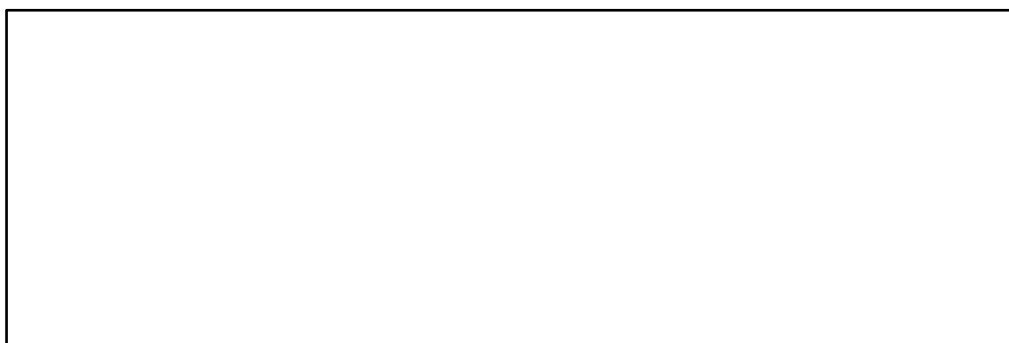
6) **Comparação 2:** O que você previu foi diferente em alguma coisa do que aconteceu na simulação? Por quê?

---

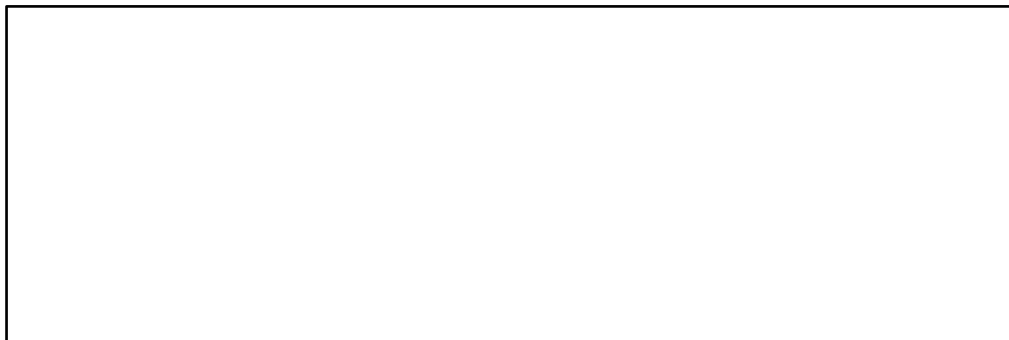
---

---

7) **Previsão 3:** Desenhe no retângulo abaixo, um gráfico que representa como você imagina que seja o comportamento da Energia cinética, Energia potencial gravitacional e Energia mecânica, em função do tempo.



**8) Verificação 3:** Clique em “Gráficos” e desenhe o que a simulação apresenta:



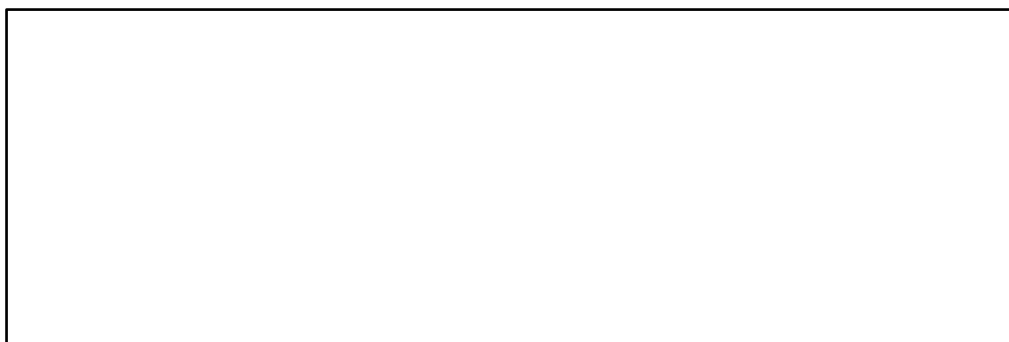
**9) Comparação 3:** O que você previu foi diferente em alguma coisa do que aconteceu na simulação? Por quê?

---

---

---

**10) Previsão 4:** Para realizar essa simulação é preciso usar algumas equações, que equações você acha que foram usadas?



**11)Verificação 4:** Clique em “Equações” e escreva as equações usadas na Simulação:



**12)Comparação 4:** O que você previu foi diferente em alguma coisa do que aconteceu na simulação? Por quê?

---

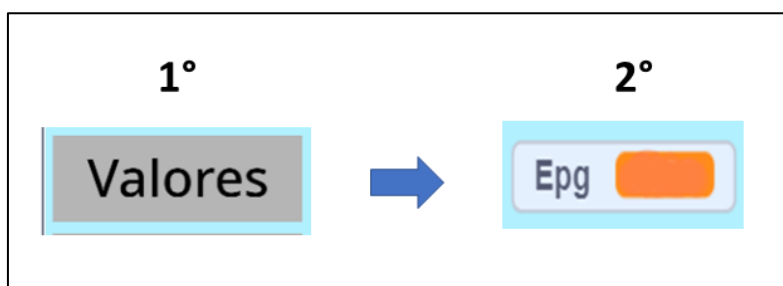
---

---

**13)Previsão 5:** Usando uma das equações da questão anterior, calcule o valor da Energia Potencial Gravitacional antes da bolinha cair, use como valor da massa 8 kg, altura 45m e  $g = 10 \text{ m/s}^2$



**Verificação 4:** Clique em “Valores” e escreva o valor registrado na simulação para Energia Potencial Gravitacional (Epg) :



**14) Comparação 5:** O que você calculou foi diferente em alguma coisa do que aparece na simulação? Por quê?

---

---

---

### Avaliação

As atividades propostas aqui fornecerão informações importantes sobre seu entendimento a respeito dos simuladores utilizados e dos conteúdos estudados, assim como, fornecerá informações sobre as necessidades de aprendizagem futuras. Seu empenho é fundamental, bons estudos!!!

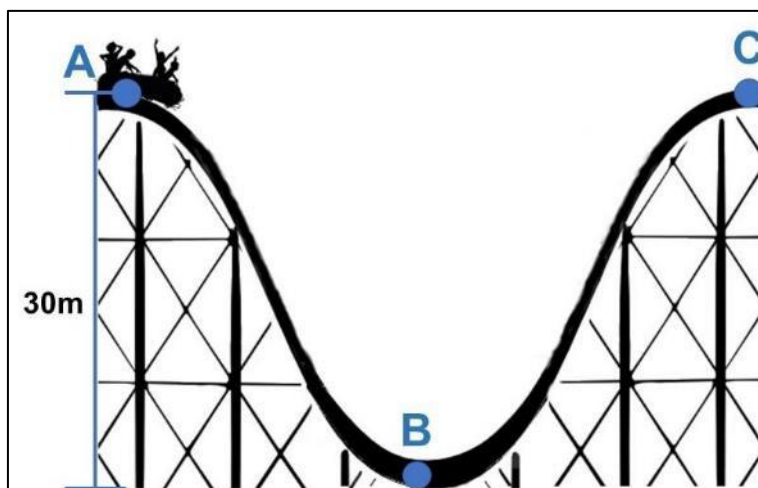
**APÊNDICE H - TESTE DIAGNÓSTICO FINAL****Nome:** \_\_\_\_\_**Série:** \_\_\_\_\_ **Turma:** \_\_\_\_\_ **Turno:** \_\_\_\_\_

1. Com base em nossos estudos anteriores, de que maneira pode-se definir o que é energia?
2. Analise a Figura a seguir de um praticante de bungee jump, que tipos de energia você identifica nesta imagem?



Fonte: [https://cdn.pixabay.com/photo/2013/11/24/11/27/sports-217238\\_960\\_720.jpg](https://cdn.pixabay.com/photo/2013/11/24/11/27/sports-217238_960_720.jpg)

3. Em um parque de diversões, existem muitos brinquedos que demonstram como ocorre o processo de transformações de energia, um deles é a montanha russa. Considere que a aceleração da gravidade no local seja  $10\text{m/s}^2$ . Sabendo que a massa do carrinho e das pessoas, juntos têm  $600\text{kg}$ , e que no ponto A altura é de  $30\text{m}$ . Analise a Figura a seguir e responda:



Fonte: a pesquisa.

- a) Calcule a Energia Potencial Gravitacional do sistema nos três pontos.
  - b) Calcule a Energia Cinética e a velocidade do carrinho nos pontos A, B e C
  - c) Calcule a Energia Mecânica do sistema nos três pontos.
  - d) Calcule o trabalho realizado pelo carrinho para se deslocar do ponto A até o ponto B, do ponto B até o ponto C e do ponto A até o ponto C.
4. Considere o caso do atleta cadeirante Aaron Wheelz que desafiou a Mega Rampa, suponha que ele e a cadeira juntos, tenham a massa de 80kg, como foi mostrado na reportagem assistida em sala de aula a mega rampa possui 24m de altura. Considere que a aceleração da gravidade no local seja  $10\text{m/s}^2$ . Calcule:



Fonte: <https://globoplay.globo.com/v/8075887/>

- a) Calcule a Energia Potencial Gravitacional do atleta no ponto mais alto da pista.
- b) Calcule a Energia Cinética e a velocidade do atleta no ponto mais baixo da pista.

## **ANEXO A – REPORTAGEM DO GLOBO ESPORTE, DE RAFAEL HONÓRIO VISTA, SOBRE A MEGA RAMPA (13/10/2015)**

### **Dreamland: quintal de Bob Burnquist vira parque de diversões de esqueitistas**

No terreno de quase 50 mil metros quadrados na Califórnia, brasileiro cria a maior Mega Rampa do mundo além de um complexo para esqueitistas de todas as modalidades.

Olhando a palavra "quintal" no dicionário, encontramos a seguinte definição: "pequeno terreno na parte posterior de uma habitação usado para diversas finalidades". Mas, e quando um quintal abriga uma rampa de *skate* de 170 metros de comprimento?! Pois é, esse é o caso do brasileiro Bob Burnquist. Da janela de sua casa na cidade de Vista, no estado americano da Califórnia, a 130km de Los Angeles, o esqueitista vê a Mega Rampa e sente um orgulho enorme do "quintalzinho".

- Isso aqui é um sonho realizado. Eu sempre quis ter uma rampa em casa, mas acontecer da forma que aconteceu e ter todas as rampas que eu tenho aqui eu não imaginava, não tinha nem como pensar nisso - admite.

A pista tem 24 metros de altura, o equivalente a um prédio de oito andares. Os 170 metros de comprimento são quase o tamanho de dois campos oficiais de futebol. A primeira parte da rampa, aquela que dá o impulso necessário para as manobras, tem 55 metros de extensão. Com a velocidade adquirida na descida, os esqueitistas voam sobre um vão de mais de 20 metros. E para finalizar a volta, os esqueitistas ainda encaram um quarter de quase 10 metros, que os impulsiona para voos de até 15 metros do chão.

- Ela é um monstro. É um negócio gigantesco. Ninguém tá acostumado a chegar em um lugar e encontrar uma rampa tão rampa - brincou Rony Gomes.

É nessa pista, no quintal de Bob Burnquist, que o Esporte Espetacular vai acompanhar a disputa da MegaRampa 2015 neste domingo, dia 18. A competição premia quem faz as melhores manobras e promete muita disputa entre os melhores esqueitistas do mundo. (Veja um aperitivo de Bob Burnquist em outro quintal).





A MegaRampa foi construída respeitando o relevo do terreno comprado por Bob Burnquist na Califórnia (Foto: Rafael Honório)

A MegaRampa pode ser dividida em cinco modalidades: o salto vertical, o transfer, o corrimão, o vão e o quarter. As duas primeiras são realizadas em uma rampa lateral e foram desenvolvidas após a finalização da rampa principal. As três últimas acontecem na pista de quase 170 metros. (Veja como funciona a disputa no vídeo acima).

- A MegaRampa foi uma das melhores coisas que aconteceram na minha vida de *skate*. Foi uma renovação, uma inspiração para muitas manobras novas. Eu sei que ali é grande, ainda tenho muito medo, por isso eu ainda estou vivo - falou Bob.



Bob Burnquist abre as portas de seu parque de diversões para os vizinhos (Foto: Rafael Honório)

Para construir essa "Disneylândia" para esquetistas, Bob não modificou em nada o terreno de 50 mil metros quadrados. Idealizadas pelo próprio Bob, as pistas foram construídas respeitando todas as individualidades do terreno.

Essa estrutura enorme é feita com uma madeira especial. Pela quantidade de opções para o esporte, o terreno foi logo apelidado de DreamLand, a terra dos sonhos.

- É um pedaço da minha história dentro do *skate*. E é a minha contribuição para o *skate*, tudo está aqui neste quintal é muito especial mesmo - explicou Bob.

Além da famosa MegaRampa, o terreno ainda conta com um bowl enorme, um tubo, um looping e um looping em parafuso. Ali, Bob desenvolve todas as suas habilidades e ainda recebe esquetistas do mundo todo que estão interessados em aproveitar os vários obstáculos.

- Eu vim para a Califórnia justamente por causa dela. Porque no Brasil não tem MegaRampa, não temos aonde treinar. E essa é uma modalidade que eu estou me identificando bastante - disse Ítalo Pennarubia, um dos rivais de Bob Burnquist na competição.



Bob mostra quintal cheio de rampas em casa (Foto: Reprodução)

## ANEXO B - E-MAIL SOLICITANDO A AUTORIZAÇÃO DE USO DE REPORTAGENS

30/09/2022 14:58 Gmail - Solicitação para Citar conteúdos das Empresas do Grupo Globo em Tese de Doutorado

 **Lucas Picanço** <lucas.t.picanco@gmail.com>

---

**Solicitação para Citar conteúdos das Empresas do Grupo Globo em Tese de Doutorado**

**Lucas Picanço** <lucas.t.picanco@gmail.com> 21 de setembro de 2022 12:46 Para: conteudo@redeglobo.com.br

Cordiais saudações,

Sou Lucas Teixeira Picanço, Professor, pesquisador e estudante de doutorado no Programa de Pós-Graduação em ensino de Ciências e Matemática – PPGECIM da Universidade Luterana do Brasil – ULBRA.

Venho, por meio deste, SOLICITAR AUTORIZAÇÃO para citar na minha tese, duas reportagens das empresas do Grupo Globo, utilizadas em sala de aula como objetos de aprendizagem para ensinar alunos surdos, com fins estritamente didáticos para contextualizar o ensino de física sobre o conteúdo de mecânica aplicado à prática esportiva do Skate.

Trata-se de duas matérias:

- a primeira matéria é uma reportagem escrita do GLOBO ESPORTE, de Rafael Honório Vista, sobre a MegaRampa (13/10/2015), disponível em: <http://globoesporte.globo.com/programas/esporte-espetacular/megarampa/noticia/2015/10/dreamland-quintal-de-burnquist-vira-parque-de-diversoes-de-skatistas.html>
- a segunda matéria é um vídeo do ESPORTE ESPETACULAR sobre do Desafio da Mega Rampa 2019, disponível em: <https://globoplay.globo.com/v/8075887/>

Grato pela sua atenção.

PS: Favor acusar o recebimento desse e-mail.

--

Atenciosamente



**Lucas T. Picanço**  
Professor de Física


Licenciado em Física0- UEA - 2012

Mestre em Ensino de Física – UFAM/IFAM - 2015

Doutorando em Ensino de Ciências e Matemática - ULBRA - 2019

Fone: (92) 9 [REDACTED]

**Secretaria de Educação - SEDUC - Amazonas**



<https://mail.google.com/mail/u/0/?ik=437899de02&view=pt&search=all&permmsgid=msg-a%3Ar-219456653868430306&simpl=msg-a%3Ar-2194...> 1/1