



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE CIÊNCIAS

Curso de Doutoramento em Ciências e Tecnologia de Energias

TÍTULO DA TESE

Estudo das concepções alternativas dos alunos da 9ª classe nos conceitos de calor, temperatura, direcção de transferência espontânea de calor e equilíbrio térmico: Um estudo de desenvolvimento conceptual.

Autor: Jossias Arnaldo Vilanculo

Supervisor: Prof. Doutor Inocente Vasco Mutimucuo

Co-Supervisor: Prof. Doutor Carlos Santos Silva

Maputo, Março de 2026

UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE CIÊNCIAS

Curso de Doutoramento em Ciências e Tecnologia de Energias

TÍTULO DA TESE

Estudo das concepções alternativas dos alunos da 9ª classe nos conceitos de calor, temperatura, direcção de transferência espontânea de calor e equilíbrio térmico. Um estudo de desenvolvimento conceptual.

.

Autor: Jossias Arnaldo Vilanculo

Supervisor: Prof. Doutor Inocente Vasco Mutimucuo

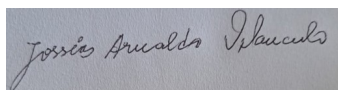
Co-Supervisor: Prof. Doutor Carlos Santos Silva

Maputo, Março de 2026

i.Declaração

Declaro que esta tese nunca foi apresentada para a obtenção de qualquer grau e que ela constitui o resultado do meu labor individual. Esta tese é apresentada em cumprimento parcial dos requisitos para obtenção do grau de Doutor em Ciências e Tecnologia de Energia, no Departamento de Física, Faculdade de Ciências da Universidade Eduardo Mondlane.

O Declarante

A rectangular box containing a handwritten signature in dark ink. The signature is written in a cursive style and appears to read 'Jossias Arnaldo Vilanculo'.

(Jossias Arnaldo Vilanculo)

ii. Agradecimentos

Agradeço ao supervisor o Prof. Doutor Inocente Mutimucuo da Universidade Eduardo Mondlane de Moçambique, pela disponibilidade em partilhar ideias, materiais de consulta, mesmo em momentos em que não andava bem de saúde, conseguiu com muita humildade e sabedoria orientar a tese. Aprendi muito com os seus conselhos no saber ser e estar. Sempre esteve presente para partilhar a sua sabedoria.

Ao Prof. Doutor Engenheiro Carlos Santos Silva, do Instituto Superior Técnico de Lisboa, vai o meu agradecimento pela confiança depositada, mesmo sem me conhecer, aceitou receber-me na sua Universidade, tendo-me dispensado inclusive a sua secretária para me acomodar. Com muita dedicação, humildade e sabedoria acompanhou o meu estágio científico, tendo-me ajudado inclusive na tradução dos resumos dos artigos e da tese.

À Prof. Doutora Catarina Rolin, do Instituto Superior Técnico de Lisboa, pelo conhecimento transmitido no uso do SPSS na análise de dados da pesquisa.

Ao Prof. Doutor Manuel de Morais, Ex-Reitor da Universidade Save, pelo apoio financeiro para a conclusão da tese.

À Prof. Doutora Catarina Tivane Nhampossa, Reitora da UniSave, pelo inestimável apoio, encorajamento para que a tese chegasse ao fim.

Aos meus filhos Jercy Jossias Vilanculo e Jossias Arnaldo Vilanculo Júnior, pela valorosa contribuição na tradução dos materiais de consulta de língua inglesa para a língua portuguesa.

Ao Mestre Francisco Mondlane, da Universidade Rovuma de Moçambique pelo apoio prestado nos materiais de consulta para técnicas de análise de dados.

Ao dr Rafael Eugénio Macamo, pelo apoio prestado na multiplicação, administração e criação na base de dados dos inquéritos.

Ao dr Benildes Eusébio Navela, pelo apoio na organização, conferência e codificação dos instrumentos de recolha de dados.

Ao dr Pércio Julião Catarina Siteo (meu afilhado), que com sua paciência e generosidade me concedeu apoio técnico na formatação e reprodução dos questionários.

Aos dr Afonso Pandzambilo e dr Olívio Mascarenhas, docentes de Física da Escola Secundária “25 de Junho” de Massinga, pela cedência das turmas de controlo e experimental para a pesquisa.

Ao revisor linguístico, mestre Hélder Matsule, pelo trabalho prestado com muito profissionalismo.

Às Escolas Secundárias de Mabote e “25 de Junho” de Massinga, por me terem autorizado para o trabalho de pesquisa nas suas instituições.

Aos pais e ou encarregados de educação dos alunos da 9ª 10 e 9ª 11 da Escola Secundária “25 de Junho” de Massinga, que depositaram confiança em mim para trabalhar com seus educandos.

Aos alunos da 9ª classe das Escolas Secundárias de Mabote e Escola Secundária “25 de Junho” de Massinga, por terem aceitado o desafio de fazer parte do grupo de pesquisa no estudo piloto.

Os meus agradecimentos estendem-se à Universidade Eduardo Mondlane, e em especial a Faculdade de Ciências, por me ter dado a oportunidade de frequentar o curso de Doutoramento.

Ao Ministério de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior de Moçambique, por ter me concedido a Bolsa de Estudo.

À Fundação Calouste Gulbenkian, por ter financiado o meu estágio científico em Portugal (Lisboa).

Ao Instituto Superior Técnico de Lisboa, por me ter recebido para o estágio científico.

E por fim, a minha esposa, Ercília Obadias Uqueio, meu sobrinho Ivanildo, pela energia que sempre me transmitiram para terminar a tese.

Índice

i. Declaração.....	ii
ii. Agradecimentos.....	iii

iii. Lista de figuras.....	xi
iv. Lista de tabelas.....	xiii
Termo de Aprovação.....	xviii
V. Resumo.....	xix
vi. Abstract.....	xx
vii. Lista de abreviaturas e siglas.....	xxi
CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO.....	22
1.0. Enquadramento contextual da pesquisa.....	22
1.1. Problema da pesquisa.....	24
1.2. Objectivos da pesquisa.....	26
1.2.1 Objectivo geral.....	26
1.2.2 Objectivos específicos.....	26
1.3. Questões da pesquisa.....	26
1.4. Motivação e contribuição da pesquisa.....	27
CAPITULO II: REVISÃO DA LITERATURA.....	29
2.1 Definição dos conceitos-chave.....	29
2.1.1 <i>Conceito de Calor</i>	29
2.1.2 <i>Conceito de Temperatura</i>	30
2.1.3 <i>Conceito de equilíbrio térmico</i>	31
2.1.4 <i>Actividade Experimental</i>	32
2.1.5 <i>Aprendizagem Significativa</i>	32
2.1.6 <i>Construtivismo</i>	35
2.2 Terminologia usada para designar ideias prévias na área das ciências.....	36
2. 3 Concepções alternativas.....	37
2.4 Origem das concepções alternativas dos alunos na aprendizagem da Física.....	38
2.5 Concepções alternativas e sua valorização na aprendizagem da Física.....	38

2.6	Concepções alternativas mais comuns dos alunos nos conceitos de calor, temperatura, direcção de transferência espontânea de calor e equilíbrio térmico.....	41
2.7	Outras dificuldades relacionadas com aprendizagem da termodinâmica clássica básica no processo de ensino-aprendizagem de Física.....	44
2.8	O ensino da termodinâmica básica no ensino secundário geral em Moçambique.....	46
2.9.	Programa de Física no Ensino Secundário Geral.....	47
CAPITULO III: ENQUADRAMENTO TEÓRICO DA PESQUISA.....		49
3.1	Teorias sociointeracionista de Vygotsky.....	50
3.2	Teorias de Aprendizagem Significativa de Ausubel.....	51
3.2.1	<i>Condições para a aprendizagem significativa.....</i>	51
3.2.2	<i>Facilitação da aprendizagem significativa segundo Ausubel.....</i>	52
3.3.	Algumas estratégias de desenvolvimento conceptual no processo de ensino-aprendizagem da Física.....	56
3.3.1.	<i>Uso de analogias no ensino de Física.....</i>	57
3.3.2.	<i>Uso de mapas de conceitos no ensino de Física.....</i>	58
3.3.3.	<i>Uso de conflito cognitivo no ensino de Física.....</i>	61
3.3.4	<i>Uso de Actividades experimentais na aprendizagem de Física.....</i>	63
3.4	Considerações gerais em relação ao enquadramento teórico da Pesquisa.....	65
CAPITULO IV: METODOLOGIA DE PESQUISA.....		66
4.1.	Caracterização da pesquisa.....	66
4.2	População e Amostra.....	68
4.2.1.	<i>Amostra do estudo piloto.....</i>	68
4.2.2.	<i>Amostra do estudo principal.....</i>	69
4.3	Instrumentos de recolha de dados.....	70
4.3.1	<i>Construção do questionário.....</i>	70
4.3.2	<i>Construção de entrevistas Semi-estruturada aos alunos.....</i>	72
4.3.3	<i>Resolução de tarefas num mini-teste.....</i>	72

4.4. Técnicas de análise e interpretação de dados.....	72
4.4.1. <i>Técnicas usadas para análise e interpretação de dados qualitativos.....</i>	73
4.4.2. <i>Técnicas usadas para análise e interpretação de dados quantitativos.....</i>	73
4.5 Limitações do estudo.....	74
4.6 Considerações éticas.....	75
CAPÍTULO V: ANÁLISE DA FIDEDIGNIDADE E VALIDADE DO QUESTIONÁRIO PARA IDENTIFICAÇÃO DAS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS DOS ALUNOS NOS CONCEITOS DE CALOR, TEMPERATURA, DIRECÇÃO DE TRANSFERÊNCIA ESPONTÂNEA DE CALOR E EQUILÍBRIO TÉRMICO.....	
5.1 Breve resumo dos conceitos de medida em ciências psicossociais, fidedignidade e validade.....	76
5.1.1 <i>A medida em ciências psicossociais.....</i>	76
5.1.2 <i>Conceito de fidedignidade de um questionário.....</i>	77
5.1.3 <i>Análise da fidedignidade do questionário do estudo principal.....</i>	77
5.1.3 <i>Conceito de validade de um questionário de pesquisa.....</i>	78
5.2 Análise da validade.....	78
5.2.1 <i>Refinamento do questionário usado no estudo principal.....</i>	78
5.2.2 <i>Análise da consistência do questionário.....</i>	80
CAPÍTULO VI: RESULTADOS DO ESTUDO ANTES DA INSTRUÇÃO.....	
6.1 Concepções alternativas e outras dificuldades conceptuais exibidas pelos alunos nos conceitos de calor.....	84
6.2 Concepções alternativas e outras dificuldades conceptuais exibidas pelos alunos nos conceitos de temperatura.....	91
6.3 Resultados das concepções alternativas identificadas nos alunos nos conceitos de direcção da transferência espontanea de calor e equilíbrio térmico.....	98
CAPÍTULO VII: NOVA VERSÃO DA ABORDAGEM DOS CONCEITOS DE CALOR, TEMPERATURA, DIRECÇÃO DE TRANSFERÊNCIA ESPONTÂNEA DE CALOR E EQUILÍBRIO TÉRMICO.....	
	112

7.1. A nova versão da sequência na termodinâmica.....	112
7.2. Discussão das concepções alternativas dos alunos.....	114
7.3. Como medir a temperatura de um corpo?.....	115
7.4. Relação entre temperatura e grau de agitação das moléculas.....	115
7.5. A distinção entre calor e temperatura.....	116
7.6. A direcção da transferência espontânea de calor.....	117
7.7. A interpretação do equilíbrio térmico.....	119
CAPITULO XIII: RESULTADOS DO ESTUDO PRINCIPAL APÓS À INSTRUÇÃO	
8.1 Concepções alternativas e outras dificuldades conceptuais exibidas pelos alunos nos conceitos de calor após à instrução.....	123
8.2 Concepções alternativas e outras dificuldades conceptuais exibidas pelos alunos no conceito de temperatura após à instrução.....	126
8.3 Resultados das concepções alternativas identificadas nos alunos nos conceitos de direcção da transferência espontanea de calor e equilíbrio térmico após à instrução.....	131
CAPITULO IX: DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DO ESTUDO PRINCIPAL.....	
9.1 Discussão da compreensão dos alunos sobre o conceito de calor.....	141
9.2 Discussão da compreensão sobre o conceito de temperatura.....	142
9.3 Discussão da compreensão sobre o conceito de direcção/sentido de transferência espontanea de calor.....	143
9.4 Discussão da compreensão sobre o conceito de equilíbrio térmico.....	144
CAPÍTULO X: ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DA NOVA ABORDAGEM PARA DESENVOLVIMENTO CONCEPTUAL.....	
10.1. Análise dos ganhos nos resultados do grupo experimental usando o teste <i>t</i> de <i>student</i>	146
10.2 Análise dos ganhos nos resultados do grupo de controlo usando o teste <i>t</i> de <i>student</i>	147
10.3. Análise dos ganhos nos resultados entre o pós-teste do grupo experimental e do grupo de controlo.....	148

CAPITULO XI: CONCLUSÕES DA TESE E SUGESTÕES PARA ENSINO E PESQUISAS FUTURAS.....	150
11.1 Conclusões gerais.....	150
11.2 Conclusões sobre Influência da língua materna dos alunos nas concepções alternativas e outras dificuldades conceptuais.....	150
11.3 Conclusões sobre concepções alternativas e outras dificuldades conceptuais identificadas nos alunos, suas origens.....	151
11.4. Conclusões relativas à pergunta de pesquisa 4 sobre a eficiência da nova abordagem metodológica de desenvolvimento conceptual.....	152
11.5. Sugestão para o ensino-aprendizagem e pesquisas futuras.....	153
Sugere-se àrealização de mais pesquisas sobre a influência das línguas maternas moçambicanas na origem das concepções alternativas dos alunos e, ainda, a importação de conceitos científicos nas línguas maternas.....	153
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	155
APÊNDICE-I: CARTA DE PEDIDO DE AUTORIZAÇÃO PARA A REALIZAÇÃO DA PESQUISA NA ESCOLA.....	170
APÊNDICE-II: CARTA DIRIGIDA AOS REPRESENTANTES DOS PAÍIS/ENCARREGADOS DE EDUCAÇÃO PARA A REALIZAÇÃO DA PESQUISA	171
APÊNDICE-III: QUESTIONÁRIOS DE ESTUDO PILOTO.....	172
APÊNDICE-IV: ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA DO QUESTIONÁRIO DO ESTUDO PILOTO.....	174
APÊNDICE-V: QUESTIONÁRIO DO ESTUDO PRINCIPAL.....	176
APÊNDICE-VI: ENTREVISTA AOS ALUNOS.....	180
APÊNDICE-VII: PROBLEMAS A SEREM RESOLVIDOS PELOS ALUNOS APÓS A APRENDIZAGEM.....	182
APÊNDICE-VIII: TESTE DE NORMALIDADE.....	184

iii. Lista de figuras

Figura 3. 1. Mapa conceptual sobre numa disciplina.....	60
Figura 6.1. Exemplos de respostas dadas pelos alunos à pergunta sobre o significado do termo “calor” na lingua citshwa.....	85
Figura 6.2. Exemplos de respostas dadas pelos alunos sobre o significado do termo “calor” em língua gitonga.....	86
Figura 6.3. Exemplos de respostas dadas pelos alunos sobre o significado do termo “calor” em língua cicopi.....	87
Figura 6.4. Exemplos de respostas dos alunos sobre o conceito de calor no pré-teste.....	89
Figura 6.5. Exemplos de respostas dos alunos na pergunta 3 sobre a descrição de um fenómeno do quotidiano contendo a palavra calor.....	91
Figura 6. 6. Exemplos de respostas dadas pelos alunos na pergunta 4 sobre o conceito de temperatura.....	92
Figura 6.7. Exemplos das respostas dadas pelos alunos na pergunta 5, que pedia um fenómeno do quotidiano contendem a palavra temperatura.....	94
Figura 6.8. Exemplos de respostas dadas pelos alunos que identificam as concepções alternativas descritas na pergunta 6.....	96
Figura 6.9. Exemplos de respostas exibidas pelos alunos que identificam as concepções alternativas descritas na pergunta 7.1.....	98
Figura 6.10: Algumas respostas dos alunos que identificam as concepções alternativas descritas.....	100
Figura 6. 11: Algumas respostas dos alunos que identificam as concepções alternativas descritas na pergunta 7.3.....	101
Figura 6.12. Algumas respostas dos alunos que identificam as concepções alternativas descritas na pergunta 8.....	103
Figura 6.13: algumas respostas dos alunos que identificam as concepções alternativas descritas na pergunta 9.....	105
Figura 6.14: algumas respostas dos alunos que identificam as concepções alternativas descritas na pergunta 10.....	106

Figura 6.15: algumas respostas dos alunos que identificam as concepções alternativas descritas na pergunta 11.....	108
Figura 6.16. Alguns exemplos de respostas apresentadas pelos alunos na pergunta 12.....	109
Figura 6.17. Algumas respostas dos alunos que identificam as concepções alternativas descritas na pergunta 13.....	111
Figura 7. 1: Modelo de fluxo de calor de água para direcção da transferência espontânea de calor.....	118
Figura 7. 2: Fogão solar rectangular usado para explicar os processos de transmissão de calor.....	121

iv. Lista de tabelas

Tabela 2. 1: Critérios essenciais do construtivismo.....	35
Tabela 2. 2: Terminologia usada para designar concepções alternativas na área da termodinâmica.....	37
Tabela 2. 3: Síntese das concepções alternativas encontradas na literatura.....	42
Tabela 2. 4: Plano temático dos fenómenos térmicos para 9ª classe do ensino secundário geral de Moçambique.....	47
Tabela3. 1: Organização do processo de ensino-aprendizagem.....	54
Tabela 4. 1: Amostra do estudo piloto.....	68
Tabela 4. 2: Composição das turmas experimental e de controlo.....	70
Tabela 4. 3: Descrição das respostas dos alunos nas perguntas abertas.....	73
Tabela 4. 4: Descrição das respostas dos alunos da 9ª classe.....	74
Tabela 4. 5: Análise de consistência interna baseada nas respostas dos 33 alunos do estudo piloto. (n =33).....	174
Tabela 4. 6: Tabela usada para descrever as respostas dos alunos da 9ª classe.....	184
Tabela 5. 1: características do escore total do teste	77
Tabela 5. 2: Análise da consistência interna baseada nas respostas dos alunos do estudo principal (n =121).....	81
Tabela 6. 1: Respostas dos alunos à pergunta número 1 (um) nos grupos experimental e de controlo sobre o significado de calor na língua materna do aluno.....	84
Tabela 6. 2: Análise das respostas dos alunos à pergunta número 2 do pré-teste.....	87
Tabela 6. 3: Análise das respostas dos alunos à pergunta número 2 do pré-teste.....	88
Tabela 6. 4: Análise das respostas dos alunos à pergunta número 3 do pré-teste no grupo experimental sobre a descrição de um fenómeno do quotidiano contendo a palavra calor.....	89
Tabela 6. 5: Análise das respostas dos alunos à pergunta número 3 do pré-teste no grupo de controlo sobre a descrição de um fenómeno do quotidiano contendo a palavra calor.....	90
Tabela 6. 6: Análise das respostas dos alunos à pergunta número 4 do pré-teste no grupo experimental sobre o conceito de temperatura.....	91

Tabela 6. 7: Análise das respostas dos alunos à pergunta número 4 do pré-teste no grupo de controlo sobre o conceito de temperatura.....	92
Tabela 6. 8: Análise das respostas dos alunos à pergunta número 5 do pré-teste do grupo experimental sobre a descrição de um fenómeno do quotidiano contendo a palavra temperatura.....	93
Tabela 6. 9: Análise das respostas dos alunos à pergunta número 5 do pré-teste do grupo de controlo sobre a descrição de um fenómeno do quotidiano contendo a palavra temperatura..	93
Tabela 6. 10: Análise das respostas dos alunos à pergunta número 6 do pré-teste do grupo experimental sobre a entidade que é transferida quando dois corpos a temperaturas diferentes são mantidos em contacto.....	94
Tabela 6. 11: Análise das respostas dos alunos à pergunta número 6 do pré-teste no grupo de controlo sobre a entidade que é transferida quando dois corpos a temperaturas diferentes são mantidos em contacto.....	95
Tabela 6. 12: Respostas dos alunos à pergunta número 7.1 do pré-teste nos grupos experimental e de controlo sobre a entidade que é transferida quando um bloco aquecido é mergulhado num calorímetro com água.....	97
Tabela 6. 13: Análise das respostas dos alunos à pergunta número 7.2 do pré-teste nos grupos experimental e de controlo sobre a direcção/sentido da transferência da entidade mencionada em 7.1.....	99
Tabela 6. 14: Análise das respostas dos alunos à pergunta número 7.3 do pré-teste nos grupos experimental e de controlo sobre o momento em que pára a transferência da entidade mencionada em 7.1.....	100
Tabela 6. 15: Análise das respostas dos alunos à pergunta número 8 do pré-teste nos grupos experimental e de controlo sobre a temperatura de equilíbrio do bloco aquecido introduzido num calorímetro com água.....	102
Tabela 6. 16: Análise das respostas dos alunos à pergunta número 9 do pré-teste nos grupos experimental e de controlo sobre a direcção/sentido de transferência espontânea de calor do bloco aquecido e introduzido num recipiente com água.....	104
Tabela 6. 17: Análise das respostas dos alunos à pergunta número 10 do pré-teste nos grupos experimental e de controlo sobre a direcção de transferência espontânea de calor na mistura de cubos de gelo a -4° C e outro cubo de gelo a -1° C.....	106

Tabela 6. 18: Análise das respostas dos alunos à pergunta número 11 do pré-teste nos grupos experimental e de controlo.....	107
Tabela 6. 19: Análise das respostas dos alunos à pergunta número 12 do pré-teste nos grupos experimental e de controlo sobre se é possível que a chávena volte a aquecer à custa de arrefecimento do ambiente?.....	109
Tabela 6. 20: Análise das respostas dos alunos à pergunta número 13 do pré-teste nos grupos experimental e de controlo sobre a temperatura de equilíbrio de 1Kg de bloco de alumínio a 20° C medido em 1litro de água a 40° C.....	110
Tabela 7. 1:Esboço da sequência de ensino em termodinâmica básica.	113
Tabela 7. 2: Dados experimentais na formulação do conceito de temperatura.....	116
Tabela 7. 3: Dados experimentais para formulação do conceito de calor.....	117
Tabela 7. 4: Modelo de analogia usada na sala de aulas para demonstrar a transferência espontânea de calor.....	117
Tabela 7. 5: Esquema do modelo da analogia água-fluxo de calor.....	118
Tabela 8. 1. Análise das respostas dos alunos à pergunta número 2 do pós-teste no grupo experimental sobre o conceito de calor.	123
Tabela 8. 2.Análise das respostas dos alunos à pergunta número 2 do pós-teste sobre o conceito de calor no grupo de controlo.....	124
Tabela 8. 3. Análise das respostas dos alunos à pergunta número 3 do pós-teste no grupo experimental sobre a descrição de um fenómeno do quotidiano contendo a palavra calor....	124
Tabela 8. 4. Análise das respostas dos alunos à pergunta número 3 do pós-teste no grupo de controlo sobre a descrição de um fenómeno do quotidiano contendo a palavra calor.....	125
Tabela 8. 5. Análise das respostas dos alunos à pergunta número 4 do pós-teste no grupo experimental sobre o conceito de temperatura.....	126
Tabela 8. 6. Análise das respostas dos alunos à pergunta número 4 do pós-teste no grupo de controlo sobre o conceito de temperatura.....	126
Tabela 8. 7. Análise das respostas dos alunos à pergunta número 5 do pós-teste no grupo experimental sobre a descrição de um fenómeno do quotidiano contendo a palavra temperatura.....	127

Tabela 8. 8. Análise das respostas dos alunos à pergunta número 5 do pós-teste no grupo de controlo sobre a descrição de um fenómeno do quotidiano contendo a palavra temperature.	128
Tabela 8. 9. Análise das respostas dos alunos à pergunta número 6 do pós-teste no grupo experimental.....	129
Tabela 8. 10. Análise das respostas dos alunos à pergunta número 6 do pós-teste no grupo de controlo sobre a entidade que é transferida quando dois corpos a temperaturas diferentes são mantidos em contacto.....	129
Tabela 8. 11. Análise das respostas dos alunos à pergunta número 7.1 do pós-teste nos grupos experimental e de controlo sobre a entidade que é transferida quando um bloco aquecido é mergulhado num calorímetro com água.....	130
Tabela 8. 12. Análise das respostas dos alunos à pergunta número 7.2 do pós-teste nos grupos experimental e de controlo sobre o sentido da transferência entidade mencionada em 7.1..	131
Tabela 8. 13. Análise das respostas dos alunos à pergunta número 7.3 do pós-teste nos grupos experimental e de controlo sobre o momento em que pára a transferência da entidade mencionada em 7.1.....	132
Tabela 8. 14. Análise das respostas dos alunos à pergunta número 8 do pós-teste nos grupos experimental e de controlo sobre a temperatura de equilíbrio do bloco aquecido introduzido num calorímetro com água.....	133
Tabela 8. 15. Análise das respostas dos alunos à pergunta número 9 do pós-teste nos grupos de controlo e experimental sobre a direção/sentido de transferência espontânea de calor do bloco aquecido e introduzido num recipiente com água.....	135
Tabela 8. 16. Análise das respostas dos alunos à pergunta número 10 do pós-teste no grupo experimental e de controlo sobre a direção de transferência espontânea de calor na mistura de cubos de gelo a -4° C e cubo de gelo a -1° C.....	136
Tabela 8. 17. Análise das respostas dos alunos à pergunta número 11 do pós-teste nos grupos experimental e de controlo sobre o que acontecerá ao chá depois de algum tem deixado em cima de uma mesa.....	138
Tabela 8. 18. Análise das respostas dos alunos à pergunta número 12 do pós-teste nos grupos experimental e de controlo sobre direção de transferência espontânea de calor de uma chávena de chá deixada em cima de uma mesa à temperatura ambiente.....	139

Tabela 8. 19. Análise das respostas dos alunos à pergunta número 13 do pós-teste nos grupos experimental e de controlo sobre a temperatura de equilíbrio de 1Kg de bloco de alumínio a 20° C medido em 1litro de água a 40° C.....	140
Tabela 10. 1. Análise dos resultados no grupo experimental	146
Tabela 10. 2. Análise dos resultados no grupo de controlo.....	147
Tabela 10. 3. Comparação entre o pós-teste do grupo experimental e do grupo de controlo.	148

Termo de Aprovação

V. Resumo

Diversas pesquisas em ensino de Física mostram que os alunos entram e terminam sua formação com dificuldades conceptuais, apontando como causa a forma tradicional em que os conteúdos são abordados e ao não combate das concepções alternativas. A pesquisa traz um estudo diagnóstico e de desenvolvimento conceptual sobre concepções alternativas dos alunos nos conceitos básicos da termodinâmica. Foram usados o questionário, a entrevista e teste de resolução de problemas. O instrumento principal foi construído a partir do estudo piloto, tendo passado para 15 questões, com uma confiabilidade que mostra os coeficientes alfa e beta com respectivamente 0.626 e 0.498, valores que revelam que o instrumento é fidedigno. A média do escore total revelou-se em 5.04 numa amplitude de 0 a 15, o que mostra a presença de concepções alternativas nos alunos. O instrumento foi aplicado a 121 alunos, após o pré-teste, os grupos foram submetidos a uma intervenção didáctica, onde no grupo experimental usou-se a metodologia activa enquanto no grupo de controlo usou-se o método tradicional. Três meses depois alguns alunos dos dois grupos foram submetidos à entrevista e a um teste de resolução de problemas. O resultado da pesquisa mostra que: nas línguas maternas da zona sul de Moçambique não existe termo para designar calor, as concepções alternativas dos alunos são as mesmas identificadas na literatura e, na turma de experimental houve melhoria na aprendizagem. Concluiu-se que as línguas maternas são em parte origem das concepções alternativas e a estratégia proposta teve eficácia na aprendizagem dos alunos.

Palavras-chaves: Actividade experimental, aprendizagem significativa, calor, concepções alternativas, metodologias activa, temperatura.

vi. Abstract

Numerous studies in physics education demonstrate that students encounter conceptual challenges both during and after their training, blaming the traditional approach to content and the neglect of alternative conceptions as the root causes. The research presents a diagnostic study and conceptual development on students' alternative conceptions of the basic concepts of thermodynamics. The questionnaire, the interview, and problem-solving tests were used. The main instrument was constructed based on the pilot study, having been reduced to 15 questions, with a reliability that shows alpha and beta coefficients of 0.626 and 0.498, respectively, values that reveal the instrument is trustworthy. The average total score was 5.04 on a scale of 0 to 15, which indicates the presence of alternative conceptions among the students. The instrument was applied to 121 students. After the pre-test, the groups underwent a teaching intervention, where the experimental group used active methodology while the control group used the traditional method. Three months later, some students from both groups were subjected to an interview and a problem-solving test. The research results show that: in the mother tongues of the southern region of Mozambique, there is no term to designate heat; the alternative conceptions of the students are the same as those identified in the literature; and in the experimental class, there was an improvement in learning. It was concluded that native languages are partly the source of alternative conceptions, and the proposed strategy was effective in the students' learning.

Keywords: experimental activity, meaningful learning, heat, alternative conceptions, active methodologies, temperature.

vii. Lista de abreviaturas e siglas

MCA: Movimento de Concepções Alternativas.

INDE: Instituto de Desenvolvimento de Educação.

SPSS: Statistical Package for the Social Sciences - pacote estatístico para as ciências sociais

CAPES: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

MINED: Ministério Nacional de Educação e Cultura.

CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO

1.0. Enquadramento contextual da pesquisa

A presente tese resulta de um estudo diagnóstico desenvolvido sobre a implicação da valorização das concepções alternativas dos alunos nos conceitos de calor, temperatura, direcção de transferência espontânea de calor e equilíbrio térmico. As pesquisas sobre dificuldades de aprendizagem, incluindo concepções alternativas têm sido reportadas internacionalmente por pesquisadores como Leão e Kalhil (2015), Louzada, Elia e Sampaio (2015), Hoffmann, Nahirne e Striede (2017) e Krause e Scheid (2018) e outros. Alguns sobre desenvolvimento conceptual como Hoffmann, Nahirne e Striede (2017), outras pesquisas estão relacionadas com o estudo diagnóstico, a título de exemplo, Louzada, Elia e Sampaio (2015) e Krause e Scheid (2018). E ainda, as pesquisas que abordam o estudo diagnóstico e de desenvolvimento conceptual como Leão e Kalhil (2015).

Em Moçambique, embora sejam poucas, pesquisas do género são reportadas por (Mutumucuo (1998), concretamente sobre estudo diagnostico e desenvolvimento conceptual e Mavanga (2007), sobre estudo diagnóstico.

Nesta tese, o pesquisador faz um estudo diagnóstico e desenvolvimento conceptual sobre os conceitos de calor, temperatura, direcção de transferência espontânea de calor e equilíbrio térmico, desenvolvida num contexto teórico da teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel e teoria sóciointeracionista de Vygotsky.

Na teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel, o pesquisador busca as condições para haver aprendizagem significativa, enquanto na teoria sociointeracionista de Vygotsky o pesquisador busca não só as condições que favorecem a aprendizagem, mas também a forma de mediação para que a aprendizagem ocorra na estrutura cognitiva do aluno.

A tese é composta por onze capítulos, sendo que o primeiro contém a Introdução, segue o segundo que é sobre a revisão da literatura, o terceiro é sobre o enquadramento teórico, o quarto aborda a metodologia da pesquisa, o quinto traz a análise da fidedignidade e validade do principal instrumento usado para a pesquisa (questionário), o sexto aborda as concepções alternativas e outras dificuldades conceptuais exibidas pelos alunos, o sétimo mostra a nova versão da abordagem dos conceitos de calor, temperatura, direcção de

transferência espontânea de calor e equilíbrio térmico, o oitavo analisa a eficiência da nova abordagem de desenvolvimento conceptual dos alunos relativamente às concepções alternativas dos conceitos de calor, temperatura, direcção de transferência espontânea de calor e equilíbrio térmico, o nono mostra os resultados e a discussão das entrevistas e questões problemas dos alunos após a abordagem na sala de aulas e, finalmente o décimo que traz as conclusões e sugestões para pesquisas futuras.

No capítulo I onde contem a introdução, são apresentados o enquadramento contextual da pesquisa, o problema da pesquisa, os objectivos da pesquisa, questões de pesquisa e a motivação e contribuição da pesquisa.

No capítulo II, onde contém a revisão da literatura, são discutidos os conceitos-chaves da pesquisa, são discutidas as concepções alternativas no processo de ensino-aprendizagem de ciências naturais, em particular da aprendizagem da física e sua origem. É discutido ainda neste capítulo o ensino da termodinâmica no contexto Moçambicano, no ensino secundário geral.

No capítulo III tem-se o enquadramento teórico da pesquisa, onde são discutidas as teorias de Ausubel e Vygotsky como facilitadoras de aprendizagem e, algumas estratégias de desenvolvimento conceptual no processo de ensino-aprendizagem a física.

No capítulo IV tem-se a metodologia da pesquisa, onde é apresentada a caracterização da pesquisa, a descrição da amostra da pesquisa e os instrumentos de recolha de dados. É dado destaque neste capítulo a descrição da construção do questionário do estudo principal, por este ser o principal instrumento de recolha de dados. Ainda neste capítulo é feita a descrição das técnicas de análise e interpretação de dados e por fim as considerações éticas e limitações do estudo.

No capítulo V, onde é apresentada a análise da fidedignidade e validade do questionário para identificação das concepções alternativas dos alunos nos conceitos de calor, temperatura, direcção de transferência espontânea de calor e equilíbrio térmico. Antes, são discutidos os conceitos de medida em ciências psicossociais, fidedignidade e validade de um questionário.

No capítulo VI, são apresentados os resultados do estudo antes da instrução, ou seja, antes da intervenção didáctica.

No capítulo VII, onde é apresentada a nova versão da abordagem dos conceitos de calor, temperatura, direcção de transferência espontânea de calor e equilíbrio térmico, é ainda apresentada a nova versão da sequência na termodinâmica.

No capítulo VIII são apresentados os resultados do estudo principal após a intrusão.

No capítulo IX, é apresentada a discussão dos resultados do estudo principal.

Segue, o capítulo X, onde é apresentada a análise da eficiência da nova abordagem de desenvolvimento conceptual às concepções alternativas.

Finalmente o capítulo XI com as conclusões da tese e recomendações.

1.1. Problema da pesquisa

Na área da termodinâmica clássica, estudos realizados por vários pesquisadores tais como: Caldeira e Martins (1990), Cindra e Teixeira (2004), Hoffman, Nahirne e Strieder (2017), Hülsendeger, Costa e Cury (2006), Kohnlein e Peduzzi (2002), Louzada, Elia e Sampaio (2015) e Valadares (1995) mostram as dificuldades que os alunos enfrentam na formulação de conceitos de calor e temperatura, mesmo após a aprendizagem formal.

Através de um teste diagnóstico aplicado aos alunos das Escolas Secundárias “25 de Junho” de Massinga e de Mabote, o pesquisador constatou que muitos destes alunos têm dificuldades para diferenciar calor da temperatura. Uns conseguem definir a temperatura, mas já ao empregar o termo numa frase confundem o mesmo com o calor. Outra constatação foi em relação à direcção de transferência espontânea de calor. Para alguns alunos só há transferência de calor quando um dos corpos estiver acima de 0°C , ou seja, abaixo de 0°C , por mais que haja diferença de temperaturas, não haverá transferência de calor entre os objectos em contacto.

As incoerências nas respostas levaram o pesquisador a suspeitar que as dificuldades apresentadas pelos alunos talvez possam estar relacionadas com a forma como os conteúdos são abordados na sala de aulas, caracterizada pela forma tradicional de ensino, onde os conteúdos são dados de forma excessivamente expositiva e o aluno é exigido à memorização dos mesmos.

Por outro lado, olhando para a realidade das escolas em que o teste diagnóstico foi aplicado, em que os professores são reféns das orientações metodológicas do programa de ensino, estas dificuldades podem estar aliadas ao facto de a abordagem dos conceitos na sala de aulas não valorizar as concepções alternativas dos alunos, o que pode ser justificado

pela falta de informação por parte dos professores da importância do diagnóstico na aprendizagem de novos conceitos.

Como diziam Köhnlein e Peduzzi (2002, p.21), “apesar do estudo das concepções alternativas não serem mais novidade em termos de pesquisa em ensino-aprendizagem da Física, os seus resultados pouco têm chegado efectivamente à sala de aula”.

Por outro lado, numa pesquisa sobre concepções alternativas, alguns autores apontam como principais causas das dificuldades dos alunos na assimilação de conteúdos da física as seguintes:

Para Louzada, *et al* (2015), inadequação do currículo que apresenta o conhecimento científico pronto, estático e acabado. Corpo docente desmotivado, que ensina de forma não experimental, e não leva para sala de aula o que acontece no seu redor, nem o que resulta de pesquisas recentes nas áreas de educação (p.1).

Esta situação assemelha-se à vivida na Escola Secundária “25 de Junho” de Massinga e Escola Secundária de Mabote, pois, os programas de ensino são traçados como leis ou axiomas, com orientações rígidas para o professor seguir, tirando deste modo a possibilidade de valorização das ideias iniciais dos alunos.

O pesquisador desconfia que as dificuldades manifestadas pelos alunos envolvidos no estudo piloto estejam relacionadas com a forma como a aprendizagem é mediada, ou seja, um processo de ensino-aprendizagem que não se identifica com as teorias construtivistas.

O pesquisador não sabe em que medida as dificuldades, incluindo concepções alternativas reportadas na literatura internacional se manifestam nos alunos da 9ª classe das escolas que permitira o estudo.

A pesquisa pretende estudar uma abordagem didáctica-metodológica, suportada com as teorias de Ausubel e Vygotsky com finalidade de contribuir para melhorar a abordagem dos conceitos de calor, temperatura, direcção de transferência espontânea de calor e equilíbrio térmico na sala de aulas.

1.2. Objectivos da pesquisa

Segundo (Libâneo, 1994, p.122) “os objectivos são os pontos de partida, as premissas gerais do processo de pesquisa e mostram o que deve ser alcançado no fim da pesquisa”. Assim, para a presente pesquisa pretende-se alcançar:

1.2.1 Objectivo geral

O objectivo geral consiste em estudar a contribuição da abordagem experimental às concepções alternativas dos alunos da 9ª classe da Escola Secundária “25 de Junho” de Massinga e Mabote nos conceitos de calor, temperatura, direcção de transferência espontânea de calor e equilíbrio térmico no processo de ensinoaprendizagem.

1.2.2 Objectivos específicos

Para alcançar o objectivo geral da pesquisa, foram definidos os objectivos específicos seguintes:

1. Identificar o significado do termo “calor” na língua materna dos alunos;
2. Descrever as concepções alternativas e outras dificuldades dos alunos da 9ª classe da Escola Secundária “25 de Junho” de Massinga e Escola Secundária de Mabote sobre conceitos de calor, temperatura, direcção de transferência espontânea de calor e equilíbrio térmico;
3. Desenhar estratégias de ensino-aprendizagem que devem ser usadas na consideração das concepções alternativas e outras dificuldades conceptuais encontradas em 2;
4. Testar a eficiência da nova abordagem de tais materiais de ensino-aprendizagem em termos de desenvolvimento conceptual dos alunos relativamente às concepções alternativas dos conceitos de calor, temperatura, direcção de transferência espontânea de calor e equilíbrio térmico.

1.3. Questões da pesquisa

Tendo em consideração que todo conhecimento é resposta a uma questão, portanto, se não houver uma questão, não haverá conhecimento científico (Cindra & Teixeira, 2004), o pesquisador, tem como ponto de partida, às seguintes questões:

1. Qual é o significado do termo “calor” na língua materna dos alunos?
2. Quais são as concepções alternativas e outras dificuldades conceptuais que os alunos da 9ª classe da Escola Secundária “25 de Junho” de Massinga possuem em relação aos conceitos de temperatura, calor, direcção da transferência espontânea de calor e equilíbrio térmico?

3. Como a nova abordagem de ensino-aprendizagem deve ser estruturada na consideração das concepções alternativas e outras dificuldades conceptuais encontradas em 2.
4. Qual é a eficiência da nova abordagem de tais materiais de ensino-aprendizagem em termos de desenvolvimento conceptual dos alunos?

1.4. Motivação e contribuição da pesquisa

Actualmente, defende-se a aprendizagem significativa, na qual o construtivismo deve ser assumido no processo de ensino-aprendizagem. Nesta perspectiva, o aluno é visto como um indivíduo que vem construindo conceitos durante toda a sua vida (Becker, 1994).

Aliado a isso, “há necessidade de os professores de Física conhecerem as formas como os alunos constroem os conhecimentos dentro de si, para que possam utilizar metodologias adequadas para lidar com essas concepções, onde elas sejam o centro das atenções, conforme sugere Pinheiro” (1996, p.56). A propósito, este autor afirma que: “a aprendizagem de conceitos complexos ocorre pela organização e reestruturação de esquemas conceptuais construídos a partir das noções intuitivas iniciais”.

Na presente pesquisa, o pesquisador propõe a discussão dos conceitos calor, temperatura, direcção de transferência espontânea do calor e equilíbrio térmico, inseridos no capítulo da termodinâmica, por ter constatado através da literatura e da sua experiência como professor de Física, que os alunos apresentam dificuldades na construção de conceitos científicos nesta área e, em Moçambique, serem ainda poucas as pesquisas publicadas sobre este tema. Esta constatação é secundada por Caldeira (1991), ao afirmar que “a termodinâmica é, com certeza, o campo em que o senso comum, traduzido na linguagem do dia-a-dia, exerce maior influência nas ideias intuitivas dos alunos” (p.61).

A escolha do estudo das concepções alternativas fundamenta-se pelas ideias de Ausubel e Vygotsky.

Quando o conteúdo escolar a ser aprendido não consegue ligar-se a algo já conhecido, não haverá aprendizagem significativa, de acordo com Ausubel. É necessário que o novo conteúdo ou as novas informações interajam com conceitos relevantes já existentes na estrutura cognitiva do aluno (Pelizzari, Kriegel, Baron, Finck & Dorocinski, 2002).

Por outro lado, de acordo com Demizu, Santos, Mataruco e Royer (2015, p.3461), “Vygotsky enfatiza o processo histórico-social e, ademais, o papel da linguagem no desenvolvimento do indivíduo. A criança nasce inserida num meio social, que é a família e, é na mesma que estabelece as primeiras relações com a linguagem”, incluindo a científica.

Espera-se que a abordagem didáctica produzida nesta pesquisa para a aprendizagem dos conceitos de calor, temperatura, direcção de transferência espontânea e equilíbrio térmico, poderá ser usada na sala de aulas para melhorar o nível de construção de conhecimento dos alunos por outros professores de Física, tendo em consideração a visão de Ausubel sobre a Aprendizagem Significativa e sóciointeracionista de Vygotsky.

Esta é a principal motivação para optar por este tipo de pesquisa.

As concepções alternativas dos alunos identificadas nesta pesquisa poderão servir como base para planificação de aulas por parte dos professores e, por essa via, eliminar ou reduzir a ocorrência de concepções alternativas, tendo em consideração a visão construtivista.

Ainda, os resultados da pesquisa poderão ser usados por outros pesquisadores que pretenderem desenvolver trabalhos em áreas similares, pois estarão disponíveis na literatura. Em suma, a pesquisa vai contribuir na melhoria da qualidade de ensino da Física através de abordagens construtivistas

CAPITULO II: REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo, o pesquisador através da revisão bibliográfica apresenta na secção 2.1 a definição dos conceitos-chaves da tese, recorrendo para tal, estudos de autores como Meneses, Nhabique e Sefane (2010), Caldeira e Martins (1990), Júnior, Ferraro e Soares (2007), Halliday (1970), Cindra e Teixeira (2004) e Mutimucuo (1998). Segue a secção 2.2 onde são trazidos à discussão a origem das concepções alternativas, fundamentado na base do autor Mutimucuo (1998). Na secção seguinte (2.3), é feita uma síntese das concepções alternativas mais comuns na perspectiva de Martins e Rafael (2002), Kohnlein e Peduzzi (2002), Cervantes (1987), Mortimer e Amaral (1998), Hülsendeger, Costa e Cury (2006), Santos, Silva, Barbosa-Lima (2009), Grings, Caballero e Moreira (2008). Segue a secção (2.4), onde o pesquisador discute as concepções alternativas e sua valorização na aprendizagem da física, usando como base as obras de Valadares (1995), Bonadiman e Nonenmacher (2007), Schneiders, Melo e Gastaldo (2016), Tabile e Jacometo (2017) e Narjaikaew (2013). A seguir, a secção (2.5), relata outras dificuldades de aprendizagem da termodinamica classica encontradas na literara, usando como pressuposto, as obras de Moreira (2006), Bonadiman e Nonenmacher (2007), Schneiders, Melo e Gastaldo (2016), Antonowiski, Alencar & Rocha, (2017) e, Silva, Krajewski, Lopes e Nascimento (2018). E, por fim a secção 2.6 traz uma visão geral do ensino da termodinamica classica no ensino secundário geral em Moçambique e uma análise crítica do pesquisador.

2.1 Definição dos conceitos-chave

Nesta secção, são discutidos os conceitos de calor (subsecção 2.2.1), temperatura (subsecção 2.2.2), equilíbrio térmico (subsecção 2.2.3), concepções alternativas (subsecção 2.2.4), actividade experimental (secção 2.2.5), aprendizagem significativa (subsecção 2.2.6) e construtivismo (subsecção 2.2.7).

2.1.1 Conceito de Calor

Segundo Meneses, Nhabique e Sefane (2010) “calor é a energia em transferência de um corpo para outro, à custa da diferença de temperatura existente entre eles” (p.14).

De acordo com Caldeira e Martins (1990) calor é a “energia transferida de um sistema para outro somente em virtude de uma diferença de temperaturas entre eles” (p.86).

Para Halliday (1970), calor é a energia transferida de um sistema para o ambiente ou vice-versa devido a uma diferença de temperatura entre eles.

Os autores citados convergem ao afirmar que calor pode ser definido como sendo a energia em trânsito entre dois corpos ou sistemas, devido á diferença de temperatura existente entre eles.

Calor é uma grandeza extensiva, depende da extensão do sistema, ou seja, varia de forma proporcional com o tamanho ou quantidade da matéria existente num dado sistema. Por exemplo, se um dado sistema possui uma quantidade Q de energia interna, dividindo o sistema em duas partes, cada porção receberá uma quantidade de energia interna Q_1 e Q_2 respectivamente, onde a quantidade total será dada por $Q = Q_1 + Q_2$.

2.1.2 Conceito de Temperatura

Para Halliday (1970,), um dos conceitos mais usados da termodinâmica é temperatura. Desde a infância, o ser humano desenvolve um conhecimento sobre a temperatura. Por exemplo, a criança desenvolve sabendo que deve se precaver do fogo e água quente, e sabe ainda que alimentos perecíveis devem ser congelados, antes do contacto com a escola formal.

Então, o que é temperatura?

Segundo Meneses, Nhabique e Sefane (2010) temperatura é a “medida de energia cinética associada ao movimento (vibração) aleatório das partículas que constituem um dado corpo” (p. 5).

Segundo Júnior, Ferraro e Soares (2007) “temperatura de um corpo é a medida do grau de agitação de suas moléculas” (p. 3).

Por sua vez, para Cindra e Teixeira (2004) a energia cinética média das moléculas é considerada “como uma grandeza proporcional à temperatura” (p.243).

Portanto, os autores citados coincidem ao definir temperatura como sendo uma grandeza física que mede o grau de agitação das partículas num determinado corpo. Quanto maior for a energia cinética média das moléculas que constituem o corpo, maior será a temperatura do corpo.

A temperatura, contrariamente ao calor, é uma grandeza intensiva, não depende da extensão do sistema, ou seja, é independente do tamanho ou quantidade da matéria de um

dado sistema. Por exemplo, se um dado sistema possui uma temperatura T , dividindo o sistema em duas partes, cada porção terá uma temperatura T e, a temperatura final será $T = T$.

2.1.3 Conceito de equilíbrio térmico

Segundo Cindra e Teixeira (2004), “dois corpos A e B estão em equilíbrio térmico, se, estando em contacto térmico, não há fluxo de calor entre eles e, portanto, estarão à mesma temperatura” (p.243).

Para Cindra e Teixeira (2004), o conceito de equilíbrio térmico permite estabelecer a Lei Zero da Termodinâmica:

Se um corpo A está em equilíbrio térmico com um corpo C e um corpo B também está em equilíbrio térmico com o corpo C, então os corpos A e B estão em equilíbrio térmico entre si.

Para Júnior, Ferraro e Soares (2007), “equilíbrio térmico é quando há igualdade de temperatura entre dois corpos em contacto térmico” (p.4).

Segundo Meneses, Nhabique e Sefane (2010), diz-se que “dois corpos em contacto térmico, estão em equilíbrio térmico quando as mudanças térmicas entre eles findam”.

Portanto, os autores citados convergem ao afirmar que só se atinge o equilíbrio térmico quando não há transferência de energia em forma de calor entre dois corpos ou sistemas em contacto térmico, isto é, quando os dois corpos ou sistemas em contacto térmico estão à mesma temperatura.

Um exemplo de equilíbrio térmico pode ser descrito da seguinte forma: se você tira uma lata de refrigerante da geleira e a deixa na mesa da sala, a temperatura da lata aumenta, nos instantes iniciais rapidamente, e a seguir mais lentamente, até que a temperatura da lata contendo o refrigerante seja igual à temperatura do ambiente. O mesmo se verifica no sentido contrário quando uma xícara contendo água quente é deixada na mesa da sala, sua temperatura diminui até igualar-se à temperatura ambiente.

2.1.4 Actividade Experimental

Para Catelan e Rinaldi (2018, p.307), “a actividade experimental é uma estratégia didáctica singular que contribui para a aprendizagem na sala de aula”.

Distinguem-se dois tipos de actividade experimental, a conhecida como tradicional, na qual estão incluídas demonstrações, ilustrações, verificações e comprovação de teorias, e um segundo tipo, chamada actividade experimental por investigação, que envolve a participação dos alunos na resolução de um problema (Carvalho *et al*, 1999).

Na presente tese, o termo actividade experimental será usado para designar a actividade experimental por investigação.

Na actividade experimental por investigação, o professor suscita o interesse dos alunos a partir de uma situação problema em que a tentativa dos alunos de dar resposta à essa questão-problema, levará à elaboração de hipóteses. Com a mediação do professor, os alunos podem manipular o experimento para verificar as hipóteses por eles formuladas e no fim procurarem dar explicações do resultado da experimentação para as hipóteses formuladas.

2.1.5 Aprendizagem Significativa

Nesta Sub-secção, o pesquisador traz alguns autores como Ronca (1994), Gowin (1981), Valadares (1995), Moreira e Masini (2006), Novak (1990), Sousa, Silvano e Lima (2018), Silva e Schirlo (2014), Moreira (1999) e Praia (2000) para a discussão sobre o significado de aprendizagem significativa de Ausubel.

Interpretando Ausubel, Ronca (1994), sugere que: “aprendizagem significativa é um processo cognitivo no qual o conceito de mediação está plenamente presente, pois para que haja aprendizagem significativa é necessário que se estabeleça uma relação entre o conteúdo que vai ser aprendido e aquilo que o aluno já sabe” (p.92).

Esta mediação é feita pelo professor, daí o papel que este tem no processo de ensino e aprendizagem.

De acordo com Gowin (1981), a aprendizagem significativa de um indivíduo é um processo de reorganização activa de uma rede de significados pré-existentes na estrutura cognitiva desse indivíduo que resulta no novo conhecimento.

Sobre este novo conhecimento, Valadares (1995), explica que: “aprendizagem significativa é um processo através do qual o novo conhecimento a aprender se relaciona com conceitos previamente existentes na estrutura cognitiva do aprendente, específicos e adequados àquilo que se aprende” (p. 52).

Fica claro que os autores acima defendem que na aprendizagem significativa há que ter em consideração com o que o aluno já sabe. Ronca (1994), acrescenta o papel fulcral da mediação para garantir uma aprendizagem significativa.

Na visão de Novak (1990), a aprendizagem significativa acerca de um dado objecto a conhecer é como a própria designação indica, a construção de significados sobre ele. Mas é ao mesmo tempo uma mudança na forma de encará-lo e porventura lidar com ele. Resulta num conhecimento pessoal, fruto de uma partilha que envolve simultaneamente ideias e sentimentos. Este pesquisador enfatiza o saber ser e estar na aprendizagem significativa.

Pesquisadores como Silva e Schirlo (2014) destacam que a aprendizagem significativa pode ser dividida em três fases, o estabelecendo uma estrutura hierárquica que integra a estrutura cognitiva:

- Na primeira fase, existe o uso dos organizadores prévios como maneira de manipular a estrutura cognitiva. Esses organizadores podem ser apresentados na forma de textos, filmes, esquemas, desenhos, fotos, perguntas, mapas conceptuais, entre outros.
- Na segunda fase a Teoria de Ausubel sugere que o material seja habilmente significativo, a fim de que o educando estabeleça relação com o novo material, de maneira substantiva e não arbitrária à sua estrutura cognitiva.
- A terceira fase da teoria enfatiza que através da integração entre os novos conhecimentos e os subsunçores existentes na estrutura cognitiva do educando, os saberes são remodelados ou ressignificados e tornarão mais importantes, actuando como subsunçores ou conhecimentos prévios, dando significado ao estudo de novos conceitos (p.39).

Na implementação destas fases, os dois pesquisadores recomendam a forma como a aprendizagem deve ser organizada de modo a proporcionar aos alunos uma aprendizagem significativa. Na óptica de Silva e Schirlo (2014), o professor deve criar na sala de aulas situações de manipulação de organizadores prévios, que pode ser entendido como situações problemas para criar conflito cognitivo nos alunos. Ainda na perspectiva destes pesquisadores, na aprendizagem significativa, o conteúdo a ser abordado deve estar relacionado com o existente na estrutura cognitiva do aluno.

A aprendizagem significativa parte do princípio de que todo sujeito carrega conhecimentos prévios, chamados de subsunçores, que são usados como âncora para a assimilação de novos conhecimentos (Moreira, 1999). É dado ênfase ao papel que os conhecimentos prévios ou concepções alternativas que o sujeito traz têm para assimilação de novos conceitos.

Segundo Sousa, Silvano e Lima (2018, p.3), “para Ausubel (1968), a mente humana é altamente organizada e a formação de conceitos vai se estruturando de forma hierárquica a partir das experiências vivenciadas pelo indivíduo”.

Ausubel (1973) explica que a Aprendizagem Significativa é o processo pelo qual um novo conhecimento se relaciona de maneira não arbitrária e não literal à estrutura cognitiva do aluno, de modo que o conhecimento prévio do aluno interage, de forma significativa, com o novo conhecimento que lhe é apresentado, provocando mudanças em sua estrutura cognitiva (Silva & Shirlo, 2014).

É notável nas definições de Sousa, Silvano e Lima (2018) e, Silva e Shirlo (2014) a sua complementaridade. Enquanto os primeiros defendem que a formação de um novo conceito na estrutura cognitiva do aluno é um processo hierárquico, os últimos acrescentam que o mesmo deve ser gradual.

Segundo Praia (2000), quando Ausubel desenvolveu este modelo de aprendizagem, baseou-se na corrente cognitivista e construtivista da aprendizagem. Isso porque sua teoria baseia-se na aprendizagem cognitivista segundo a qual as informações são armazenadas em um modelo organizado na mente do indivíduo, a estrutura cognitiva, espaço mental em que acontece a significação daquilo que é aprendido.

Esses significados são estabelecidos com o mundo no qual os indivíduos se inserem sendo, cada um deles, o ponto de partida para a atribuição de novos significados (Moreira & Massini, 2001). Em outras palavras, na estrutura cognitiva são retidas novas informações conforme conceitos relevantes e inclusivos vão sendo clarificados. Ficam, então, as informações disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo para que actuem como ponto de ancoragem, para as novas ideias e conceitos.

2.1.6 Construtivismo

A discussão do conceito do construtivismo é trazida nesta secção iniciando por uma questão: em que se baseia a prática docente construtivista?

De acordo com Leão (1999, p.195), “Construtivismo é uma postura em relação à mediação do conhecimento”. Este autor refuta o entendimento do construtivismo como técnica ou metodologia, assumindo que seja uma forma de encarar o processo de aprendizagem na sala de aulas.

Para Becker (1994, p.88), construtivismo significa, “ideia de que nada, a rigor, está pronto, e de que, especificamente, o conhecimento não é dado, como algo terminado. Ele se constitui pela interacção do indivíduo com o meio físico e social, com o simbolismo humano, com o mundo das relações sociais...”. O entendimento do Becker (1994) sobre o construtivismo, vai ao encontro de Leão (1999) ao assumir que é uma ideia, compreensão, forma de ser em relação á mediação do conhecimento. Este autor vai mais profundo, ao explicar que esse entendimento é que o conhecimento não é algo acabado, algo pronto que pode-se dar ao aluno, mas sim, algo que vai se construindo no aluno ao longo do processo de interacção com o meio físico e social.

Para Baviskar, Hartle e Whitney (2009, p.8), “o construtivismo é uma teoria de aprendizagem que é usada para desenvolvimento de novos métodos de mediação de conhecimento”. Este posicionamento, complementa as visões de Becker (1994) e Leão (1999)

A seguir é apresentada a tabela 2.1 que mostra os critérios essenciais do construtivismo sugeridos por Baviskar, Hartle e Whitney (2009, p.12)

Tabela 2. 1: Critérios essenciais do construtivismo

Critério	Características	Estratégias
Elucidação dos conhecimentos prévios	O conhecimento é adquirido com relação ao conhecimento prévio do aluno cabendo ao professor utilizar algum mecanismo para elucidá-lo. Se não o fizer, o conhecimento novo não será proveitosamente incorporado na construção do estudante. Se o aluno não tiver consciência de seus conhecimentos prévios, ele irá ignorar ou incorporar incorrectamente os novos conhecimentos.	Aplicação de: Entrevistas e pré-testes formais; Questionamentos informais; Outras actividades como elaboração de mapas conceptuais pelos alunos.
Criação do conflito cognitivo	Podem motivar os alunos a encontrar um problema, e ao tentar resolver o problema, perceberão que seus conhecimentos prévios são incoerentes ou insuficientes para resolver a situação.	Apresentação de situações problema aos alunos, na forma de pergunta ou suscitando-a por meio de uma notícia, um texto, uma imagem, um vídeo, um debate, entre outros meios
Aplicação do conhecimento com feedback	Permite aos alunos modificarem os conhecimentos prévios no contexto dos novos conhecimentos. Além de verificar a validade de suas construções, essa aplicação permite que os alunos interliguem os novos conhecimentos a variados contextos, integrando o novo conhecimento de forma permanente.	Actividades que possibilitem aos alunos compararem as construções pessoais com as dos colegas, ou com novas situações, como: Questionários; Apresentações; Discussões em grupo.
Reflexão sobre aprendizagem	Permite a tomada de consciência do aprendido, após adquirir e verificar os novos conhecimentos.	Técnicas de avaliação tradicionais com questões que fomentem a reflexão sobre o processo de aprendizagem.

Nota. Critérios essenciais do construtivismo propostos por Baviskar, Hartle e Whitney (2009, p.12)

Analizando os critérios essenciais descritos na tabela 2.1 por Baviskar, Hartle e Whitney (2009, p.12), os autores defendem quatros características essenciais do

construtivismo, nomeadamente: Elucidação dos conhecimentos prévios, Criação do conflito cognitivo, Aplicação do conhecimento com feedback e Reflexão sobre aprendizagem. Estas características complementam a aprendizagem significativa defendida por Ausubel.

Por outro lado, os autores acima citados, propõem as estratégias a serem usadas na visão construtivista, que podem ser a aplicação de entrevistas e pré-testes formais, questionários e outras actividades como elaboração de mapas conceptuais pelos alunos para a elucidação dos conhecimentos prévios. De seguida a apresentação de situações problema aos alunos, na forma de pergunta ou suscitando-a por meio de uma notícia, um texto, uma imagem, um vídeo, um debate, entre outros meios para criar conflito cognitivo. Seguem a actividades que possibilitem aos alunos compararem as construções pessoais com as dos colegas, ou com novas situações, como: questionário, apresentações e discussões em grupos para aplicação do conhecimento com feedback. E por fim, a avaliação tradicional com questões que fomentem a reflexão sobre o processo de aprendizagem que visa fazer a reflexão sobre aprendizagem.

2.2 Terminologia usada para designar ideias prévias na área das ciências

São várias as diferentes formas usadas para designar ideias prévias, como pode-se ver a seguir na Tabela 2.2.

Tabela 2.2: Terminologia usada para designar ideias prévias na área das ciências

Terminologia usada	Exemplo
Concepções alternativas	Louzada, Elia e Sampaio (2015)
Concepções prévias	Santos, Silva e Barbosa-Lima (2009)
Concepções espontâneas	Martins e Rafael (2002)
Ideias intuitivas	Caldeira e Martins (1990)
Ideias prévias	Souza e Junior (2006)
Erros conceptuais	Viennot (1979)
Conceitos prévios	Jesus (2015)

A tabela 2.2 mostra a terminologia usada para designar concepções alternativas por diversos autores na literatura consultada para o presente estudo. Portanto, pode-se afirmar que a terminologia usada para designar as ideias dos alunos é a seguinte: concepções alternativas, concepções prévias, concepções espontâneas, ideias intuitivas, ideias prévias, erros conceituais ou conceitos prévios.

Para a presente tese, o pesquisador vai usar o termo concepções alternativas para designar as ideias iniciais dos alunos sobre conceitos calor, temperatura, direcção de transferência espontânea de calor e equilíbrio térmico.

2. 3 Concepções alternativas

Para Louzada, Elia e Sampaio (2015, p.1508-2), “as concepções alternativas são ideias próprias que os alunos trazem sobre fenómenos da natureza”.

Segundo Santos, Silva e Barbosa-Lima (2009. P.2), “as concepções alternativas são palavras usadas pelos alunos no quotidiano e que representam uma dificuldade a mais para a compreensão de conceitos científicos”.

Os autores Santos, Silva e Barbosa-Lima (2009) convergem com Louzada, Elia e Sampaio (2015) na caracterização das concepções alternativas como sendo ideias próprias dos alunos, contudo, os primeiros acrescentam que estas ideias constituem um obstáculo para a compreensão de conceitos científicos.

Ainda, Mutimucio (1995), descreve concepções alternativas como sendo “ideias iniciais usadas pelos alunos para explicar um determinado conceito ou fenómeno. Essas concepções divergem dos saberes científicos”.

Neste autor, nota-se que para além de convergir com outros citados, clarifica que as concepções alternativas divergem de saberes científicos.

Portanto, pode-se assumir que concepções alternativas são ideias iniciais originadas a partir do momento em que o indivíduo interage com a natureza, usadas pelos alunos para explicar conceitos ou fenómenos e que divergem dos saberes científicos.

2.4 Origem das concepções alternativas dos alunos na aprendizagem da Física

Sobre a origem das concepções alternativas, pesquisadores como Caldeira e Martins (1990); Thomaz, *et al.* (1994); Mutimucio (1998); Hülsendeger, *et al.* (2006); Araújo e Souza (2015); Leão e Kalhil (2015); Krause e Scheid (2018) convergem em afirmar que os modelos que os indivíduos usam para explicar conceitos e fenómenos físicos do dia-a-dia desenvolvem-se desde a infância, a partir do momento em que o indivíduo entra em contacto com a natureza, outros através do censo comum, não sendo originados exclusivamente da sua aprendizagem escolar.

De acordo com Hoffmann, *et al.* (2017, p.98), “as concepções alternativas estão fortemente presentes na mente dos alunos, pois são influenciadas pelo contexto social e cultural, pelas linguagens dos meios de comunicação de massa”.

Para Mutumucuo (1998), identificam-se várias origens de concepções alternativas como, por exemplo, a linguagem do dia-a-dia, onde os termos são explicados usando o senso comum, a cultura, onde os modelos que o indivíduo usa para explicar conceitos desenvolvem-se desde a infância, não sendo originados da sua aprendizagem escolar, a bibliografia, onde os manuais também apresentam erros na utilização de alguns conceitos.

Todas estas constatações podem ser origens das concepções alternativas dos alunos.

2.5 Concepções alternativas e sua valorização na aprendizagem da Física

Aprender ciências naturais não é tarefa fácil para o aprendente. As dificuldades tornam-se mais evidentes quando se trata de aprender a Física. Apontar essas dificuldades não é tarefa fácil e ao identificá-las surge a dificuldade de como resolvê-las (Antonowiski, Alencar & Rocha, 2017).

De acordo com Valadares (1995, p.14) “a aprendizagem da Física é uma negociação de significados que exige arte, ciência e muito trabalho. A sua principal finalidade é facilitar a construção por cada aluno de representações acerca do mundo físico que se identifiquem o mais possível com os conceitos físicos”.

Estes autores defendem o quão é difícil a tarefa aprender a Física, sendo necessário alguma arte, estratégia e conhecimento para quem é incumbido essa tarefa de mediador, na visão de Valadares (1995).

O autor acima afirma que para se mediar a aprendizagem eficazmente a disciplina de Física é necessário, em primeiro lugar, ter o domínio dos conceitos físicos a ensinar, mas não basta; é necessário também ter domínio dos métodos e das técnicas de ensino de uma ciência, o que passa pelo investimento do professor nos campos científicos” (Valadares, 1995).

Pesquisadores em educação em ciências como Bonadiman e Nonenmacher (2007), Schneiders, Melo e Gastaldo (2016) e Tabile e Jacometo (2017), relatam as possíveis causas das dificuldades de aprender a Física, sendo algumas delas a não valorização das concepções alternativas dos alunos e a forma tradicional em que a Física é ensinada, onde o aluno é um mero espectador e o professor transmite os conteúdos somente de forma expositiva, em forma de receita.

De acordo com Narjaikaew (2013, p.251), “pesquisas sobre a aprendizagem das ciências naturais revelaram que os alunos vêm para cursos de ciências naturais com idéias existentes sobre o mundo que, muitas vezes diferem das idéias científicas aceites”. Essas ideias são designadas de concepções alternativas, sendo, portanto, importante a sua valorização na aprendizagem da física.

Por mais que a valorização das concepções alternativas seja um factor chave no processo da aprendizagem da Física, como defendem Bonadiman e Nonenmacher (2007), Schneiders, Melo e Gastaldo (2016), Tabile e Jacometo (2017) e Narjaikaew (2013), existem outros elementos sem as quais na perspectiva de Valadares (1995), o processo da aprendizagem não ocorreria. Estes factores incluem o domínio dos métodos e técnicas da aprendizagem.

Apesar do estudo das concepções alternativas ser do domínio dos pesquisadores da área de ensino-aprendizagem de ciências naturais, os seus resultados são, ainda, pouco divulgados, facto que contribui para a persistência, em parte, das dificuldades conceituais dos alunos (Köhnlein e Peduzzi, 2002).

Ao nível internacional, concepções alternativas sobre conceitos de calor e temperatura já foram estudadas por Caldeira e Martins (1990), Cindra e Teixeira (2004), Grings, Caballero e Moreira (2008), Hoffmann, Nahirne e Strieder (2017), Hülsenderger, Costa e Cury (2006), Kohnlei e Peduzzi (2002), Leão e Kahil (2015), Louzada, Elia e Sampaio (2015), e outros. Em Moçambique, sobre esta abordagem, o pesquisador conhece apenas os trabalhos publicados por Mavanga (2007) e Mutimucuo (1998).

As concepções alternativas dos alunos podem orientar a prática pedagógica. Deste modo, conhecê-las ajuda para elaborar estratégias que possibilitarão novas representações e aquisição de um novo saber (Lobo, Trindade & Cordovil, 2017).

A não valorização das concepções alternativas na sala de aulas pode contribuir para a fraca assimilação dos conteúdos abordados por parte dos alunos.

A Termodinâmica tem sido uma das áreas da Física em que os alunos apresentam maior dificuldade em compreender os conceitos envolvidos. Esta área apresenta conceitos que não são facilmente entendidos pelos alunos e que é necessária uma abordagem menos tradicional e com a utilização de novas estratégias de ensino-aprendizagem (Lima, Silva, Arandas, Júnior, Cândido & Santos, 2016).

Na linguagem corrente, até os indivíduos instruídos cometem erros no uso dos conceitos calor e temperatura. Por exemplo, é comum alguém pronunciar palavras como

“hoje está a fazer calor”, como se o calor fosse uma grandeza de estado, mas querendo dizer hoje a temperatura está elevada, ou “no verão faz muito calor e no inverno muito frio”, como se o calor e frio fossem termos contrários, mas querendo dizer no verão a temperatura é muito elevada e no inverno é muito baixa.

A preocupação dos investigadores a respeito das concepções alternativas que os alunos trazem do ambiente em que vivem para a sala de aulas contribuiu para o surgimento, pela primeira vez, das pesquisas sobre concepções alternativas nos finais de 1970 (Leão & Kalhil, 2015).

Segundo Hoffmann, Nahirne e Strieder (2017, p.93), “a década 80 representa o auge do movimento das concepções alternativas (MCA). A partir desta década surgem muitas pesquisas sobre a relação entre a aprendizagem e os saberes científicos, presentes na sala de aulas”. Contudo, no período em referência, muitas pesquisas foram feitas no âmbito da pesquisa descritiva, cujo foco era em identificar e caracterizar os conceitos trazidos pelos alunos (Santos, Silva, Tato & Barbosa-Lima, 2009).

Mais tarde, sob influência de alguns quadros teóricos, incluindo os de Vygotsky e Ausubel, as concepções alternativas mantiveram a sua importância na aprendizagem até os dias de hoje. Apesar disso, em Moçambique, ainda há poucas publicações sobre a matéria, podendo-se fazer menção apenas das pesquisas de Mavanga (2007) e Mutimucio (1998).

2.6 Concepções alternativas mais comuns dos alunos nos conceitos de calor, temperatura, direcção de transferência espontânea de calor e equilíbrio térmico.

Conforme foi referenciado no capítulo I, são vários estudos que abordam concepções alternativas dos alunos na área da termodinâmica. Aqui são trazidos alguns.

De acordo com Martins e Rafael (2002), as concepções alternativas sobre os conceitos de calor e temperatura são:

- Calor é entendido como uma substância, uma espécie de fluido, como às vezes o frio.
- Temperatura é a medida do calor de um corpo.
- Calor também está associado às temperaturas altas.
- Tende-se a estabelecer a temperatura como propriedade dos corpos, não pensando em equilíbrio térmico.
- Há uma tendência de usar o calor como propriedade dos corpos quentes e o frio como propriedade contrária.

- Os conceitos de calor e temperatura são usados como sinónimos. Usa-se também o conceito de temperatura como sinónimo de energia.
- Calor é um processo interno resultante do atrito entre as partículas (p.3).

Calor é visto pelos alunos como um fluido, temperatura alta e ainda como sendo directamente proporcional à temperatura. A temperatura é vista como sinónimo de calor, e ainda, o frio como contrário de calor.

Para Mortimer e Amaral (1998), a literatura descreve três características principais das concepções de calor e temperatura: o calor é uma substância, existem dois tipos de calor (o quente e o frio) e o calor é directamente proporcional à temperatura (p.1).

Em uma revisão bibliográfica sobre os conceitos de calor e temperatura, Kohnle e Peduzzi (2002) destacam algumas das seguintes concepções alternativas mais comuns que os alunos possuem. Para alunos, “o calor é geralmente associado a uma fonte ou a um estado”; “utiliza-se tanto o calor como a temperatura para designar um estado quente”; “interpreta-se a temperatura como a medida da mistura de calor e de frio”.

Em uma pesquisa sobre as concepções alternativas, Hülsendeger, Costa e Cury (2006) para maior parte dos alunos, “corpos quentes têm mais calor que corpos frios”; “quanto mais massa, um corpo tiver, mais calor ele poderá conter”; “a pele é o nosso medidor de temperatura”; “Quando sentimos frio, significa que o calor está saindo, e quando sentimos calor significa que o frio está saindo”.

Na sua pesquisa sobre concepções alternativas, Grings, Caballero e Moreira (2008) chegam à seguinte conclusão resumo dos resultados encontrados:

- A temperatura é a variação de um estado quente para um estado frio.
- A temperatura é a variação do calor.
- A temperatura é directamente proporcional ao volume.
- O calor é directamente proporcional à temperatura.
- Ocorre transferência de calor, quando os corpos estão encostados.
- É necessária uma fonte de calor para aumentar a temperatura de um corpo” (p. 38-45).

O calor é visto como grandeza directamente proporcional á temperatura. A temperatura é vista como sendo a variação de calor, directamente proporcional ao volume, e ainda, como resultado da variação de um estado quente para um estado frio. Os alunos entendem ainda que ocorre a transferência de calor apenas quando os corpos estão encostados.

A Tabela 2.3 mostra a síntese das concepções alternativas sobre conceitos de calor, temperatura, direcção de transferência espontânea de calor e equilíbrio térmico encontrados na literatura.

Tabela 2.3: Síntese das concepções alternativas encontradas na literatura

Concepção alternativa	Fonte	Comentários
Calor é uma substância, um fluido.	Louzada, Elia e Sampaio, (2015); Caldeira e Martins, (1990); Cindra e Teixeira, (2004); Hoffmannn, Nahirne e Strieder, (2017); Köhnlein e Peduzzi, (2002); (Thomaz, Malaquias, Valente & Antunes, 1994)	Esta concepção é encontrada em frases como “vai ao banho para tirar calor”.
Calor é sinónimo do frio.	Louzada, Elia e Sampaio, (2015); Caldeira e Martins, (1990); Valadares, (1995);	Encontra-se em frases do tipo “ no verão faz calor e no inverno faz frio”.
Calor e temperatura são a mesma coisa.	Louzada, Elia e Sampaio, (2015); Caldeira e Martins, (1990); Valadares, (1995); Köhnlein e Peduzzi, (2002);	É comum na linguagem corrente alguém pronunciar “ hoje está fazer muito calor, querendo dizer hoje a temperatura está elevada”.
Calor associado a temperatura elevada.	Caldeira e Martins, (1990); Hoffmannn, Nahirne e Strieder, (2017);	Quando alguém diz: “ amanhã será dia de muito calor por que a previsão é de 45° C”.
Corpos quentes têm mais calor que corpos frios.	Hülsendeger, Costa e Cury (2006); Louzada, Elia e Sampaio, (2015)	Existe uma concepção incorrecta de que entre corpos frios não há transferência de calor.
A temperatura é intensidade de calor.	Thomaz, Malaquias, Valente e Antunes, (1994); Louzada, Elia e Sampaio, (2015); Cindra e Teixeira, (2004); Hoffmannn, Nahirne e Strieder, (2017);	Erradamente existe a concepção de que maior temperatura implica maior calor
O tacto pode determinar a temperatura.	Louzada, Elia e Sampaio, (2015); Caldeira e Martins, (1990); Hülsendeger, Costa e Cury (2006);	Tem sido hábito usar erradamente o tacto para avaliar a temperatura.
Temperatura pode ser transferida.	Thomaz, Malaquias, Valente e Antunes, (1994); Louzada, Elia e Sampaio, (2015);	Quando dois corpos a temperaturas diferentes entram em contacto, existe uma concepção errada de que há transferência de temperatura entre eles.
A temperatura depende da natureza do material.	Thomaz, Malaquias, Valente e Antunes, (1994); Cindra e Teixeira, (2004);	Existe uma concepção errada de que corpos de metal são mais frios que corpos de madeira estando no mesmo ambiente.
A pedra de gelo transfere “frio” para a bebida quente.	Dos Santos (2010);	Existe uma concepção errada de que quando se coloca cubos de gelo sobre a bebida quente, estes transferem frio para as bebidas gelarem.
Objectos em contacto durante muito tempo com o mesmo ambiente tem temperaturas diferentes se forem feitos de materiais diferentes.	Thomaz, Malaquias, Valente e Antunes, (1994); Cindra e Teixeira, (2004);	Para alguns alunos o frio é algo que se transfere para baixar a temperatura de corpos quent
.O estado quente ou frio depende do material de que o corpo é feito.	Thomaz, Malaquias, Valente e Antunes, (1994);	Existe uma concepção errada de que alguns corpos por natureza são frios e outros são quentes.

A tabela 2.3 mostra que as concepções alternativas encontradas na literatura sobre o conceito de calor são: calor é um fluido, calor é sinónimo de frio, calor significa temperatura elevada e corpos quentes têm mais calor que corpos frios. Em relação ao conceito de temperatura foram identificadas as seguintes concepções alternativas: a temperatura é a intensidade de calor, o tacto pode determinar a temperatura e a temperatura transfere-se. Sobre a direcção de transferência espontânea de calor, pode-se notar que foi identificada a concepção alternativa de que a pedra de gelo transfere frio para a bebida quente. Por último, em relação ao equilíbrio térmico, a tabela mostra que as concepções alternativas identificadas são: a temperatura depende da natureza do material, objectos em contacto durante muito tempo com o mesmo ambiente tem temperaturas diferentes se forem feitos de materiais diferentes e o estado quente ou frio depende do material de que o corpo é feito.

2.7 Outras dificuldades relacionadas com aprendizagem da termodinâmica clássica básica no processo de ensino-aprendizagem de Física

No ensino das Ciências Naturais, pode-se destacar a dificuldade dos alunos em relacionar a teoria desenvolvida em sala de aulas com a realidade em sua volta, dado que a teoria é feita de conceitos que são abstracções da realidade dos alunos (Reginaldo, Sheid & Güllich, 2012).

Para Tabile e Jacometo (2017, p.82), “as dificuldades de aprendizagem podem ser entendidas como obstáculos, ou barreiras, encontrados por alunos durante o período de escolarização em relação à assimilação dos conteúdos propostos”.

Essas dificuldades, quando forem ignoradas, podem ser duradouras ou passageiras e mais ou menos intensas e podem levar os alunos ao abandono escolar, à reprovação, ao baixo rendimento, ao atraso no tempo de aprendizagem ou mesmo à necessidade de ajuda especializada (Tabile & Jacometo, 2017).

A disciplina de Física não foge à regra, e relatos são vários de pesquisadores como Bonadiman e Nonenmacher (2007), Antowski, *et al.* (2017), Schneiders, *et al.* (2016) e Tabile e Jacometo (2017), que mostram a similaridade do tipo de dificuldades que os alunos enfrentam nesta área de conhecimento. Nesta discussão, são trazidos os aspectos relacionados com a área de Física.

As outras dificuldades de aprendizagem em Física, em particular da termodinâmica, encontram-se em todos os conteúdos, existindo dificuldades de cunho pedagógico,

material, didático, comportamental e histórico. Estas dificuldades são de várias ordens, onde se destacam: a falta de metodologias adequadas, falta de material nas escolas para aulas práticas, a maneira como muitos alunos encaram a disciplina e o aparato matemático que é privilegiado pelos professores (Silva, Krajewski, Lopes & Nascimento 2018).

De acordo com Bonadiman e Nonenmacher (2007):

Quando o aluno ingressa no ensino secundário, proveniente do ensino primário, vem estimulado pela curiosidade e imbuído de motivação na busca de novos horizontes científicos. Entre os diversos campos do saber, a expectativa é muito grande com relação ao estudo da Física. Porém, na maioria das vezes e em pouco tempo, o contacto em sala de aula com esse novo componente curricular torna-se uma vivência pouco satisfatória e, muitas vezes, chega a constituir-se numa experiência frustrante que o aluno carrega consigo por toda a vida (p.197).

Para estes autores é consensual que as dificuldades no processo de ensino-aprendizagem da Física estão relacionadas com o uso de metodologias inadequadas por parte dos professores, a qualidade dos conteúdos desenvolvidos na sala de aulas, a matematização dos conteúdos e a falta de material para as aulas práticas.

Por outro lado, Moreira (2006) identifica outro tipo de dificuldades de ensino-aprendizagem de Física. Para este autor, as outras dificuldades têm a ver com o facto de os professores não participarem na pesquisa em ensino de Física. Eles não se sentem pesquisadores, ou seja, as pesquisas em ensino de Física não chegam à sala de aulas. Os professores preparam os alunos para as provas, para as respostas correctas a serem reproduzidas em exames locais; a não valorização das tecnologias de comunicação e informação; a fraca formação dos professores; o não uso de situações-problema que façam sentido para os alunos e, a desvalorização das concepções alternativas dos alunos.

Para Schneiders, *et al.* (2016, p.2), uma outra dificuldade deriva do que “geralmente ocorre nas aulas de Física, é que o professor aplica problemas onde o objectivo a ser alcançado é que os alunos devem encontrar a fórmula correcta, para aplicá-la cegamente, encontrando um único resultado, sem dar a devida importância ao conceito em si”.

Por exemplo, quando o aluno é solicitado a calcular a temperatura de equilíbrio entre o corpo A a 80° C e o corpo B (água) a 22° C, alguns alunos limitam-se a fazer a média aritmética dos dois valores das temperaturas, ou seja, $(80^{\circ}C + 22^{\circ}C) \div 2 = 51^{\circ}C$, ignorando deste modo as outras variáveis envolvidas nos processos de transferência de calor.

Esta forma de encarar a Física induz ao aluno a pensar que a base da Física é a memorização de fórmulas para sua aplicação no dia da avaliação até encontrar o resultado final.

Outras dificuldades incluem a falta de tempo para preparação de conteúdos que possam estimular a curiosidade dos alunos, o uso excessivo da exposição dos conteúdos, o fraco acompanhamento de alguns pais nas actividades de ensino- aprendizagem dos seus educandos Antowiski, *et al.* (2017).

Como proposta para suprir estas outras dificuldades de ensino-aprendizagem de Física, Moreira (2018) propõe:

- Abandono do ensino tradicional, centrado no professor “dando a matéria”, em favor de um ensino centrado no aluno, na aprendizagem activa e significativa, na qual os alunos trabalham em pequenos grupos com a mediação do professor que os ajuda a aplicar conceitos e procedimentos físicos em situações que lhes façam sentido.
- Desenvolver competências científicas e tecnológicas como modelagem, argumentação a partir de evidências, validação e comunicação de resultados, fazendo uso intensivo de tecnologias de informação e comunicação.
- Na pesquisa em ensino, dar mais atenção à pesquisa translacional com participação de professores em serviço, activos no ensino de Física na escola. Estimular a pesquisa em ensino dirigido a problemas reais da sala de aulas e apoiar a participação de professores nessa pesquisa.
- Não aceitar passivamente o ensino centrado na testagem. A Física é muito mais do que fórmulas e respostas correctas (p.78).

As razões para este fracasso são similares e outras se complementam na óptica dos pesquisadores.

2.8 O ensino da termodinâmica básica no ensino secundário geral em Moçambique

As competências que os novos programas do Ensino Secundário Geral procuram desenvolver compreendem um conjunto de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores necessários para a vida que permitam ao graduado do Ensino Secundário Geral enfrentar o mundo de trabalho numa economia cada vez mais moderna e competitiva (INDE/MINED-Moçambique, 2010).

Olhando para o programa de ensino de Física da 9ª classe, em cada unidade temática aparecem sugestões de algumas actividades experimentais, mas já na sala de aulas são poucos professores que optam por esta via, recorrendo apenas a aulas expositivas como foi testemunhado pelo autor nas aulas assistidas na Escola Secundária “25 de Junho de

Massinga”. Como consequência, os alunos terminam o ciclo com as mesmas dificuldades que traziam antes do contacto formal com a escola ou ainda mais agravados.

De acordo com o programa de ensino secundário geral INDE/MINED-Moçambique (2010), na implementação do programa, o professor deve fazer estudo permanente das sugestões que estes contêm, serem criativos e empenharem-se para levar a cabo a tarefa de formar os jovens que amanhã contribuirão para o combate à pobreza.

As razões para o não cumprimento desta prática por parte dos professores podem ser de várias ordens. Não pode ser pela forma como os professores são orientados para mediar a aprendizagem, porque a forma como os programas de ensino são colocados e geridos, abre espaço para chamar a criatividade do professor.

Para o autor, não basta apresentar orientações metodológicas para o ensino, o papel do professor é muito fundamental. A sua postura na sala de aulas, a forma como ele encara o processo de ensino-aprendizagem, a visão que ele tem sobre as teorias de ensino-aprendizagem são aspectos a considerar.

2.9. Programa de Física no Ensino Secundário Geral

Os conceitos de calor, temperatura, direcção de transferência espontânea de calor e equilíbrio térmico são abordados na primeira unidade da 9ª classe do currículo de ensino Secundário Geral da Republica de Moçambique, designada por “fenómenos térmicos”.

Os conteúdos programados para esta unidade temática são mostrados na tabela 2.4, de acordo com o programa do ensino secundário geral INDE/MINED-Moçambique (2010):

Tabela 2. 4: Plano temático dos fenómenos térmicos para 9ª classe do ensino secundário geral de Moçambique

Objectivo	Conteúdo	Nr de horas
Distinguir fenómenos térmicos na natureza.	Fenómenos térmicos.	1
Explicar a grandeza física temperatura.	Conceito de temperatura	1
Usar correctamente o termómetro na medição da temperatura de um corpo.	Termómetros, constituição e funcionamento	1
Identificar os pontos fixos em diferentes escalas termométricas. Converter as unidades de temperatura de cada escala termométrica para a outra.	Escalas termométricas	2
Exemplificar a dilatação térmica dos corpos sólidos, líquidos e gases.	Dilatação térmica nos sólidos, líquidos e gases	1
Relacionar as diferentes escalas termométricas,	Exercícios de aplicação.	1

fazendo a conversão de unidades. Estimar a temperatura de um corpo.

Explicar as diferentes formas de transmissão de calor.	Transmissão de calor por condução, convecção e radiação	1
Identificar fenómenos naturais que se devem à energia calorífica.	Efeito de calor na natureza	1
Explicar a troca de calor entre corpo com base no equilíbrio térmico.	Equilíbrio térmico.	1
	Exercícios de aplicação	1

Nota. Adaptado “Física- Programa da 9ª classe”

Olhando para os conteúdos acima, percebe-se facilmente que a discussão explícita do conceito calor não está patente, pese embora nos indicadores de desempenho se exija que o aluno deva saber diferenciar calor da temperatura.

As actividades experimentais recomendadas nesta unidade são:

- Medição da temperatura dos corpos, com uma experiência;
- Dilatação térmica dos corpos, com uma experiência;
- Equilíbrio térmico, com duas experiências;
- Transferência de calor, com uma experiência (INDE/MINED-Moçambique, 2010).

Dada à importância que esta unidade temática representa para a percepção de diferentes fenómenos físicos e, olhando para as dificuldades que os alunos apresentam para a percepção dos conceitos de calor e temperatura, de acordo com a literatura, o programa de ensino devia prever mais actividades experimentais de formulação do conceito de temperatura, conceito de calor, bem como actividades experimentais para demonstrar a direcção de transferência espontânea de calor. Por outro lado, não se recomenda ao professor para a valorização das concepções alternativas dos alunos reportadas na realidade moçambicana, pese embora a literatura (Mutimucio, 1998 e Mavanga, 2007) faça menção da importância destas no processo de ensino-aprendizagem.

CAPITULO III: ENQUADRAMENTO TEÓRICO DA PESQUISA

O título em estudo na presente pesquisa, está inserido nas pesquisas de educação em ciências naturais. Os conceitos de *calor*, *temperatura*, *direcção de transferência espontânea de calor* e *equilíbrio térmico* constituem a base da termodinâmica clássica.

A presente tese assenta na teoria construtivista que, por sua vez, é suportada por duas abordagens: A teoria sociointeracionalista de Vygotsky e a teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel e, ainda parcialmente pelas ideias de Mutumucio (1998).

A base do construtivismo é a acção. Neste sentido, a acção do aprendente é necessária para que haja aprendizagem e para que haja construção de conhecimento (Mutumucio, 1998, p.25).

Deste modo, ainda de acordo com Mutumucio (1998) “o construtivismo é descrito como possuindo dois princípios básicos, um psicológico e outro epistemológico, ambos enfatizando que o conhecimento não pode ser separado do sujeito aprendente” (p.25).

O primeiro princípio sublinha que o conhecimento não é recebido passivamente, mas que é construído activamente pelo sujeito cogniscente. Neste processo de construção de significados, o que o aprendente já sabe é de importância central (Mutumucio, 1998).

O segundo princípio sublinha que a função da cognição é adaptativa e permite ao aprendente construir explicações viáveis de experiências do mundo que o rodeia. Consequentemente, o conhecimento sobre o mundo à nossa volta é visto como uma construção humana (Mutumucio, 1998).

A escolha de Ausubel e Vygotsky deve-se pelo facto de os dois enfatizarem a actividade como elemento fulcral para a aprendizagem. Contudo, os dois apresentam algumas diferenças. Vygotsky enfatiza a mediação sócio-cultural, ou seja, a introdução de um elemento mediador na aprendizagem. Já Ausubel enfatiza os processos de assimilação e acomodação. As duas visões de Ausubel e Vygotsky não são exclusivas, complementam-se.

A interacção social defendida por Vygotsky enquadra-se em actividades experimentais, onde o aluno para além de interagir com a experiência tem a oportunidade de interagir com os colegas assim como com o professor. Ausubel (1963), por sua vez, defende que para garantir a aprendizagem significativa, o aluno terá que relacionar a nova situação de aprendizagem com o que já existe previamente nas suas estruturas mentais.

3.1 Teorias sociointeracionalista de Vygotsky

Nesta secção é apresentada uma discussão sobre a teoria sociointeracionalista de Levy Vygotsky e sua influência num ensino construtivista, recorrendo-se aos trabalhos dos autores como Neves e Damiani (2006), Coelho e Pisini (2012), Maraes (2013), Zonolla (2012) e Gaspar e Monteiro (2012).

Enquanto para alguns autores (Neves & Damiani, 2006), “Vygotsky é interacionista, para outros é sóciointeracionista e, há, ainda, aqueles que afirmam que ele não se enquadra em nenhuma dessas duas classificações” (p.1). Nesta tese o pesquisador vai pela perspectiva sócio-interacionalista.

De acordo com Coelho e Pisini (2012):

Para Vygotsky, a criança inicia a sua aprendizagem muito antes de chegar à escola, mas a aprendizagem escolar vai introduzir elementos novos no seu desenvolvimento. A aprendizagem é um processo contínuo e a educação é caracterizada por saltos qualitativos de um nível de aprendizagem a outro, daí a importância das relações sociais (Coelho e Pisini, 2012, p.148).

De acordo com os mesmos autores, Vygotsky identifica dois tipos de desenvolvimento: primeiro a zona de desenvolvimento real, ou seja, as capacidades que a criança tem de realizar ou desenvolver sozinha sem auxílio e segundo, a zona de desenvolvimento potencial que corresponde à capacidade que a criança tem de realizar ou de desenvolver com auxílio de alguém. A distância entre estas duas zonas, considerou de zona de desenvolvimento proximal (Coelho & Pisini, 2012).

Estes autores sugerem que “aquilo que é zona de desenvolvimento proximal hoje será o nível de desenvolvimento real amanhã – ou seja, aquilo que uma criança pode fazer com assistência hoje, ela será capaz de fazer sozinha amanhã” (Coelho & Pisoni, 2012, p.98).

Por seu turno, Moraes (2013), afirma que Vygotsky crê que “o papel do outro é essencial para o entendimento das relações entre desenvolvimento e aprendizagem” (p.14).

Segundo Zanolli (2012), “Vygotsky delineia o conceito de mediação pela perspectiva sócio-histórica e compreende a mediação como processo cultural da aprendizagem” (p.5).

Concordando com Zanolli (2012), Gaspar e Monteiro (2005) sugerem que “(...) em colaboração, a criança sempre pode fazer mais do que sozinha” (p.233).

Ainda segundo Gaspar e Monteiro (2005, p.233), “a possibilidade maior ou menor de que o aprendente passe do que sabe para o que pode fazer em colaboração é o sintoma mais sensível que caracteriza a dinâmica do desenvolvimento do aprendente. Tal possibilidade coincide com sua zona de desenvolvimento potencial”.

Os autores acima convergem na ênfase do papel de mediadores de aprendizagem no processo de ensino-aprendizagem na perspectiva de Vygotsky.

Para estes autores, a interação referenciada por Vygotsky pode ser a interação aluno-professor, aluno-livro, aluno-aluno com conhecimento mais evoluído ou ainda aluno-experiência.

3.2 Teorias de Aprendizagem Significativa de Ausubel

Nesta secção, são trazidas as condições para que ocorra uma aprendizagem significativa (subsecção 3.2.1) fundamentadas por autores como Pelizzari, Kriegl, Baron, Finck e Dorocinsk (2002), Moreira (2006) e Valadares (1995) e formas de facilitação da aprendizagem significativa, segundo Ausubel (subsecção 3.2.2), sustentadas por Moreira e Masini (2001 e 2006), Moreira (2002), Moreira (2011) e, Moreira e Sousa (1996). O professor de Física precisa saber como os processos de construção de conhecimento ocorrem no interior do indivíduo, como devem ser organizadas as actividades de aprendizagem de modo, a saber, mediar o processo de ensino – aprendizagem.

3.2.1 Condições para a aprendizagem significativa

Sobre as condições necessárias para que haja uma aprendizagem significativa, são trazidos à discussão alguns autores como Pelizzari *et al* (2002), Moreira (2006) e Valadares (1995).

A aprendizagem significativa não surge espontaneamente. Para que tal aconteça, são necessárias, algumas condições discutidas a seguir.

Sobre as condições para que ocorra uma aprendizagem significativa, Pelizzari *et al* (2002) descrevem o seguinte:

Em primeiro lugar, o aluno precisa ter uma disposição a aprender: se o indivíduo quiser memorizar o conteúdo arbitrário e literalmente, então a aprendizagem será mecânica.

Em segundo, o conteúdo escolar a ser aprendido tem que ser potencialmente significativo, ou seja, ele tem que ser lógico e psicologicamente significativo: o significado lógico depende somente da natureza do conteúdo, e o significado psicológico é uma experiência que cada indivíduo tem. Cada aprendente faz uma

filtragem dos conteúdos que têm significado ou não para si próprio (Pelizzari, Kriegl, Baron, (p.3).

Por outro lado, Moreira (2006, p. 39) reforça o que estes autores afirmam, enfatizando que “para aprender significativamente, o aluno tem que manifestar uma disposição para relacionar, de maneira não-arbitrária e não-literal, à sua estrutura cognitiva, os significados que capta a respeito dos materiais educativos”. Esta visão realça a primeira condição descrita por Pelizzari *et al* (2002) para garantir uma aprendizagem significativa.

Dispondo as condições numa sequência diferente, Valadares (1995) explica que:

Os assuntos a aprender têm de ser potencialmente significativos, isto é, têm de possuir significado lógico e a estrutura cognitiva de quem aprende deve dispor de conceitos e proposições adequados e significativos. Outra condição é que o aprendente esteja disposto psicologicamente a relacionar de modo substantivo e não arbitrário o novo material, potencialmente significativo, com a sua estrutura cognitiva (52-53).

Note-se que as condições colocadas Pelizzari *et al* (2002) e Valadares (1999) para haver uma aprendizagem significativa convergem, diferindo apenas na sequência, conforme dito acima.

3.2.2 Facilitação da aprendizagem significativa segundo Ausubel

Para Moreira e Masini (1982), a manipulação de atributos relevantes da estrutura cognitiva para fins de ensino-aprendizagem deve ser feita de duas formas:

- Substantivamente, com propósitos organizacionais e integrativos, usando os conceitos e proposições unificadores de conteúdos da matéria de ensino que tem maior poder explanatório, inclusividade, generalidade e relacionalidade nesse conteúdo.
- Programaticamente, empregando princípios programáticos para ordenar sequencialmente a matéria de ensino, respeitando sua organização e lógica interna e planificando a realização de actividades práticas (p.42)

Em termos substantivos, os autores pretendem clarificar que para facilitar a aprendizagem significativa do aluno, deve-se dar atenção ao conteúdo, fazendo uma análise prévia daquilo que se vai ensinar, seleccionar o essencial e usar uma sequência mais adequada para facilitar a interacção com o conhecimento prévio do aluno.

No que tange à estrutura cognitiva do aluno, Moreira (2011) sugere que “a condição básica para a aprendizagem significativa é a disponibilidade de subsunçores. No caso de estes não existirem a principal estratégia para manipular a estrutura cognitiva do aluno é a dos organizadores prévios” (p.40).

Silva e Schirlo (2014) destacam que a aprendizagem significativa pode ser dividida em três fases, estabelecendo uma estrutura hierárquica que integra a estrutura cognitiva:

- Na primeira fase, existe o uso dos organizadores prévios como maneira de manipular a estrutura cognitiva. Esses organizadores prévios podem ser apresentados na forma de texto, filmes, esquemas, desenhos, fotos, perguntas, mapas de conceitos, entre outros.
- Na segunda fase, a Teoria de Ausubel sugere que o material seja habilmente significativo, a fim de que o educando estabeleça relação com o novo material, de maneira substantiva e não arbitrária à sua estrutura cognitiva.
- A terceira fase da teoria enfatiza que através da integração entre os novos conhecimentos e os subsunções existentes na estrutura cognitiva do educando, os saberes são remodelados ou ressignificados e tornarão mais importantes actuando como subsunções ou conhecimentos prévios, dando significado ao estudo de novos conceitos (p.39).

Para pesquisadores como Sousa, Silvano e Lima (2018) os organizadores prévios são informações e recursos introdutórios que servem como pontes cognitivas entre o conhecimento que o aluno já traz e o que deverá saber, com o intuito que o novo conhecimento possa ser aprendido de forma significativa. Isto é, a organização de materiais introdutórios deverá ser antes de o novo conceito ser aprendido, de forma que esses organizadores prévios sirvam de âncora para a nova aprendizagem e desenvolva conceitos subsunções que facilitem a aprendizagem subsequente.

No que refere à facilitação programática da aprendizagem significativa, Moreira (2011) refere que Ausubel propõe quatro princípios programáticos de conteúdos: diferenciação progressiva, reconciliação integrativa, organização sequencial e consolidação.

Para Moreira (2002, p.5), “a diferenciação progressiva é o processo de atribuição de novos significados a um dado subsunção, podendo ser uma proposição, resultante da sucessiva utilização desse subsunção para dar significado a novos conhecimentos”

Ao programarem-se conteúdos a serem ensinados, deve-se ter em conta o princípio de diferenciação progressiva, partindo das ideias e conceitos mais gerais e mais inclusivos, pertencentes aos conteúdos da disciplina, apresentando-os logo no início das actividades pedagógicas, para depois, estes conceitos serem progressivamente diferenciados em detalhes e em suas particularidades (Moreira & Masini, 2006).

Sobre reconciliação integradora, Moreira (2002) define como sendo “um processo da dinâmica da estrutura cognitiva, simultâneo ao da diferenciação progressiva, que

consiste em eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências, integrar significados, fazer super ordenações” (p.6).

Para Moreira (2011), “a organização sequencial como princípio a ser observado na programação dos conteúdos para fins instrucionais, consiste em sequenciar os tópicos, ou unidades de estudo, de maneira tão coerente quanto possível com as relações de dependência naturalmente existentes na matéria de ensino” (p.42).

O princípio de consolidação de acordo com o mesmo autor é aquele segundo o qual se insistindo no domínio do que está sendo estudado, antes que novos materiais sejam introduzidos, assegura-se continua prontidão na matéria de ensino e alta probabilidade de êxito na aprendizagem sequenciada organizada (p.42).

Ainda para se garantir uma aprendizagem significativa nos ideais de Ausubel, Gonçalves (2007) sugere uma organização do processo de ensino-aprendizagem conforme nos mostra a Tabela 3.1.

Tabela3. 1: Organização do processo de ensino-aprendizagem

Os três momentos de ensino (para favorecer a recepção cognitiva)	Explicitação
Apresentação dos organizadores prévios	Material introdutório, genérico, inclusivo, relacionar o conhecimento prévio com o novo material de aprendizagem.
Apresentação de materiais de ensino potencialmente significativos	Exposições, discussões, experiências, filmes, leituras, - manter a atenção e explicitar os conteúdos, apresentando relações lógicas.
Reforço da organização cognitiva	Consolidar, na estrutura cognitiva do aluno o novo material aprendido.
3. 1 Promoção da reconciliação integrativa. O professor leva o aluno a relacionar as novas ideias com os conteúdos já dominados: - Pedindo sumários - Relembrando ideias - Perguntando diferenças	
3.2 Promoção da aprendizagem por recepção significativa. O professor leva o aluno a envolver-se activamente na aprendizagem: - Pedindo-lhe que relacione a matéria com o que já sabia - Pedindo exemplos adicionais - Pedindo verbalizações próprias...	

3.3 Provocação de uma atitude crítica face aos conteúdos escolares. O professor suscita o raciocínio crítico:

- Pedindo que sejam identificados pressupostos subjacentes ao material de aprendizagem
- Pedindo que sejam avaliadas as contradições entre esses pressupostos

3.4 Clarificação. O professor ajuda o aluno a esclarecer o significado dos novos materiais:

- Prestando informações adicionais
- Apresentando a informação por outras palavras
- Aplicando as ideias a novos problemas e exemplos

Fonte: Gonçalves (2007, p.112)

Nesta tabela, mostra-se que o primeiro momento é o da apresentação e discussão dos organizadores prévios. Este momento caracteriza-se pela exploração das concepções alternativas dos alunos, em particular às concepções alternativas relacionadas com o conteúdo a ser mediado. Pode-se usar como estratégia a colocação de perguntas.

O segundo momento, o de apresentação dos materiais potencialmente significativos, caracteriza-se pela apresentação de exposições ou actividades experimentais onde eles são confrontados com uma nova realidade, procurando dar explicações ao fenómeno observado ou à questão colocada a partir dos conhecimentos prévios.

O terceiro momento, o de reforço da organização cognitiva, na visão de Gonçalves (2007), caracteriza-se por duas fases. Na primeira fase, o professor orienta os alunos para provocação de uma atitude crítica face aos conteúdos. Pode ser concretizada através da realização da actividade experimental e explicação do fenómeno observado e comparar com as respostas anteriormente formuladas pelos alunos com seus conhecimentos prévios (suas hipóteses). Na segunda fase do terceiro momento, o professor ajuda os alunos a esclarecer o significado dos novos materiais, consolidando os conteúdos mediados. Esta fase pode ser concretizada através de um mapa de conceitos em que os alunos são solicitados a produzir individualmente ou em grupo e a posterior, o professor usando a estratégia de elaboração conjunta, orienta a produção do mapa de conceitos modelo (correção da actividade).

3.3. Algumas estratégias de desenvolvimento conceptual no processo de ensino-aprendizagem da Física

O processo de ensino-aprendizagem pode ser visto como uma forma de ajudar os alunos a desvendar “fios” individuais de crença, classificá-los e, em seguida, tecê-los em um “tecido” de entendimento mais completo. Ao invés de negar a relevância de uma crença, os professores podem fazer melhor, ajudando os alunos a diferenciar suas ideias

actuais e integrá-las em crenças conceptuais científicas (Bransford, Brown & Cocking, 2000).

Nas últimas décadas, são várias as pesquisas desenvolvidas para melhorar a mediação dos conteúdos no ensino de ciências naturais. Contudo, os processos didácticos-metodológicos são dinâmicos, daí que até aos dias de hoje, os debates continuam alimentando várias pesquisas sobre estratégias eficazes no combate às concepções alternativas através do desenvolvimento conceptual aceitável.

Pesquisadores como Farias e Bandeira (2009), Nunes, Ferraz e Justina (2002), Bozelli e Nardi (2008), Mayo (2001), Martins, Linhares e Reis (2009), Sacate (2004), Catelani e Rinaldi (2018) e Pereira (2010) recomendam como estratégias eficazes para o ensino-aprendizagem de ciências naturais, em particular para o ensino de Física, o uso de analogias, do conflito cognitivo, de mapas conceptuais, de actividades experimentais, método de resolução de problemas, entre outros. Nas subsecções seguintes, discutem-se analogias, mapas conceptuais, conflito cognitivo, actividades experimentais e método de resolução de problemas.

3.3.1. Uso de analogias no ensino de Física.

Uma das estratégias recomendadas para promover o desenvolvimento conceptual é o uso de analogias.

De acordo com Nunes, Ferraz e Justina (2002, p.2), “as analogias consistem na aproximação de dois domínios heterogéneos, ou seja, um domínio menos familiar (conceito científico a ser esclarecido), chamado de alvo, é tornado compreensível por semelhança com um domínio mais familiar, que é chamado análogo”.

Normalmente, os professores eficazes têm contado com analogias para introduzir novos conceitos para os seus alunos. Pronunciar termos como: “do mesmo modo”, “da mesma forma” ou “assim como” e outras expressões semelhantes, os professores usam involuntariamente analogia nas suas explicações e nos seus planos de aulas (Mayo, 2001).

De que forma a analogia pode ser vista como uma estratégia para que haja uma aprendizagem significativa?

Bozelli e Nardi (2008) sugerem que:

A estratégia analógica de instrução consiste em uma modalidade de explicação, onde a introdução de novos conhecimentos por parte de quem ensina se realiza a partir do estabelecimento explícito de uma analogia com um domínio de conhecimento mais familiar e melhor organizado, que serve como um marco referencial para compreender a nova informação, captar a estrutura e integrá-la de forma significativa na estrutura cognitiva (p.3).

Para o desenvolvimento de analogia, conforme está afirmando acima, Teixeira (2010, p.18), sugere que se deve obedecer aos seguintes passos:

1. Introduzir o assunto alvo;
2. Sugerir o análogo, que seja um assunto próximo dos alunos;
3. Identificar as características relevantes do análogo;
4. Mapear as similaridades entre os dois domínios;
5. Indicar onde a analogia falha;
6. Esboçar conclusões sobre o assunto alvo (p.18).

Uma análise comparativa permite ver que as ideias de Bozelli e Nardi (2008) coincidem com as de Teixeira (2018) sobre a caracterização do método de analogia. Bozelli e Nardi (2008) defendem que a estratégia deve ser implementada pela introdução de conhecimentos a partir de analogia com um domínio de conhecimento mais familiar e organizado. Já na perspectiva de Teixeira (2018), esta fase engloba a sugestão de conteúdos análogos que sejam mais próximos aos alunos e a identificação das características relevantes do análogo.

A segunda etapa da caracterização defendida por Bozelli e Nardi (2008) diz respeito a captação da estrutura da nova informação e sua integração de forma significativa na estrutura cognitiva do aluno. Esta etapa coincide com o mapeamento das similaridades entre os dois domínios e a indicação das diferenças (falhas), defendidas por Teixeira (2018).

De acordo com Mayo (2001), a aprendizagem significativa de Ausubel envolve a integração de novos conhecimentos com os conhecimentos já existentes no aprendente. Usando a analogia, consegue-se que a partir de conceitos já conhecidos pelo aluno, sejam incorporados novos conceitos na sua estrutura cognitiva.

3.3.2. Uso de mapas de conceitos no ensino de Física.

O mapa conceitual é uma estrutura esquemática para representar um conjunto de conceitos imersos numa rede de proposições. Ele é considerado como um estruturador do conhecimento, na medida em que permite mostrar como o conhecimento sobre determinado assunto está organizado na estrutura cognitiva de seu autor, que assim pode visualizar e analisar a sua profundidade e extensão (Tavares, 2017).

De acordo com Júnior, Célio, Nogueira, Martins, Freitas e Sousa (2007), os mapas conceituais foram desenvolvidos em 1972, dentro do programa de pesquisa realizado por Novak, na Universidade de Cornell, no qual ele buscou acompanhar e entender as mudanças na maneira como as crianças compreendem a ciência. Os mapas conceituais são ferramentas gráficas para a organização e representação do conhecimento.

Graficamente, os mapas de conceitos incluem conceitos, geralmente dentro de círculos ou quadros de alguma espécie, e relações entre conceitos, que são indicados por linhas que os interliga. As palavras sobre essas linhas, que são palavras ou frases de ligação, especificam os relacionamentos entre dois conceitos (Júnior *et. al*, 2007).

Dada a sua flexibilidade para uso em vários materiais, Rodrigues e Barni (2009, p.7) afirma que “Mapa de conceitos ou Mapeamento conceptual é uma técnica muito flexível e em razão disso pode ser usado em diversas situações, para diferentes finalidades: instrumento de análise de currículo, técnicas didáticas, recursos de aprendizagem, meio de avaliação”.

Ainda sobre a função de mapas conceituais, na perspectiva de Mariott e Torres (2006, p.177), “o mapeamento conceptual é uma técnica que estabelece relações entre conceitos e sistematiza a aprendizagem significativa”.

De acordo com Martins, Linhares e Reis, (2009):

A estratégia de mapas conceituais tem sua origem na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e enfatiza conceitos e relações entre conceitos à luz dos princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa. O seu uso busca identificar na estrutura cognitiva do aluno, a organização e a estruturação dos conceitos da matéria de ensino, ou seja, facilitar o processo de organização e estruturação das ideias ou conceitos ensinados, podendo fornecer informações que podem servir de *feedback* para o ensino e o currículo, (p.4).

Para estes pesquisadores, dois princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel norteiam a análise dos mapas conceituais: a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa, conceitos já discutidos na subsecção 3.2.2.

Construção de Mapa de Conceitos

A construção de mapas conceituais considera uma estruturação hierárquica dos conceitos que são apresentados tanto através de uma diferenciação progressiva quanto de uma reconciliação integrativa (Tavares, 2017)

Novak e Cañas (2010, p.16) enfatizam que para que a construção dos mapas conceituais na sala de aula possa auxiliar o professor a compreender que relações os seus alunos são capazes de fazer sobre os conteúdos estudados, sugere-se o seguinte roteiro:

1. Iniciar com uma área de conhecimento que seja bastante familiar aos alunos que irão elaborar o mapa conceitual;
2. Criar um contexto (texto, actividade, problema, imagem, filme, etc.) no qual se possa estabelecer a questão focal, ou seja, o conteúdo que se pretende explorar;
3. Identificar conceitos-chave que se aplicam a esse domínio. O ideal é que se escreva entre quinze a vinte e cinco conceitos – do mais geral e inclusivo para o mais específico e menos geral;
4. Elaborar um mapa conceitual preliminar. Os conceitos listados anteriormente podem, ou não, serem todos utilizados e uma sugestão é escrevê-los em *post-it*;
5. Rever o mapa preliminar (o que envolve adicionar e/ou suprimir conceitos);
6. Buscar ligações cruzadas, isto é, identificarem o modo como se relacionam todos os conceitos;
7. Estabelecer palavras que interliguem conceitos;
8. Identificar e escolher as ligações cruzadas mais evidentes e úteis;
9. Finalizar o mapa posicionando os conceitos com clareza em uma estrutura estética para apresentação final (p.16).

É importante destacar que não existe um “mapa certo”, um “modelo” ou “base” para construção de qualquer mapa conceitual, pois cada um dos mapas construídos na sala de aula no contexto dessa proposta deve ser interpretado como uma das muitas possíveis representações de um conceito.

Após as interferências, análises, descrições, sínteses de actividades experimentais e produção de novos mapas conceituais, pode-se confrontar o conhecimento considerado como prévio ou espontâneo, com o conhecimento científico apropriado construído no decorrer das aulas que resultaram da construção inicial, ao se proceder a análise dos mapas (Novak & Cañas, 2010, p.10)

Abaixo, a figura 3.1 serve como exemplo de um “mapa conceptual” que explicita a construção de um mapa conceptual:

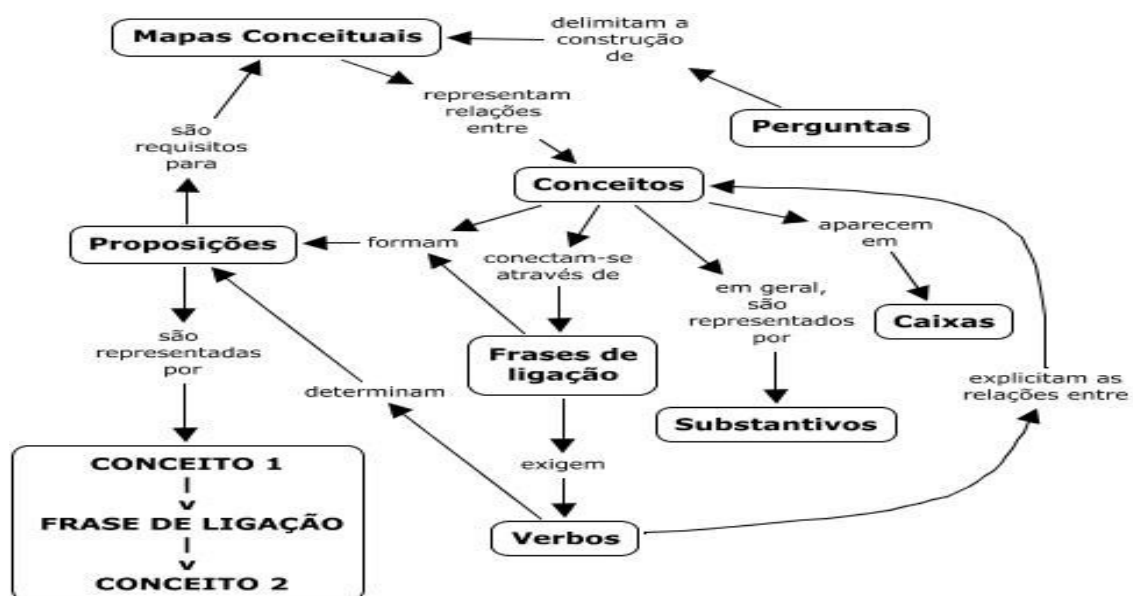


Figura 3. 1. Mapa conceptual sobre numa disciplina

A Figura 3.1 é um exemplo de um mapa de conceitos construído para explicar o conceito

Fonte: (Novak & Cañas, 2010, p.10)

de “mapa conceptual”.

3.3.3. Uso de conflito cognitivo no ensino de Física.

Quando o aluno se depara com uma situação nova, tentará, inicialmente, utilizar seus esquemas para explicar a situação. Quando percebe que nesta nova situação, seus esquemas não são suficientes para explicar evidências observáveis, este aluno entra em conflito cognitivo (Lourenço & Palmas, 2005).

De acordo com Sacate (2004, p.5), na estratégia conflito cognitivo, “o aluno é submetido a uma situação em que as suas ideias prévias sobre determinado fenómeno são colocadas em conflito com factos observáveis, isto é, as suas concepções alternativas são contrariadas por resultados experimentais científicos”.

O conflito cognitivo é uma estratégia usada no ensino de ciências naturais, em particular, no ensino de Física, onde o aluno é confrontado com uma situação ou fenómeno em que a explicação que ele tem sobre o facto não é suficiente ou é contraditória, provocando um desequilíbrio na sua estrutura cognitiva. Este desequilíbrio estimula a motivação intrínseca do aluno para receber a explicação exacta do fenómeno ou situação

apresentada. Silva (1995, p.211) sustenta que “é o desequilíbrio que produz a motivação necessária para o sujeito buscar o conhecimento capaz de promover o retorno à sua condição de equilíbrio anterior”.

O conflito cognitivo cria condições para que o aluno apresente suas concepções alternativas, condição, esta que servirá para acomodar novos conhecimentos no aprendente.

Como utilizar o conflito cognitivo na sala de aulas

Existem muitos elementos que podem nortear uma acção docente construtivista, sendo um destes elementos um que diz respeito a uma prática educativa que se baseia na geração de conflitos cognitivos (Lourenço & Palma, 2005).

Para que o professor seja mediador de ensino-aprendizagem usando o conflito cognitivo, deve, em primeiro lugar, conhecer os factores que exercem influência no aprendente no processo de construção do conhecimento.

Na mediação de conceitos físicos, o professor pode iniciar a aula através de questionamento aos alunos sobre a explicação que eles têm sobre o conceito a ser discutido.

Lourenço e Palma (2005) sugerem que, nesta fase, o aluno, ao deparar-se com uma situação nova, tentará, inicialmente, utilizar seus esquemas para dar conta de solucionar a situação.

Após a explicação dada pelos alunos, o professor pode realizar uma experiência em que os resultados irão contradizer as respostas dadas pelos alunos ou ainda trazerem outras situações em que os alunos não estarão à altura de dar a explicação científica.

Nesta fase, quando o aluno percebe que nesta nova situação, seus esquemas não são suficientes para solucionar o problema, este sujeito entra em conflito cognitivo. Este conflito cognitivo gera um desequilíbrio cognitivo, o qual mobilizará o aluno na busca por novas respostas, com o propósito de solucionar a questão (Lourenço & Palma, 2005).

Por exemplo, numa aula sobre estudo do tema “equilíbrio térmico”, o professor pode iniciar a aula com duas colheres com mesmas características, mas feitas de material diferente (alumínio e madeira). Questionando aos alunos sobre a temperatura das duas colheres, provavelmente maior parte dos alunos responderá que a colher de alumínio tem menor temperatura do que a colher de madeira. Se forem solicitados a medir a temperatura

das duas colheres e verificarem que possuem a mesma temperatura, esta situação colocará os alunos em conflito cognitivo.

Através da mediação do professor, para explicar que a temperatura de um corpo não depende somente da natureza do material e, como as duas colheres estão no mesmo meio ambiente, estas estão em equilíbrio térmico com o meio ambiente, daí apresentarem a mesma temperatura, como defende Delval (2001).

Um novo esquema, melhor e mais elaborado, resultado de experimentação e análises conscientes e significativas, realizadas pelo sujeito aprendente, irá modificar os conhecimentos anteriores do sujeito aprendente, tornando-os melhores. Neste momento acontece a acomodação, o sujeito aprendente estabelece um novo equilíbrio cognitivo, resultante do processo de adaptação (Delval, 2001).

Dentro da teoria construtivista, as práticas pedagógicas podem criar situações que gerem os referidos conflitos cognitivos, os quais serão elementos perturbadores que mobilizarão o sujeito aprendente na busca pela construção do seu conhecimento, de maneira activa e consciente. O aluno é um ser activo, que precisa exercer uma acção sobre o objecto de aprendizagem. O professor é um mediador, no sentido de criar situações que possam se tornar perturbadoras e assim provocar a busca pelo conhecimento (Loureço & Palma, 2005).

3.3.4 Uso de Actividades experimentais na aprendizagem de Física

A aprendizagem da Física permite ao ser humano aceder a novas descobertas, daí justificar-se a necessidade de encontrar metodologias alternativas para melhorar o processo de ensino- aprendizagem (Gomes, Pinto & Filho, 2017).

Esta estratégia proporciona uma mudança de atitude passiva para a activa, tanto para o aprendente, quanto para o professor, pois o aprendente deixa de ser um mero observador das aulas e, passa a pensar, argumentar, a agir, a interferir e a questionar (Catelani & Rinaldi, 2018).

Para Pereira (2010, p.119), o uso das actividades experimentais como estratégia didáctica no processo de ensino-aprendizagem da Física deve seguir as seguintes etapas:

1. Proposta do problema ou limitação no conhecimento de algo de real importância;
2. Levantamento das hipóteses que servem de solução provável ao problema formulado;

3. Elaboração do plano de trabalho, ou seja, de como a experiência deve ser realizada;
4. Montagem do arranjo experimental e colecta de dados;
5. Análise de dados;
6. Conclusões (p.119).

De acordo com a mesma autora, o plano de trabalho deve conter: problema, objectivos, hipóteses e solução do problema (p.119).

A proposta de Pereira (2010) está contida nas ideias de Catelani e Rinaldi (2018), pois, ao colocar os alunos numa situação problema eles vão pensar na solução e de seguida vão argumentar as suas hipóteses em resposta à questão colocada. Colocando-lhes uma actividade experimental para testar as hipóteses por eles formuladas, eles terão oportunidade de agir e interferir ao manipular o equipamento experimental à sua disposição para a recolha de dados e sua análise. Se o resultado experimental não coincidir com as hipóteses colocadas, eles vão questionar e cabe ao professor orientar a eles na formulação das conclusões.

Ainda, a proposta de Pereira (2010) enquadra-se nos três momentos de ensino-aprendizagem para favorecer a recepção cognitiva defendida por Ausubel. O primeiro momento, caracterizado pela apresentação dos organizadores prévios na perspectiva de Gonçalves (2007), integra as primeiras duas actividades propostas por Pereira (2010), nomeadamente a problematização e a formulação das hipóteses. O segundo momento da sequência concebida por Gonçalves (2007) consiste na apresentação de matérias de ensino potencialmente significativo, incorpora actividades tais como apresentação do plano de realização da experiência (procedimentos) e a montagem e realização da experiência, propostas por Pereira (2010). Finalmente, o terceiro momento previsto por Gonçalves (2007), o reforço da actividade cognitiva, contempla a análise de dados e a formulação das conclusões, propostas pela Pereira (2010).

Os dois autores divergem apenas na última fase do terceiro momento da sequência do Gonçalves (2007). Para este pesquisador há que clarificar o significado dos novos materiais, prestando informação adicional, ou seja, necessidade de fazer a consolidação. Já na proposta de Pereira (2010), a consolidação dos conteúdos não está evidenciada.

De acordo com Alexander e Marin (2017, p.2), “no ensino de ciências, as actividades experimentais tem-se tornado uma ferramenta importante para envolver os alunos em experiências significativas e motivadoras da aprendizagem”.

Contudo, a realização de actividades experimentais na sala de aulas, por si só, não é suficiente para desempenhar o papel da ligação da teoria e a prática, como se tem verificado em algumas escolas moçambicanas. Estas devem ser planificadas de modo que sejam actividades potencialmente significativas.

As questões que se colocam são as seguintes: como trabalhar com actividades experimentais num contexto metodológico que visa valorizar as concepções alternativas dos alunos? Será que as actividades propostas vão promover um desenvolvimento conceptual nos alunos?

Portanto, segundo Leiria e Mataruco (2015):

Para Ausubel a actividade experimental sempre deve levar em consideração os conhecimentos existentes na estrutura cognitiva do indivíduo, onde o conhecimento científico se desenvolve por meio de trabalhos relacionados aos contextos históricos, culturais e sociais, fazendo com que os indivíduos consigam desenvolver a sua capacidade de raciocínio sem ter o objectivo de memorizar os conceitos e as fórmulas que lhe são abordados em sala (Leiria & Mataruco, 2015, p.324).

Assim, as aulas experimentais, quando pedagogicamente bem orientadas, e com boa interacção aluno-professor e aluno-aluno, de certa forma, simulam a experiência que o aluno adquire fora do ambiente escolar, enriquecem e fortalecem conhecimentos espontâneos que estão relacionados a tais actividades, auxiliando na aprendizagem e formação dos conceitos científicos (Moraes, 2013).

A actividade experimental permite ao aluno fazer questionamento sobre as leis, interage não só com o instrumento, mas também com os colegas e com o professor. É possível com a actividade experimental criar situações em que o aluno se depara com uma nova realidade, contrastando com o que ele já sabe (conhecimentos prévios) e com a ajuda do professor, neste caso o mediador, conseguir explicar o novo fenómeno, desenvolvendo segundo Vygotsky, novas capacidades no aluno, de zona de desenvolvimento real para zona de desenvolvimento potencial.

3.4 Considerações gerais em relação ao enquadramento teórico da Pesquisa

Nesta secção, o pesquisador apresenta, de forma resumida, as teorias que orientarão a pesquisa, os autores que lhe inspiram bem como os procedimentos técnicos que orientam a pesquisa.

A pesquisa é suportada pela teoria sociointeracionista de Levy Vigotsky e a teoria de aprendizagem significativa de Ausubel. Para a sua discussão, o pesquisador inspirou-se

fundamentalmente nos trabalhos de Mutimucuo (1998), Moreira (2011), Pereira (2010) e Gonçalves (2007) cuja convergência é no construtivismo.

Para a concretização da pesquisa, primeiro é feito um estudo diagnóstico das concepções alternativas dos alunos, tendo sido construídos um questionário para o estudo que serviu de pré-teste e de pós-teste. Os dois questionários foram construídos a partir dos questionários produzidos por Mutimucuo (1998). De seguida, fez-se um estudo bibliográfico com base na teoria que sustenta a pesquisa, que culminou com um desenho de uma estratégia didáctica-metodológica para intervenção na sala de aulas.

CAPITULO IV: METODOLOGIA DE PESQUISA

O capítulo IV está estruturado em quatro secções. Na secção 4.1 é apresentada a caracterização da pesquisa. Na secção 4.2 faz-se uma descrição da amostra. De seguida, na secção 4.3 faz referência aos instrumentos de recolha de dados, em particular a construção do instrumento primencial de recolha de dados. Finalmente na secção 4.4 faz-se a descrição das técnicas usadas na análise e interpretação de dados.

4.1. Caracterização da pesquisa

Quanto à natureza, esta pesquisa é de carácter teórico-empírico, aplicada à educação de ciências da natureza, especificamente ao ensino de Física.

Sobre pesquisa teórica, Praça (2015, p.75) sustenta que, “a pesquisa teorica é baseada em análise de determininada teoria, para embasamento”. Por sua vez, Zanolla (2012, p.35), sugere que uma pesquisa teórica é aquela que “permite articular conceitos e sistematizar a produção de uma determinada área de conhecimento”.

No caso concreto desta pesquisa, foram analisadas as teorias de David Ausubel sobre a Aprendizagem Significativa e a teoria de Sociointeracionista de Levy Vygotsky que serviram de enquadramento teórico, para além de contribuições teóricas de vários pesquisadores nela citados.

Ainda nesta pesquisa, o pesquisador fez articulação dos conceitos de calor, temperatura e, fez ainda, a sistematização das concepções alternativas mais comuns nos conceitos de calor, temperatura, direcção de transferência espontânea de calor e equilíbrio térmico.

Por outro lado, a pesquisa é de carácter empírico. Para Severino (2017), “na pesquisa empírica, o objecto é abordado em seu meio ambiente próprio. A colecta dos dados primários é feita nas condições naturais em que os fenómenos ocorrem, sendo assim directamente observados e recolhidos pelo pesquisador.” (p.90).

Nesta pesquisa, os dados empíricos recolhidos pelo pesquisador foram as respostas do pré-teste e pós-teste dos alunos, as respostas às entrevistas, antes e depois da intervenção didáctica.

Relativamente aos dados, a pesquisas é tanto qualitativa como quantitativa. Silva e Menezes (2005) afirmam que “pesquisa quantitativa considera que tudo pode ser

quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las. Requer o uso de recursos e de técnicas estatísticas” (p.20). Nesta abordagem, as respostas dos alunos sobre as perguntas de escolha múltipla foram traduzidas em números, frequências e percentagens para sua análise.

Por outro lado, a pesquisa é qualitativa. De acordo com Gerhardt e Silveira (2009, p.35), “neste tipo de pesquisa o ambiente natural é a fonte directa para colecta de dados não quantificáveis e o pesquisador é o instrumento-chave, sendo a interpretação dos fenómenos e a atribuição de significados elementos básicos no processo de pesquisa”. Para o caso em concreto, o pesquisador foi quem recolheu dados primários durante as entrevistas sobre suas opiniões acerca de conceitos de calor, temperatura, direcção de transferência espontânea de calor e equilíbrio térmico.

Quanto aos objectivos, a pesquisa é de carácter exploratório. Oliveira (2011, p.32) Sugere que a pesquisa exploratória “visa descobrir ideias e intuições, na tentativa de adquirir maior familiaridade com o fenómeno pesquisado e ainda tem como objectivo principal desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos”. Nesta pesquisa, ela assume o carácter exploratório porque visa ideias e intuições (concepções alternativas) dos alunos sobre os conceitos de calor, temperatura, direcção de transferência espontânea de calor e equilíbrio térmico.

Quanto aos procedimentos de recolha de dados, a pesquisa é bibliográfica e quase-experimental. Sobre pesquisa bibliográfica, Gerhardt e Silveira (2009), descrevem da forma seguinte:

A pesquisa bibliográfica é feita a partir do levantamento de referências teóricas já publicadas por meios escritos e electrónicos, como livros, artigos científicos, páginas de *web sites*. Qualquer trabalho científico inicia-se com uma pesquisa bibliográfica, que permite ao pesquisador conhecer o que já se estudou sobre o assunto (p.37).

Concretamente, nesta pesquisa, a pesquisa bibliográfica justificou-se pelo modo como foram recolhidos os dados relativos às concepções alternativas dos alunos nos conceitos de calor, temperatura, direcção de transferência espontânea de calor e equilíbrio térmico identificado por outros pesquisadores. Concretamente, recorreu-se a artigos, dissertações e teses publicadas para se ter acesso aos assuntos pesquisados e aos resultados disponíveis. Por outro lado, para além de ser bibliográfica, a pesquisa é quase experimental quanto ao procedimento de recolha de dados. De acordo com Zanolla (2012), a pesquisa experimental caracteriza-se por:

Envolver algum tipo de experiência, geralmente em laboratórios, onde o pesquisador trabalha com variáveis que são manipuladas por si, e variáveis dependentes. É o delineamento mais prestigiado nos meios científicos, principalmente nas ciências exactas e naturais, no qual o pesquisador interfere directamente no fenómeno que está sendo estudado por meio da manipulação e do controle das variáveis (p.37).

Em termos concretos, o pesquisador justifica a forma quase-experimental pelo facto de ter usado um grupo de controlo e um grupo experimental ao longo da pesquisa, ambos com as mesmas características quanto à média de idade, locais de residência e género, para além ter usado actividades experimentais para intervenção didáctica.

4.2 População e Amostra

A população do estudo foi constituída por todos os alunos da 9ª classe da Escola Secundária “25 de Junho” de Massinga e da Escola Secundária de Mabote, situadas nas zonas centro e norte da Província de Inhambane, respectivamente. Em 2018, período em que se desenvolveu o estudo, na Escola Secundária “25 de Junho” de Massinga funcionavam 19 (dezanove) turmas da 9ª classe. A população estudantil era de 1017 da 9ª classe distribuídos em dois turnos (manhã e tarde). E a Escola Secundária de Mabote funcionava com 1 (uma) turma da 9ª classe com 39 alunos.

4.2.1. Amostra do estudo piloto

A amostra do estudo piloto foi constituída por 33 (trinta e três) alunos, sendo 25 (vinte e cinco) da Escola Secundária “25 de Junho” de Massinga e 8 (oito) da Escola Secundária de Mabote, como mostra a tabela 4.1.

Tabela 4. 1: Amostra do estudo piloto

Proveniência	H	M	HM
Escola Secundária “25 de Junho de Massinga”	12	13	25
Escola Secundária de Mabote	3	5	8
Total	15	18	33

Nota: H – homem. M – Mulher. HM – homem e mulher

Dos 33 (trinta e três) alunos inqueridos no estudo piloto, 15 (quinze) são do género masculino e 18 (dezoito) do género feminino. A faixa etária está entre 13 (treze) e 17 (dezassete) anos de idade, sendo que todos não são repetentes.

Para a selecção dos 25 (vinte e cinco) alunos da Escola Secundária “25 de Junho” de Massinga, usou-se o procedimento de selecção aleatória simples. Para fazer a selecção aleatória simples, o pesquisador, a partir das 19 (dezanove) listas fornecidas pelo sector pedagógico da escola, para igual número de turmas, fez uma única lista obedecendo à ordem hierárquica da enumeração das turmas e excluindo os nomes com indicação de

desistência no 1º trimestre e 2º trimestre do ano lectivo. A lista definitiva ficou com 1017 (mil e cento dezassete) alunos enumerados de 1 (um) a 1017 (mil e cento dezassete).

Foi usado o *Microsoft Excel*, para gerar números aleatórios entre 1 (um) a 1017 (mil e cento dezassete), tendo sido gerado o primeiro número, o 5 (cinco) e com *mauzer* procurou-se completar os outros 25 (vinte e quatro), como exige a regra.

Na Escola Secundária de Mabote foi usado o mesmo procedimento para seleccionar os 8 (oito) alunos, a partir de um universo de 39 (trinta e nove) alunos provenientes da mesma turma, por sinal a única a funcionar em 2018.

4.2.2. Amostra do estudo principal

A amostra é não probabilística intencional proveniente de 2 (duas) turmas seleccionadas num universo de 19 turmas do curso diurno.

A amostragem não probabilística é aquela em que “a selecção dos elementos da população para compor a amostra depende, ao menos, em parte, do julgamento do pesquisador, não sendo possível, no entanto conhecer a probabilidade de certo elemento da população constituir a amostra” (Oliveira, 2001, p.21).

A amostragem é não probabilística intencional quando é composta por elementos seleccionados deliberadamente pelo investigador. A amostra assim escolhida pode não ser típica da população, mas é-o para o investigador. A escolha de indivíduos é feita não tanto pela representatividade, mas, por que eles podem prestar informações que o pesquisador necessita (Vieira, 2008).

Assim foram escolhidas as turmas 10 (dez) e 11 (onze) da Escola Secundária “25 de Junho” de Massinga por serem as únicas com características definidas no parágrafo anterior. As idades do grupo amostral estão entre 13 (treze) e 15 (quinze) anos, com uma média de idade de aproximadamente 14 (catorze) anos nos dois grupos, nomeadamente de controlo e experimental.

A tabela 4.2 mostra a composição das turmas experimental e de controlo.

Tabela 4. 2: Composição das turmas experimental e de controlo

Variáveis	Grupo experimental	Grupo de controlo
Idade média	14,2	14,3
Classe social	Média	Média
Raparigas	34	35
Rapazes	27	25
Repetentes	0	0
Metodo de ensino-aprendizagem	Construtivista	Tradicional

Na tabela 4.2 pode-se ver que o grupo experimental foi constituído por 61 (sessenta e um) alunos, sendo 27 (vinte e sete) do género masculino e 34 (trinta e quatro) do género feminino. Por sua vez, o grupo de controlo foi constituída por 60 (sessenta) alunos, sendo 24 (vinte e quatro) do género masculino e 36 (trinta e seis) do género feminino.

Estes números, em termos percentuais, representam no grupo experimental, 44.3% de rapazes e 55.7% de raparigas e, no grupo de controlo, 41.7% de rapazes e 58.3% de raparigas, que se pode assumir certo equilíbrio em termos de género. As outras variáveis como idade média, classe social e repetente estão equilibradas, havendo diferença apenas no método de ensino-aprendizagem empregue.

4.3 Instrumentos de recolha de dados

As técnicas de recolha de dados, segundo Severino (2017, p.15), “são procedimentos operacionais que servem de mediação prática para a realização da pesquisa”. Para a presente tese, o pesquisador usou o questionário (como principal instrumento), as entrevistas e questões-problemas como técnicas de recolha de dados.

4.3.1 Construção do questionário

As subsecções seguintes fazem a descrição da construção do questionário a partir do questionário do estudo piloto (APÊNDICE III) até ao questionário do estudo principal (APÊNDICE IV) assim como a análise da consistência e os procedimentos de validação do mesmo.

4.3.1.1 Questionário do estudo piloto

O questionário do estudo piloto foi composto por 7 (sete) perguntas, das quais 6 (seis) abertas e 1 (uma) fechada. Deste número, 6 (seis) foram obtidas do trabalho de Mutimucio (1998), concretamente as questões 2 (dois), 3 (três), 4 (quatro), 5 (cinco), 6 (seis) e 7 (sete) redigidas, respectivamente, da seguinte forma: 2) *define o que é calor*; 3) *escreva uma frase que contenha a palavra calor*; 4) *o que é temperatura?* 5) *escreva uma frase que contenha a palavra temperatura*; 6) *Considera dois cubos de gelo que inicialmente se encontram a temperaturas diferentes (um a -2.5°C e outro a -1.0°C), eles são colocados em contacto. O que é transferido entre os dois blocos?* e 7) *dois cubos feitos do mesmo material, inicialmente à mesma temperatura, mas de massas diferentes ficam durante muito tempo numa geleira, nessa situação, são retiradas e imediatamente*

colocados em contacto. Diz o que acontece entre as duas esferas. A pergunta número 1 (um) foi da autoria do pesquisador.

Em termos de conteúdo, está dividido em três secções, nomeadamente:

A primeira secção contém as perguntas 1 (um) cujo conteúdo é: *“escreve o significado de calor na sua língua materna,* a pergunta 2 (dois) cujo conteúdo é *define o que é calor* e a pergunta 3 (três) cujo conteúdo é *escreva uma frase que contenha a palavra calor.*

A segunda secção contém as perguntas 4 (quatro) cujo conteúdo é *o que é temperatura* e 5 (cinco) cujo conteúdo é *escreva uma frase que contenha a palavra temperatura.*

E, finalmente, a terceira secção contém as perguntas 6 (seis) cujo conteúdo é: *Considera dois cubos de gelo que inicialmente se encontram a temperaturas diferentes (um a -2.5°C e outro a -1.0°C), eles são colocados em contacto. O que é transferido entre os dois blocos?* e a pergunta 7 (sete) cujo conteúdo é: *dois cubos feitos do mesmo material, inicialmente à mesma temperatura, mas de massas diferentes ficam durante muito tempo numa geleira. A seguir, são retiradas e imediatamente colocados em contacto. Diz o que acontece entre os dois cubos.*

4.3.2 Construção de entrevistas Semi-estruturada aos alunos

Segundo Amado e Ferreira (2013, p.2), a entrevista “é um dos mais importantes instrumentos de compreensão dos seres humanos nas pesquisas científicas nas mais diversas áreas”. Segundo os autores, trata-se de um meio de transferência de informações, com interferências intencionais, abastado de nuances subjectivas e preciosas. Actualmente, são inúmeros os tipos, as formas e os fins a que se destinam as entrevistas.

Na presente pesquisa, o pesquisador recorreu à entrevista qualitativa semi-estruturada, caracterizada por perguntas abertas. Para Oliveira, Santos e Florência (2019, p.5), este tipo de instrumento “obedece um roteiro objectivado pelo investigador”.

A partir de um roteiro estruturado de questões, o pesquisador aplicou a entrevista nos dois grupos de experimental e de controlo que consistiu em colocação de perguntas frente a frente com alunos. Este procedimento foi filmado para análise e interpretação. As perguntas da entrevista estão sequenciadas conforme mostra o roteiro (APÊNDICE VI).

4.3.3 Resolução de tarefas num mini-teste

Para garantir melhor consistência na interpretação dos resultados da pesquisa, o pesquisador, 3 (três) meses depois (no mês de Outubro) da intervenção didáctica procurou reunir uma parte dos alunos envolvidos na pesquisa, para serem submetidos a questões-problemas envolvendo situações do quotidiano sobre conceitos de calor e temperatura, direcção de transferência de calor e equilíbrio térmico. As questões-problemas foram apresentadas de acordo com a sequência apresentada no apêndice (APÊNDICE VII).

4.4. Técnicas de análise e interpretação de dados

De acordo com Gil (1999), a análise de dados tem como objectivo organizar e sistematizar os dados de tal forma que possibilitem o fornecimento de respostas ao problema proposto para investigação. Já a interpretação de dados tem como objectivo a procura do sentido mais amplo das respostas, o que é feito mediante sua ligação a outros conhecimentos anteriormente obtidos.

Uma vez que a pesquisa é tanto qualitativa assim como quantitativa, a seguir são descritas as técnicas usadas para cada tipo de dados.

4.4.1. Técnicas usadas para análise e interpretação de dados qualitativos

De acordo com Teixeira (2003, p.192), “dentre as várias técnicas de análise de dados na pesquisa qualitativa, destaca-se: análise etnográfica, análise narrativa, análise fenomenológica, método comparativo constante, análise de conteúdo e indução analítica”.

O pesquisador para identificar as concepções alternativas e outras dificuldades dos alunos da 9ª da Escolas Secundária “25 de Junho” de Massinga, sobre os conceitos de calor, temperatura, direcção de transferência espontânea de calor e equilíbrio térmico, em resposta à questão número 1 (um) da pesquisa, optou pela técnica de análise de conteúdo.

Sobre esta técnica, Bardin (2009), descreve como sendo:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção ou recepção destas mensagens (p.44).

Nesta pesquisa, para as perguntas abertas, perguntas números 2 (dois), 3 (três), 4 (quatro), 5 (cinco), 6 (seis), 7 (sete), 8 (oito) e 12 (doze), criou-se categorias de análise em função do nível de elaboração de cada resposta do aluno. Assim sendo, criaram-se 4 (quatro) categorias (A, B, C e D), onde a categoria A representa o maior nível da

elaboração da resposta, ou seja, com concepção científica válida e as restantes categorias são os tipos de concepções alternativas e outras dificuldades conceptuais.

Tabela 4. 3: Descrição das respostas dos alunos nas perguntas abertas

Categorias	Exemplos
A	Exemplo 1 Exemplo 2 Exemplo 3
B	Exemplo 1 Exemplo 2 Exemplo 3
C	
D	

Nota. A tabela mostra a forma como foram agrupadas as respostas dos alunos nas perguntas abertas.

4.4.2. Técnicas usadas para análise e interpretação de dados quantitativos

Para análise e interpretação de dados referentes aos alunos da 9ª classe da Escola Secundárias “25 de Junho” de Massinga usam as concepções alternativas comparativamente aos conceitos de calor, temperatura, direcção de transferência espontânea de calor e equilíbrio térmico, usou-se o método comparativo.

Tabela 4. 4: Descrição das respostas dos alunos da 9ª classe

Opções	Descrição da opção	grupo Experimental		grupo de controle	
		Pré-teste	Pós-teste	Pré-teste	Pós-teste
A		X ₁ %	X' ₁ %	Y ₁ %	Y' ₁ %
B		X ₂ %	X' ₂ %	Y ₂ %	Y' ₂ %
C		X ₃ %	X' ₃ %	Y ₃ %	Y' ₃ %
D		X ₄ %	X' ₄ %	Y ₄ %	Y' ₄ %
Total					

Nota. A tabela mostra a técnica usada para análise e interpretação de dados do pré-teste e pós-teste do grupo experimental e do grupo de controlo, antes e após a intervenção didáctica

Além da tabela 4.4 e de modo avaliar a eficiência da estratégia usada na intervenção didáctica, para sua análise e interpretação de dados usaram-se os gráficos de barras e o teste *t de student*. O teste *t de student* usado é o de comparação de duas amostras independentes entre os grupos experimental e de controlo, e emparelhadas entre pré-teste e pós-teste das duas turmas, com um nível de significância de 5%.

Recorreu-se pela aplicação do teste *t de student*, tanto no pré-teste assim como no pós-teste porque a pesquisa envolvia dois grupos, o grupo experimental e de controlo, e, ainda, o pesquisador pretendia avaliar as diferenças das médias entre os dois grupos.

O teste *t de Student* ou simplesmente teste *t*, é um método usado para comparar as diferenças entre dois grupos em que sua distribuição é normal, ou seja, compara duas

médias e mostra se as diferenças entre as médias são significativas ou não. Em outras palavras, permite que o pesquisador avalie se essas diferenças ocorreram por acaso ou não (Alvarenga, 2018, p.3).

Dado que o tamanho da amostra em cada um dos grupos de pesquisa é superior a 30, não garantindo deste modo a normalidade, recorreu-se a um teste para verificar se as notas dos dois grupos de pesquisa cumprem a distribuição normal (APÊNDICE VIII).

Portanto, o resultado do teste mostra que as notas dos alunos cumprem uma distribuição normal, sendo este o requisito para a aplicação do teste *t de student*.

4.5 Limitações do estudo

Foi referido no capítulo III que a pesquisa é fundamentada pelas teorias de Vygotsky e Ausubel. Dado o longo lapso de tempo desde que Vygotsky e Ausubel fizeram as suas publicações sobre as suas teorias e o momento em que esta tese é escrita, o pesquisador dependeu essencialmente de obras secundárias para discutir o enquadramento teórico.

O tipo de amostra usado, a amostra intencional, não permite a generalização dos resultados da implementação da nova abordagem metodológica, uma vez que envolveu 121 alunos para um universo de 1014 da escola onde foi realizada a pesquisa. Contudo, constitui base para que pesquisas futuras sejam realizadas a partir desta pesquisa.

A pesquisa envolveu alunos falantes de três línguas maternas na zona sul, não foi possível envolver alunos falantes de todas as línguas maternas desta região, pese embora o pesquisador seja falante das outras línguas não citadas na pesquisa, como é o caso de ronga e changana.

Pesquisas realizadas em Moçambique são ainda poucas as publicadas sobre concepções alternativas. Em particular sobre a influência das línguas maternas Moçambicanas na concepção alternativa sobre o conceito calor, o pesquisador não encontrou na literatura. Existindo, são ainda poucas.

4.6 Considerações éticas

Antes da realização da pesquisa, solicitou-se autorização (ver APÊNDICE2) aos pais e encarregados de educação numa reunião dirigida pelos directores de turma através

de uma carta assinada pelo pesquisador. O pesquisador solicitou autorização (ver APÊNDICE1) ainda à direcção da escola através de uma carta formal.

Para garantir anonimato, as folhas de respostas foram codificadas. Os alunos responderam de livre e espontânea vontade, não tendo sido por conseguinte esforçados a responder às perguntas. A pesquisa decorreu no horário reservado às aulas de física.

Por outro lado, os dois grupos de pesquisa não tinham alunos que precisassem de necessidades educativas especiais.

CAPÍTULO V: ANÁLISE DA FIDEDIGNIDADE E VALIDADE DO QUESTIONÁRIO PARA IDENTIFICAÇÃO DAS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS DOS ALUNOS NOS CONCEITOS DE CALOR, TEMPERATURA, DIRECÇÃO DE TRANSFERÊNCIA ESPONTÂNEA DE CALOR E EQUILÍBRIO TÉRMICO.

O conteúdo desta secção é análise da fidedignidade e validade de um instrumento de pesquisa para a identificação das concepções alternativas dos alunos. A secção é constituída por três sub-secções, nomeadamente a sub-secção 5.1 onde se faz a contextualização da “medida em ciências psicométricas” e a definição dos conceitos de fidedignidade e validade, a sub-secção 5.2 onde são apresentadas as análises de fidedignidade e validade do instrumento de pesquisa, e por fim as considerações éticas da pesquisa

5.1 Breve resumo dos conceitos de medida em ciências psicossociais, fidedignidade e validade

5.1.1 A medida em ciências psicossociais

As medidas em ciências sociais encontram sua explicação na psicometria.

“Etimologicamente, a psicometria representa a teoria e a técnica de medida dos processos mentais, especialmente aplicada na área da Psicologia e da Educação. Ela se fundamenta na teoria da medida em ciências em geral” (Pasquali, 2009, p.993).

De um modo geral, a psicometria procura explicar o sentido que tem as respostas dadas pelos sujeitos a uma série de tarefas, tipicamente chamadas de itens.

Qualquer instrumento de medida, quando é usado requer antes ser verificado se está em condições de medir o que de facto se deseja medir. Por exemplo, ao pretender-se medir a corrente eléctrica num circuito através do multímetro, primeiro verifica-se a posição do cursor se está no amperímetro ou não, ou seja, se o campo marcado é o desejado ou não. Caso não se cumpra com este protocolo, pode-se ler algo no aparelho diferente do que pretende-se obter. Os questionários de pesquisa não fogem à regra. Eles também precisam de ser analisados, serem “calibrados” para terem a qualidade psicométrica desejada.

Para saber se o questionário está “calibrado” ou não, deve-se ter a certeza que o mesmo é fidedigno e válido.

5.1.2 Conceito de fidedignidade de um questionário

O termo fidedignidade refere-se à “capacidade que um teste tem de ser repetido aos mesmos indivíduos, em momentos diferentes, e produzir resultados idênticos” (Pasquali, 2009, p.98). Em outras palavras, “um instrumento é fidedigno se ele mede o traço latente em questão de forma consistente” (Colares, 2016, p.6).

Ainda sobre o mesmo conceito, Lima (2009), concordando com Pasquali (2008) e Colares (2016), explica que “pode-se dizer que um instrumento possui uma boa fidedignidade, quando este tem a capacidade de obter junto dos mesmos indivíduos, resultados semelhantes, em circunstâncias idênticas e em momentos diferentes” (p.21).

Resumindo, pode-se afirmar que um instrumento é fidedigno quando é confiável e consistente.

A determinação da fidedignidade de um questionário nas pesquisas em ciências de educação é feita pela análise da consistência interna do teste. Quando um pesquisador aplica um questionário, normalmente os escores obtidos em cada item é somado para compor um escore total para cada respondente (Nascimento & Gomes, 2007, p.59)

Especificamente, para pesquisas em ensino de ciências, Silveira, Moreira e Axt (1989), recomendam que para o cálculo de homogeneidade das componentes que compõem o escore total de um questionário e a determinação da consistência interna dos itens, sejam calculados os valores dos coeficientes alfa de Combrach e beta de Silveira.

5.1.3 Análise da fidedignidade do questionário do estudo principal

Sobre a fidedignidade do instrumento de pesquisa, Almeida, Santos e Costa (2010) e Silveira, Moreira e Axt (1996), sugerem que o alfa de Cronbach e a beta de Silveira devem estar próximos de 0,7 numa escala de 0 a 1.

A Tabela 5.1 mostra os valores dos coeficientes alfa e beta para análise da fidedignidade.

Tabela 5. 1: características do escore total do teste

	<i>Média do Escore Total</i>	<i>Desvio Padrão do Escore Total</i>	<i>Coeficiente α</i>	<i>Coeficiente β</i>
Teste com 15 Perguntas	7,73	3,05	0,626	0,498

Nota. A tabela mostra os valores obtidos para os coeficientes alfa de Cronbach

A tabela 5.1 mostra os parâmetros α (alfa) com 0.626 e β (beta) com 0.498 para avaliação da fidedignidade total, que é satisfatório, pese embora o coeficiente β esteja na mediana. De acordo com os critérios, nestas condições o instrumento é considerado fidedigno.

5.1.3 Conceito de validade de um questionário de pesquisa

Por outro lado, a validade de um instrumento de medida, consiste em saber se esse mesmo instrumento “mede efectivamente aquilo que queremos medir, tudo o que queremos medir, e nada mais do que aquilo que queremos medir” (Lima, 2009, p.8).

Para Harres (1993, p.223), “a validade da construção de um escore total num teste de pesquisa de concepções alternativas deve ser verificada pelo cálculo do coeficiente de correlação entre cada *item* e o escore total”.

Por outro lado, Brasil, Oliveira, Tassiguy e Pompeu (2015), “o estudo piloto serve para averiguar se mede o que se almeja medir, ou seja, se o instrumento é válido” (p.11).

Em suma, quando se fala de validar um instrumento, deve-se avaliar se o instrumento tem a precisão desejada ou não.

5.2 Análise da validade

A validação do questionário seguiu dois procedimentos, nomeadamente o refinamento do questionário principal a partir do estudo piloto (secção 5.2.1) e a análise da consistência interna (secção 5.2.2).

5.2.1 Refinamento do questionário usado no estudo principal

O questionário usado no estudo principal (APÊNDICE V) foi construído a partir das respostas dos alunos no estudo piloto.

O novo instrumento foi composto por 15 (quinze) perguntas enumeradas de 1 a 13 dado que a pergunta 7 (sete) tinha 3 itens (7.1, 7.2 e 7.3). Foram retiradas da literatura, do trabalho de Mutimucuio (1998), 6 (seis) e 9 (nove) de autoria própria.

As perguntas retiradas do trabalho de Mutimucuio (1998) são as designadas pelos números 2 (dois), 3 (três), 4 (quatro), 5 (cinco), 6 (seis) e 8 (oito), cujo conteúdo é respectivamente: 2) *Define o que é calor;* 3) *Escreva uma frase que contenha a palavra calor;* 4) *O que é temperatura?* 5) *escreva uma frase que contenha a palavra temperatura;* 6) *Considera dois cubos de gelo que inicialmente se encontram a temperaturas diferentes (um a -2.5°C e outro a -1.0°C), eles são colocados em contacto. O que é transferido entre os dois blocos.* 8) *dois cubos feitos do mesmo material, inicialmente à mesma temperatura, mas de massas diferentes ficam durante muito tempo numa geleira. Nessa situação, são retiradas e imediatamente colocadas em contacto. Diz o que acontece entre os dois cubos?*

Da autoria do autor são as perguntas com números 1 (um), 7.1 (sete ponto um), 7.2 (sete ponto dois), 7.3 (sete ponto três), 9 (nove), 10 (dez), 11 (onze), 12 (doze) e 13 (treze), cujo conteúdo é: 1) *Escreve o significado de calor na sua língua materna;* 7.1) *Na figura abaixo tens um bloco metálico inicialmente a 25°C e um calorímetro contendo água a 20°C . De seguida, o bloco metálico A é introduzido no calorímetro. O que é transferido entre o bloco metálico A e a água no calorímetro?* 7.2) *Em que sentido é transferido o que respondeste em 7.1?* 7.3) *Quando é que pára o fenómeno que tu mencionaste em 7.1?* 9) *Tens água num recipiente, inicialmente a 40°C . Nela mergulha-se um bloco metálico de 20kg de massa inicialmente a 60°C , como mostra a figura abaixo: Qual será a temperatura final do conjunto (bloco metálico+ água)? Justifica a tua resposta;* 10) *Na figura abaixo tens água num recipiente, inicialmente a 30°C . Nela mergulha-se um objecto metálico inicialmente a 60°C Observa as figuras e diga (assinale com um X), qual dos três casos ilustra melhor a direcção/sentido espontâneo de transferência de calor?* 11) *O mesmo recipiente agora contém água a -4°C e um cubo de gelo a -1°C ;* 12) *A figura mostra uma chávena com chá quente deixado sobre uma mesa, numa sala. O que é que acontecerá ao chá depois de algum tempo (assinale com X);* 13) *Supõe que um bloco de*

alumínio de 1kg de massa a 20°C de temperatura é metido em 1 litro de água a 40 °C temperatura. Qual será a temperatura final da mistura?

No instrumento reformulado, a pergunta número 3 (três) do estudo piloto que pedia para o aluno escrever uma frase contendo a palavra calor foi reformulada. No novo instrumento, pede-se para o aluno descrever um fenómeno do quotidiano que contenha a palavra calor. Aqui trocou-se o termo “escrever uma frase” pelo termo “descrever um fenómeno do quotidiano”. Mesmas alterações em relação à formulação foram feitas em relação ao conceito de temperatura na pergunta 5 (cinco). Está reformulação deveu-se pelo facto de o pesquisador ter percebido através das respostas dos alunos que a pergunta era ambígua, pois, ao se pedir uma frase contendo a palavra calor ou temperatura, alguns alunos responderam com a definição de calor ou temperatura, fora das expectativas do pesquisador.

Foi reformulada a pergunta 7 (sete) do estudo piloto cujo conteúdo era *“Dois cubos feitos do mesmo material (metal), inicialmente à mesma temperatura, mas de massas diferentes ficam durante muito tempo numa geleira. Nessa situação, são retiradas e imediatamente colocados em contacto. Diz o que acontece entre as duas esperas”*, por esta ter se revelado incoerente com as demais perguntas, dado o coeficiente de correlação entre esta pergunta e o escore total ter revelado muito baixo, 0.294. (tabela 4.10). A nova formulação é: *“Dois cubos feitos do mesmo material (metal), inicialmente à mesma temperatura, mas de massas diferentes ficam durante muito tempo numa geleira. A seguir, são retiradas e imediatamente colocados em contacto. Diz o que acontece entre os dois cubos”*. Foram alterados os termos “Nessa Situação” pelo termo “a seguir” e a expressão “diz o que acontece entre as duas esferas” pela expressão “diz o que acontece entre os dois cubos”.

5.2.2 Análise da consistência do questionário

Para a análise da consistência interna no questionário do estudo principal, as perguntas foram agrupadas em três secções. A secção I que contém perguntas relacionadas com o conceito de calor, a secção II com perguntas relacionadas com o conceito de temperatura e a secção III com perguntas relacionadas aos conceitos de equilíbrio térmico e direcção de transferência espontânea de calor.

Os escores brutos foram quantificados usando o mesmo critério do questionário do estudo piloto (APÊNDICE III), ou seja, foi atribuído 1 (um) para a resposta correcta ou

com concepção científica e 0 (zero) para com manifestação da concepção alternativa e outra dificuldade conceptual.

A tabela 5.2 mostra a distribuição das respostas do questionário do estudo principal em cada item, a percentagem de respostas correctas e o coeficiente de correlação *iten*-total administrado a 121 (cento e vinte e um) alunos.

Tabela 5.2: Análise da consistência interna baseada nas respostas dos alunos do estudo principal (n =121)

Questões	Opções de respostas						P	r _{IT}
	A	B	C	D	E	om		
Secção I								
1	121	0	0	0	0	0	100.0	-
2.	6*	79	18	8	5	5	5.0	0.578
3.	14*	80	4	2	19	3	11.6	0.657
Secção II								
4.	11*	30	45	20	4	11	9.1	0.650
5.	115*	2	1	3	0	0	95.0	0.372
6.	66*	25	9	10	10	2	54.5	0.655
7.1	78*	12	5	6	10	10	64.5	0.633
Secção III								
7.2	91*	2	10	9	9	-	75.2	0.566
7.3	112*	2	3	2	2	-	92.6	0.415
8.	8*	33	45	24	11	-	6.6	0.624
9.	7*	57	43	3	11	-	5.8	0.606
10.	37*	37	42	4	1		30.8	0.681
11.	6*	37	40	23	15		5.0	0.578
12.	29*	53	39	0	0		24.0	0.682
13.	5	1	114*	0	1		94.2	0.394

Nota. *número de acertos; om-omissões; P-percentagem de acertos; r_{IT}- Coeficiente de correlação iten-total

Analisando a tabela 5.2, na secção I, cujo conteúdo das perguntas é sobre o conceito de calor, nota-se que a pergunta 1 (um) cujo conteúdo é “*escreve o significado de calor na tua língua materna*” apresenta um coeficiente de correlação iten-total zero (0.0). Esta inconsistência pode ser interpretada pelo facto de as línguas maternas dos alunos serem variáveis independentes uma da outra e, ainda o tipo de língua ser independente do conhecimento sobre o conceito de calor.

A pergunta 2 (dois) cujo conteúdo é “Define o que é calor” apresenta um coeficiente de correlação *iten*- total de 0.578, o que revela muita consistência com as demais questões.

Por outro lado, a pergunta 3 (três) cujo conteúdo é “*descreva um fenómeno do quotidiano que contenha a palavra calor*” apresenta um valor de coeficiente *iten- total* de 0.657, também aceitável. Importa referir que esta questão foi reformulada por ter tido no estudo piloto um coeficiente de correlação *iten- total* baixo, 0.392 (tabela 4.10), o que mostra que a reformulação da questão melhorou a percepção dos alunos sobre a mesma.

Na secção II, a pergunta 4 (quatro) cujo conteúdo é “*o que é temperatura?*” apresenta um coeficiente de correlação *iten-total* alto na ordem de 0.650, o que mostra uma consistência entre a questão e as outras do questionário.

A pergunta 5 (cinco), que têm como conteúdo o seguinte: “*descreva um fenómeno do quotidiano contendo a palavra temperatura*”, apresenta um coeficiente de correlação *iten- total* de 0.372, ainda baixo. De referir que no estudo piloto o valor de coeficiente de correlação *iten-total* foi de 0.632. Esta redução mostra que a probabilidade de um aluno acertar esta pergunta e as restantes é baixa. Apesar de mostrar alguma consistência, o valor indica que alguns alunos conseguem empregar correctamente o termo “temperatura” na linguagem corrente, pese embora tenham dificuldades de explicar o seu significado.

A pergunta 6 (seis) cujo conteúdo é “*considera dois cubos de gelo que inicialmente se encontram a temperaturas diferentes (-2.5° C e -1.5° C). Eles são colocados em contacto. O que é transferido entre os dois blocos de gelo?*” tem um coeficiente *iten- total* de 0.655, o que mostra muita consistência com as questões do questionário.

A pergunta 7.1 (sete, ponto, um) cujo conteúdo é “*tens um bloco metálico inicialmente a 25° C e um calorímetro contendo água a 20°. De seguida, o bloco metálico A é introduzido no calorímetro, de acordo com a figura a seguir: O que é transferido entre o bloco metálico A e a água no calorímetro?*” tem um coeficiente *iten-total* também acima da média, ou seja, 0.633, que significa haver coerência entre a questão e as outras do questionário.

Na secção III, que contém perguntas relacionadas aos conceitos de equilíbrio térmico e direcção de transferência espontânea de calor as perguntas 8 (oito), 9 (nove), 10 (dez), 11 (onze) e 12 (doze) revelam uma consistência interna forte, sendo que os valores dos coeficientes de correlação *iten-total* estão situados entre 0.578 (pergunta 11) e 0.682 (pergunta 12).

A pergunta 13 (treze), a única nesta secção com coeficiente *iten- total* baixo, ou seja, 0.394. O conteúdo da questão é “*supõe que um bloco de alumínio de 1kg de massa a*

20°C de temperatura é medido em 1 litro de água a 40 °C temperatura. Qual será a temperatura final da mistura?” Apesar de ser um valor relativamente baixo, a indicar pouca consistência ou coerência com as outras perguntas, foi considerada para análise, pois é a única que avalia se o aluno tem noção do procedimento de cálculo da temperatura de equilíbrio.

Por outro lado, como o questionário do estudo principal tem 15 (quinze) perguntas, o escore total poderia assumir algum valor de 0 a 15. No caso em concreto o valor do escore total é 7.73, valor extremamente baixo. Nestas condições, de acordo com Silveira, Moreira e Art (1989), quando o valor de escore total for baixo, indica a presença de concepções alternativas nos alunos que responderam o questionário.

Concluindo, o instrumento mede efectivamente o que se deseja medir, logo é válido.

O processo de análise da fidedignidade e validade do instrumento da pesquisa realizado de acordo com as técnicas recomendadas na literatura, permitiu ao pesquisador concluir que o instrumento construído é fidedigno e válido para a pesquisa de concepções alternativas dos alunos nos conceitos de calor, temperatura, direcção de transferência espontânea de calor e equilíbrio térmico

CAPITULO VI: RESULTADOS DO ESTUDO ANTES DA INSTRUÇÃO

Neste capítulo, são apresentados os resultados da pesquisa do estudo principal antes da instrução, especificamente os resultados que respondem às perguntas de pesquisa (1) e (2), nomeadamente: (1) até que ponto a língua materna dos alunos influencia nas concepções alternativas e outras dificuldades conceptuais manifestadas? (2) Quais são as concepções alternativas e outras dificuldades conceptuais que os alunos da 9ª classe da Escola Secundária “25 de Junho” de Massinga possuem em relação aos conceitos de temperatura, calor, direcção da transferência espontânea de calor e equilíbrio térmico? O capítulo está dividido em três secções, nomeadamente, secções 6.1, 6.2 e 6.3.

6.1 Concepções alternativas e outras dificuldades conceptuais exibidas pelos alunos nos conceitos de calor

Nesta secção são apresentados e discutidos os resultados das perguntas 1 a 5 do estudo principal, antes da instrução.

No questionário, havia uma pergunta aberta cuja redacção era: “*escreva o significado de calor na sua língua materna*”. Esta pergunta foi respondida por 121 (cento e vinte e um) alunos, 61 (sessenta e um) do grupo experimental, e 60 (sessenta) do grupo de controlo.

Note-se que, apesar de ser uma pergunta aberta, as suas respostas, após o seu processamento, foram transformadas para respostas quantitativas. Isso deveu-se à necessidade que o pesquisador tinha de ver a extensão da prevalência da associação do conceito científico calor com fenómenos térmicos na língua materna. A tabela 6.1 mostra a síntese das respostas.

Tabela 6. 1: Respostas dos alunos à pergunta número 1 (um) nos grupos experimental e de controlo sobre o significado de calor na língua materna do aluno.

Termo na lingua materna do aluno	Tradução	Grupo Experimental		Grupo de Controlo	
		<i>fr</i>	%	<i>fr</i>	%
<i>Ku hissa</i>	Temperatura elevada	47	77.0	42	70.0
<i>Nhuku</i>	Suor	3	4.9	4	6.7
<i>Ndzilo</i>	Lume	2	3.3	3	5.0
<i>Guvissa</i>	Temperatura elevada	5	8.2	7	11.7
<i>Lithonga</i>	Suor	2	3.3	2	3.3
<i>Lissane</i>	Temperatura elevada	2	3.3	2	3.3
Total		61	100.0	60	100.0

Nota. *f_i* – é o número de alunos que responderam. % é a percentagem

As respostas processadas, de acordo com as linguas manifestadas pelos alunos, resultaram nos seguintes termos:

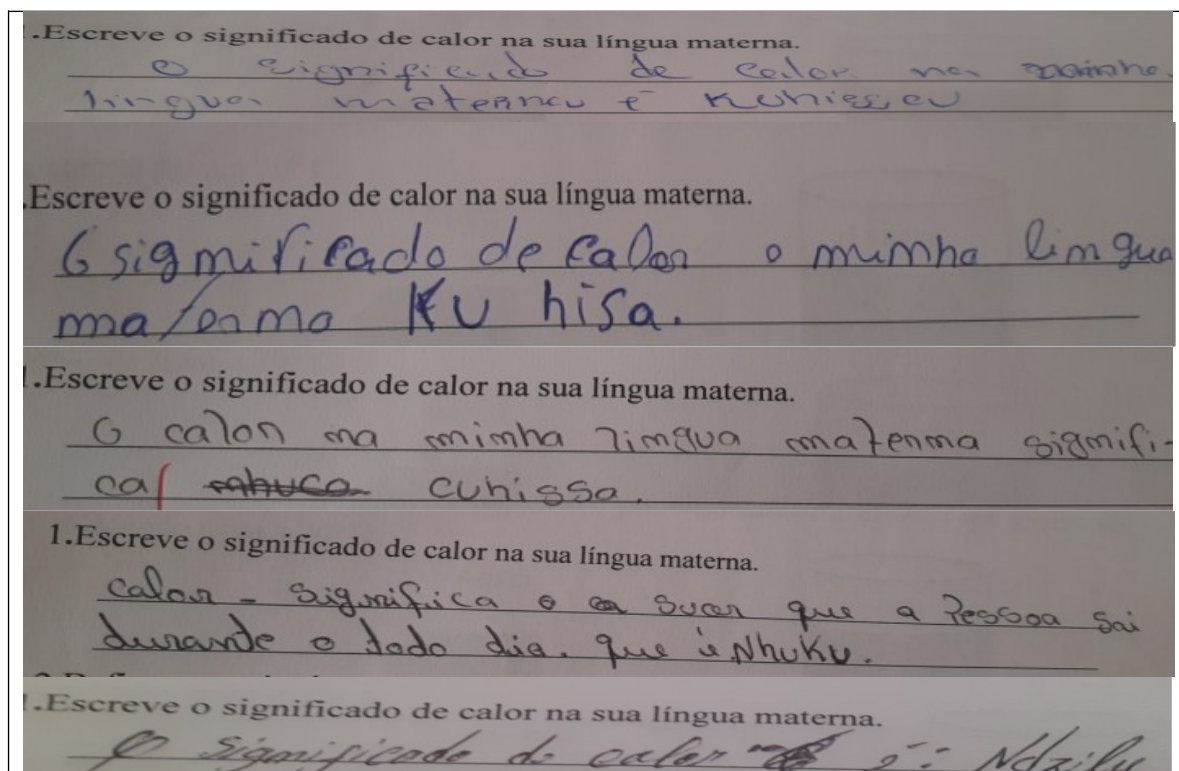
Os três termos na língua citshwa foram *ku hissa*, *Nhuku* e *Ndzilo*, sendo o termo *ku hissa* o mais usado pelos alunos, com uma frequência de 47 (77%) respostas, no grupo experimental, e 42 (70%) respostas, no grupo de controlo.

Esta designação *ku hissa*, traduzida para a língua portuguesa, significa temperatura elevada.

As designações *Nhuku*, significando suor, na língua portuguesa, e *ndzilo*, significando lume, aparecem com frequências de 3 e 2, no grupo experimental, e 4 e 3, no grupo de controlo, respectivamente.

A figura 6.1 mostra alguns extratos de respostas dos alunos que responderam na língua citshwa à esta pergunta:

Figura 6.1. Exemplos de respostas dadas pelos alunos à pergunta sobre o significado do termo “calor” na língua citshwa



A tabela 6.1 também mostra que os falantes da língua Gitonga usam os termos *Guvissa*, semelhante ao termo *ku hissa*, e *Lithonga* como significados do conceito calor, com frequências de 5 e 2, no grupo experimental, e 7 e 2, no grupo de controlo.

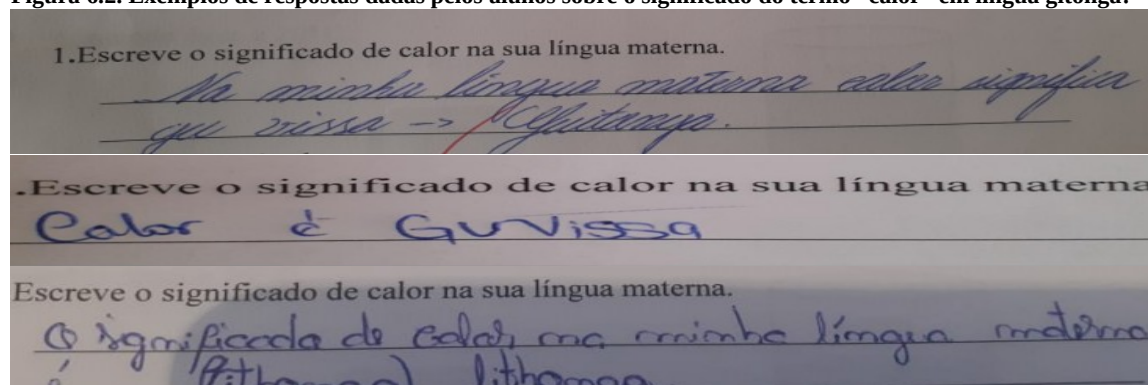
A designação *Guvisa* traduzido na língua portuguesa significa temperatura elevada. Foi o termo usado por 5 (cinco) alunos e 7 (sete) alunos, num universo de 7 (sete) e 5 (cinco) respectivamente nos grupos experimental e de controlo.

A designação *Lithonga* traduzido na língua portuguesa significa suor, talvez querendo significar calor. Este termo foi usado por 2 (dois) alunos no grupo experimental e 2 (dois) alunos no grupo de controlo.

Pode-se, no entanto, admitir que na língua Gitonga, calor na língua materna é *Guvisa*, avaliando pela percentagem dos alunos que responderam desta forma, sendo 8.2% na turma experimental e 11.7% na turma de controlo, contra 3.3% em cada uma das turmas que responderam de forma diferente (*Lithonga*). Estes alunos que usaram o termo *Lithonga* pode-se assumir que usaram uma variante menos frequente do termo.

A figura 6.2 mostra alguns extratos de respostas dos alunos que responderam na língua Gitonga à esta pergunta:

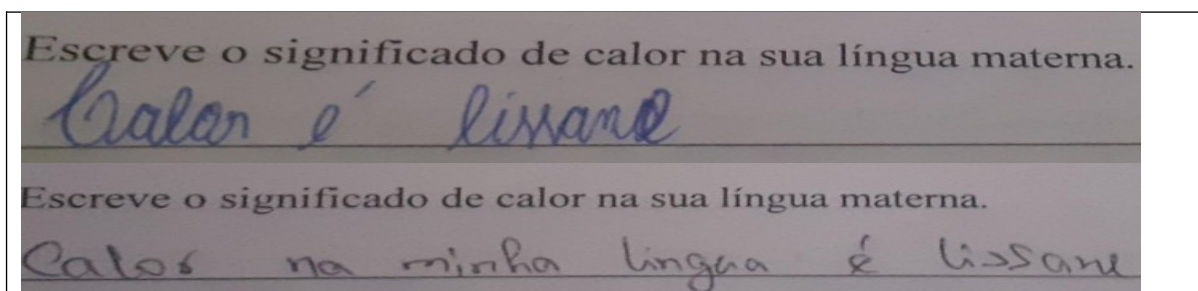
Figura 6.2. Exemplos de respostas dadas pelos alunos sobre o significado do termo “calor” em língua gitonga.



Por último, para a pergunta 1(um), o termo *Lissane* também foi usado na língua Cicopi, para designar o conceito calor, significando temperatura elevada.

A figura 6.3 mostra alguns extratos de respostas dos alunos que responderam na língua Gitonga à esta pergunta:

Figura 6.3. Exemplos de respostas dadas pelos alunos sobre o significado do termo “calor” em língua cicopi.



Analisando as respostas dos alunos nas três línguas maternas mais faladas na província de Inhambane, nomeadamente cithwua, gitonga e cicopi, compreende-se que não existe um termo equivalente correcto, do ponto de vista científico, para designar calor nas línguas maternas, daí recorrerem à associação do conceito calor com estado de temperatura elevada, ou a um dos efeitos desse estado térmico, nomeadamente, *nhuku*. O pesquisador suspeita que seja assim noutras línguas moçambicanas, pois os termos *ndzilo* e, *nhuku* também são usados nas línguas Changana e Ronga, nas províncias de Gaza e Maputo, respectivamente.

Também, as respostas mostradas na tabela 6.1 não mostram diferenças significativas nas suas frequências.

Havia uma pergunta aberta, número 2 que pedia aos alunos para definirem o conceito de calor. As respostas dadas pelos alunos foram processadas, tendo resultado nas seguintes categorias de análise.

Tabela 6. 2: Análise das respostas dos alunos à pergunta número 2 do pré-teste

Categorias	Exemplos
A-Calor é uma forma de energia em trânsito devido à diferença de temperatura.	Exemplo 1: Calor é energia em trânsito devido a diferença de temperatura. Exemplo 2: Calor é uma forma de energia transferida quando os corpos estão a diferentes temperaturas. Exemplo 3: Calor é a quantidade de energia transferida em virtude da diferença de temperaturas.
B-Calor significa temperatura elevada.	Exemplo 1: Calor é alta temperatura. Exemplo 2: Calor significa temperatura elevada. Exemplo 3: Calor é quando aquece muito.
C-Calor é contrário de frio.	Exemplo 1: Calor é quando a temperatura é maior que 30° C. Exemplo 2: Calor é o que se sente no verão. Exemplo 3: Calor é quando faz muito sol.

Como mostrado nos exemplos dados, os alunos do grupo experimental deram respostas como, por exemplo, “calor é energia em trânsito devido a diferença de temperatura”, “calor é alta temperatura” e “calor é o que se sente no verão”.

Estas respostas também foram dadas pelo grupo de controlo, conforme se pode ver das categorias seguintes:

Tabela 6. 3: Análise das respostas dos alunos à pergunta número 2 do pré-teste

Categoria	Exemplos
A-Calor é uma forma de energia em trânsito devido a diferença de temperatura.	Exemplo 1: Calor é energia em trânsito devido a diferença de temperatura. Exemplo 2: Calor é uma forma de energia transferida quando os corpos estão a diferentes temperaturas. Exemplo 3: Calor é a quantidade de energia transferida em virtude da diferença de temperaturas.
B-Calor significa temperatura elevada.	Exemplo 1: Calor é alta temperatura. Exemplo 2: Calor significa temperatura elevada. Exemplo 3: Calor é quando aquece muito.
E-Calor é contrário de frio.	Exemplo 1: Calor é quando a temperatura é maior que 30° C. Exemplo 2: Calor é o que se sente no verão. Exemplo 3: Calor é quando faz muito sol.

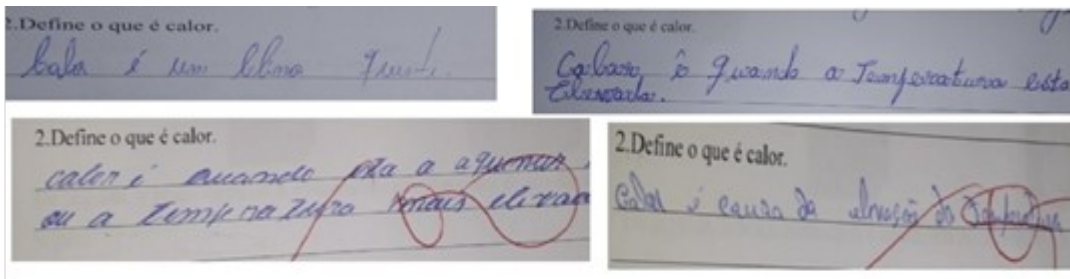
Uma análise destas respostas, exceptuando as que conformam a definição científica de calor, permite ver que elas espelham experiências do senso comum ligadas a sensações de quente ou frio, estações climáticas do estado do ambiente. Todas estas respostas pertencem ao domínio da vida quotidiana na sociedade, sem distinção precisa entre calor e temperatura como se faz em física.

As concepções alternativas e outras dificuldades conceptuais exibidas pelos alunos, foram as seguintes: “calor significa temperatura elevada” e “calor é sinónimo de frio”.

Contudo, houve alunos que mostraram ter a concepção científica de que calor é uma forma de energia em trânsito em virtude da diferença de temperatura, como se pode ver nos exemplos da categoria A.

A figura 6.4 mostra exemplos das respostas de alguns alunos na pergunta 2 sobre o conceito de calor.

Figura 6.4. Exemplos de respostas dos alunos sobre o conceito de calor no pré-teste



Havia uma pergunta 3 que pedia ao aluno para descrever um fenómeno do quotidiano que contenha a palavra calor. Os resultados são apresentados através das tabelas 6.4 e 6.5.

Tabela 6. 4: Análise das respostas dos alunos à pergunta número 3 do pré-teste no grupo experimental sobre a descrição de um fenómeno do quotidiano contendo a palavra calor

Categoria	Exemplos
A-Calor é uma forma de energia em trânsito devido a diferença de temperatura.	Exemplo 1: O chá transfere calor à colher de alumínio. Exemplo 2: A água quente transfere calor á agua fria. Exemplo 3: O calor é transferido entre dois corpos.
B-Calor significa temperatura elevada	Exemplo 1: ontem aqueceu muito. Exemplo 2: Tirei casaco por causa de calor na sala de aulas. Exemplo 3: Aqui faz muito calor durante o dia.
C-Calor é directamente proporcional a temperatura	Exemplo 1: Nos dias de muito calor, a temperatura atinge 36° C. Exemplo 2: Nos dias de temperaturas altas faz muito calor. Exemplo 3: Hoje vou à praia por que faz muito calor.
D-Calor é uma substancia ou fluido	Exemplo 1: Abra a porta para sair o calor. Exemplo 2: Estou a sentir calor a bater na minha cara. Exemplo 3: Fecha a porta para não entrar calor por que o Ac está ligado.
E-Calor é contrário de frio	Exemplo 1: No verão faz calor e no inverno frio. Exemplo 2: Nos dias de hoje de dia faz calor e de noite faz frio. Exemplo 3: Quando faz frio tomo banho com água quente e quando faz calor tomo banho com água fria.

Como mostrado nos exemplos dados, os alunos do grupo experimental deram respostas como, por exemplo, “calor é energia em trânsito devido a diferença de temperatura”, “ontem aqueceu muito”, “nos dias de muito calor, a temperatura atingem 36° C”, “fecha a porta para não entrar calor por que o AC está ligado” e “no verão faz calor e no inverno frio”.

Estas respostas também foram dadas pelo grupo de controlo, conforme se pode ver das categorias seguintes:

Tabela 6. 5: Análise das respostas dos alunos à pergunta número 3 do pré-teste no grupo de controlo sobre a descrição de um fenómeno do quotidiano contendo a palavra calor

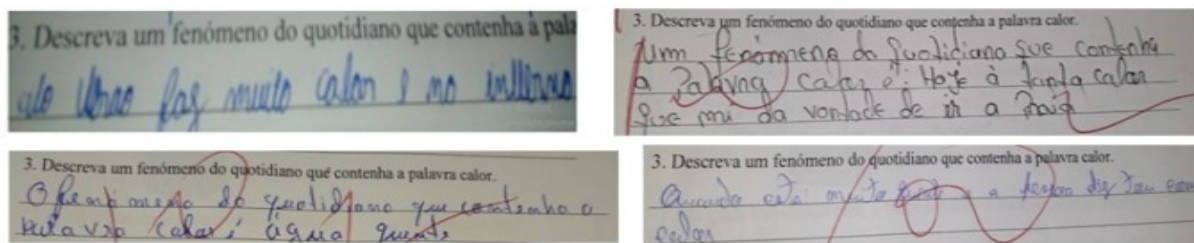
Categoria	Exemplos
A-Calor é uma forma de energia em trânsito devido a diferença de temperatura.	Exemplo 1: A água quente transfere calor. Exemplo 2: A água quente na panela transfere calor á alimentos. Exemplo 3: O calor é transferido entre o bloco e a água.
B-Calor significa temperatura elevada	Exemplo 1: Hoje está muito quente. Exemplo 2: Sinto mais calor na sala do que fora. Exemplo: faz tanto calor aqui do que fora durante a moite.
C-Calor é directamente proporcional a temperatura	Exemplo 1: Nos dias de muito calor, as temperaturas atingem 36° C. Exemplo 2: Nos dias de temperaturas altas faz muito calor. Exemplo 3: Hoje vou à praia por que faz muito calor.
D-Calor é uma substancia ou fluido	Exemplo 1: Vou banhar para tirar o calor. Exemplo 2: Estou a sentir calor seco.
E-Calor é contrário de frio	Exemplo 1: Comprei roupas para tempo de calor e de frito. Exemplo 2: Faz calor de dia e a noite faz frio. Exemplo 3: Ou faz frio ou é calor.

Uma análise destas respostas, exceptuando as que conformam a definição científica de calor, permite ver que elas espelham experiências do senso comum ligadas a sensações de quente ou frio, estações climáticas do estado do ambiente, calor como medidade de temperatura elevada e ainda como fluído. Todas estas respostas pertencem ao domínio da vida quotidiana na sociedade, sem distinção precisa entre calor e temperatura como se faz em física.

As concepções alternativas e outras dificuldades conceptuais exibidas pelos alunos dos grupos experimental e de controlo no pré-teste foram as seguintes: “calor significa temperatura elevada”, “calor é directamente proporcional à temperatura”, “calor é uma substância ou fluido” e “calor é contrário de frio”.

A Figura 6.5 mostra alguns exemplos de respostas dos alunos na pergunta 3 sobre a descrição de um fenómeno do quotidiano contendo a palavra calor.

Figura 6.5. Exemplos de respostas dos alunos na pergunta 3 sobre a descrição de um fenómeno do quotidiano contendo a palavra calor.



6.2 Concepções alternativas e outras dificuldades conceptuais exibidas pelos alunos nos conceitos de temperatura

Havia uma pergunta aberta que solicitava o aluno para dar o conceito de temperatura. A seguir, apresentam-se os resultados das respostas dos alunos nos dois grupos experimental e de controlo no pré-teste relativos à pergunta que pedia a definição da temperatura através da Tabela 6.6 e 6.7

Categorias	Exemplos
A-Temperatura é o grau de aquecimento ou arrefecimentos dos corpos	Exemplo1: A temperatura é a grandeza que mede o aquecimento ou arrefecimento dos corpos. Exemplo2: Temperatura é o grau de aquecimento ou arrefecimentos dos corpos Exemplo3: A temperatura mede o grau de agitação das partículas.
B-Temperatura é intensidade de calor.	Exemplo1: A temperatura mede o nível de calor Exemplo2: A temperatura é intensidade de calor. Exemplo3: A temperatura é quantidade de calor.
C-A temperatura transfere-se	Exemplo 1: A temperatura é o que a água nos transfere ao tomar banho Exemplo 2: A temperatura é o que a mão recebe ao tocar no corpo de alguém com febre.

Tabela 6. 6: Análise das respostas dos alunos à pergunta número 4 do pré-teste no grupo experimental sobre o conceito de temperatura

As concepções alternativas exibidas pelos alunos do grupo experimental foram as seguintes: “temperatura é intensidade de calor” e “a temperatura transfere-se”.

Houve registo também de alunos com a concepção científica de que “temperatura é uma grandeza física que mede o grau de aquecimento ou arrefecimento dos corpos ou partículas”.

A seguir, através da tabela 6.7, são exibidos os resultados sobre o conceito “temperatura” no grupo de controlo.

Tabela 6. 7: Análise das respostas dos alunos à pergunta número 4 do pré-teste no grupo de controlo sobre o conceito de temperatura.

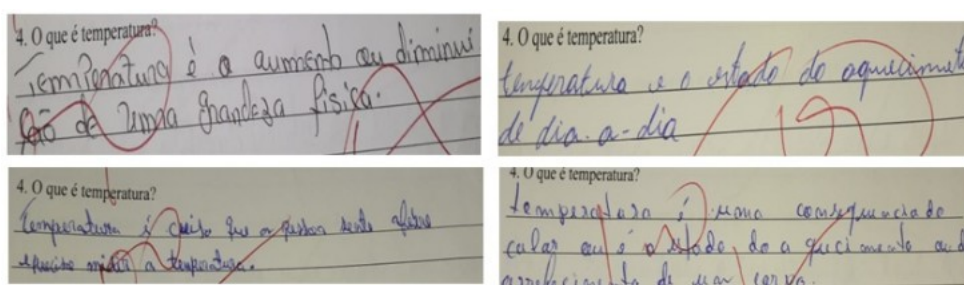
Categorias	Exemplos
A-Temperatura é o grau de aquecimento ou arrefecimentos dos corpos	Exemplo1: A temperatura é a grandeza que mede o aquecimento ou arrefecimento dos corpos. Exemplo2: Temperatura é o grau de aquecimento ou arrefecimentos dos corpos Exemplo3:A temperatura mede o grau de agitação das partículas.
B-Temperatura é intensidade de calor.	Exemplo1: A temperatura mede o nível de calor Exemplo2: A temperatura é intensidade de calor. Exemplo3:A temperatura é quantidade de calor.
C-A temperatura transfere-se	Exemplo 1: A temperatura é o que a água nos transfere ao tomar banho Exemplo 2: A temperatura é o que a mão recebe ao tocar no corpo de alguém com febre.

As concepções alternativas e outras dificuldades conceptuais exibidas pelos alunos do grupo de controlo no pré-teste foram as seguintes: “temperatura é intensidade de calor” e “a temperatura transfere-se”.

Contudo, houveram alunos com concepção científica de temperatura, que responderam que temperatura é “a grandeza física que mede o grau de aquecimento e arrefecimento dos corpos”, ou, ainda, que “temperatura mede o grau de agitação das partículas de um corpo”.

A Figura 6.6 mostra alguns exemplos de respostas dos alunos na questão 4.

Figura 6.6. Exemplos de respostas dadas pelos alunos na pergunta 4 sobre o conceito de temperatura



Havia uma pergunta que pedia ao aluno para descrever um fenómeno do quotidiano que contenha a palavra temperatura, os resultados são apresentados através das tabelas 6.8 e 6.9.

Categorias	Exemplos
A-Temperatura é o grau de aquecimento ou arrefecimentos dos corpos.	Exemplo1: Na Europa as temperaturas do inverno são mais baixas do que em África. Exemplo2: Neste Período a temperatura é mais alta de dia do que à noite.

	Exemplo3: No verão as temperaturas são altas.
B- Temperatura é intensidade de calor.	Exemplo1: Hoje teremos temperaturas altas, haverá muito calor. Exemplo2: Quando a temperatura aumenta, o calor também aumenta. Exemplo3: De dia temos maior temperatura devido a intensidade de calor.
C-A temperatura transfere-se.	Exemplo1: A pedra de gelo transfere temperatura baixa para os refrigerantes. Exemplo2: A geleira transfere temperatura para os produtos armazenados. Exemplo3: Ao tomar banho a água transfere temperatura para o corpo humano.

Tabela 6.8: Análise das respostas dos alunos à pergunta número 5 do pré-teste do grupo experimental sobre a descrição de um fenómeno do quotidiano contendo a palavra temperatura.

Os alunos manifestaram as seguintes concepções alternativas: “temperatura é intensidade de calor” e “a temperatura transfere-se”. Outros, exibiram a concepção científica de que calor é grau de aquecimento ou arrefecimento dos corpos.

De igual modo foram processadas as respostas dos alunos do grupo de controlo na mesma pergunta no pré-teste, cujo resultados são exibidos na tabela 6.9.

Tabela 6.9: Análise das respostas dos alunos à pergunta número 5 do pré-teste do grupo de controlo sobre a descrição de um fenómeno do quotidiano contendo a palavra temperatura.

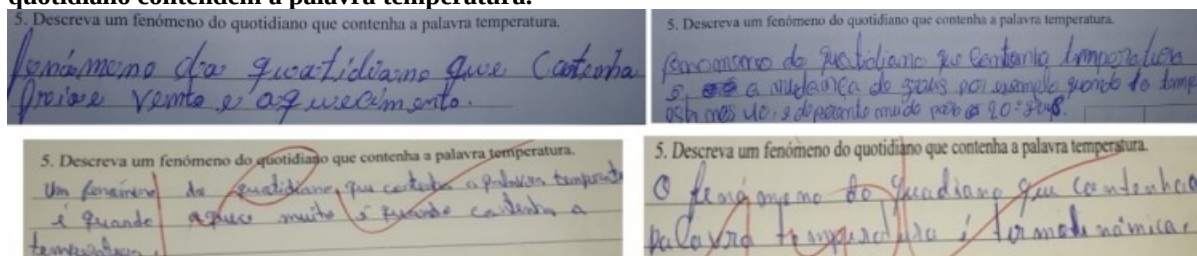
Categorias	Exemplos
A-Temperatura é o grau de aquecimento ou arrefecimentos dos corpos.	Exemplo1: Hoje a temperatura máxima será 36° C. Exemplo2: Corpos aquecidos tem maior temperatura. Exemplo3: No verão as temperaturas são altas.
B-Temperatura é intensidade de calor.	Exemplo1: Hoje teremos temperaturas altas, haverá muito calor. Exemplo2: Quando a temperatura aumenta, o calor também aumenta. Exemplo3: De dia temos maior temperatura devido a intensidade de calor.
C-A temperatura transfere-se.	Exemplo1: Ao dormir a manta transfere calor para o corpo. Exemplo2: A água passou-me o frio. Exemplo3: O metal transferiu temperaturas altas para a água.
D-A temperatura depende da natureza do material.	Exemplo1: A cadeira de ferro tem temperatura baixa em relação à de madeira. Exemplo2: O chá na chávena de alumínio tem maior temperatura em relação à chavena plastica. Exemplo3: A temperatura da madeira é baixa em relação à temperatura do metal.

Os alunos manifestaram as seguintes concepções alternativas: ” temperatura é intensidade de calor”, “a temperatura transfere-se” e “ a temperatura depende da natureza do material”. Contudo, existiram alunos com concepção científica do conceito de temperatura.

A concepção alternativa de que “a temperatura depende da natureza do material”, foi manifestada apenas no grupo de controlo.

A figura 6.7 mostra exemplos de respostas de alguns alunos na pergunta 5, onde se pode ver na imagem a esquerda a associação do conceito de temperatura a dias quentes e, a direita, a dificuldade conceptual exibida pelos alunos.

Figura 6.7. Exemplos das respostas dadas pelos alunos na pergunta 5, que pedia um fenómeno do quotidiano contendo a palavra temperatura.



Havia uma pergunta aberta que colocava o aluno diante da seguinte situação:
Considera dois cubos de gelo que inicialmente se encontram a temperaturas diferentes como vem ilustrado abaixo. Eles são colocados em contacto.

$-2,5^{\circ}\text{C}$	$-1,0^{\circ}\text{C}$
------------------------	------------------------

(A) (B)

O que é transferido entre os dois blocos de gelo?

Tabela 6.10: Análise das respostas dos alunos à pergunta número 6 do pré-teste do grupo experimental sobre a entidade que é transferida quando dois corpos a temperaturas diferentes são mantidos em contacto.

Categorias	Exemplos
A-Quando os dois blocos entram em contacto há transferência de calor do bloco de maior temperatura para o bloco de menor temperatura.	Exemplo1: transfere-se temperatura entre os dois blocos. Exemplo2: Calor, do bloco de maior temperatura para o de menor temperatura. Exemplo3: Foi transferido o calor.
B- Transfere-se calor do bloco de menor temperatura para o bloco de maior temperatura.	Exemplo1: Temperatura do bloco A para o bloco B. Exemplo2: Calor, do bloco A para o bloco B. Exemplo3: Foi transferido calor de A para B.
C- A temperatura transfere-se.	Exemplo1: Temperatura. Exemplo2: Transferiu-se temperatura de A para B. Exemplo3: Temperatura e calor.
D- Transfere-se massa de gelo.	Exemplo1: Transferiu-se massa de gelo do bloco A para B. Exemplo2: Transfere-se gelo do bloco B para o bloco A.

E-Ausência do conceito de equilíbrio térmico (Nada acontece).	Exemplo1: Não acontece nada. Exemplo2: Nada. Exemplo3: Nenhuma coisa é transferida.
---	---

Nota: A tabela mostra os resultados das respostas dos alunos do grupo experimental na pergunta 6 que pedia ao aluno para identificar a entidade que é transferida entre dois blocos mantidas em contacto inicialmente com temperaturas diferentes.

O resultado mostra que as concepções alternadas manifestadas pelos alunos do grupo experimental no pré-teste são: “o sentido da transferência de calor é do corpo de menor temperatura para o corpo de maior temperatura” e “a temperatura transfere-se”. Outras dificuldades conceptuais identificadas, foram: “a massa do gelo transfere-se” e “nada é transferido entre os corpos em contacto”.

Porém, existem alunos que manifestaram concepção científica de que “a direcção/sentido de transferência espontânea de calor é do corpo com maior temperatura (-1.0°C) para o corpo com menor temperatura (-2.5°C) ”.

De forma análoga é feita a análise das respostas dos alunos no grupo de controlo relativa à mesma pergunta (pergunta 6) que pede ao aluno para identificar a entidade que é transferida entre dois blocos mantidas em contacto inicialmente com temperaturas diferentes no pré-teste.

Tabela 6.11: Análise das respostas dos alunos à pergunta número 6 do pré-teste no grupo de controlo sobre a entidade que é transferida quando dois corpos a temperaturas diferentes são mantidos em contacto.

Categorias	Exemplos
A-Quando os dois blocos entram em contacto há transferência de calor do bloco de maior temperatura para o bloco de menor temperatura.	Exemplo1: calor. Exemplo2: Transfere-se Calor de B para A. Exemplo3: Transferiu-se Calor.
B- Transfere-se calor do bloco de menor temperatura para o bloco de maior temperatura.	Exemplo1: Transfere-se calor de A para B. Exemplo2: O bloco A (-2,5°C) transferiu temperatura ao Bloco B(-1,0°C) Exemplo3: Calor de A para B.
C- A temperatura transfere-se.	Exemplo1: temperatura. Exemplo2: Transferiu-se temperatura de A para B até ao equilíbrio térmico. Exemplo3: Foi transferida a temperatura.
D- Transfere-se massa de gelo.	Exemplo1: transferiu-se gelo. Exemplo2: Pedra de gelo. Exemplo3: gelo.
E-Ausência do conceito de equilíbrio térmico (Nada acontece).	Exemplo1: nada

Exemplo2: Não houve transferência de nada.

Exemplo3: Não é possível transferir calor.

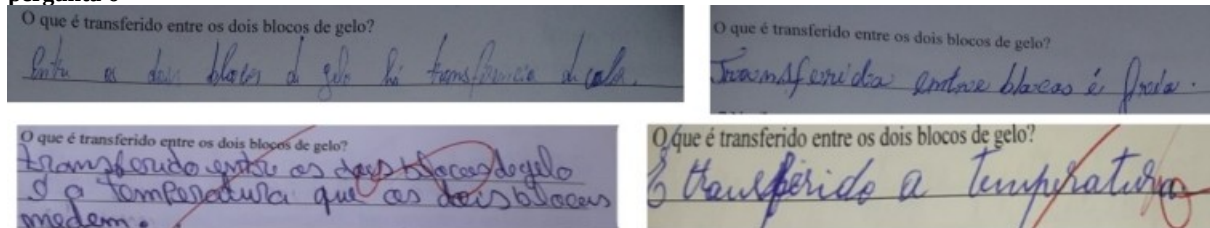
Nota: A tabela mostra os resultados das respostas dos alunos do grupo experimental na pergunta 6 que pedia ao aluno para identificar a entidade que é transferida entre dois blocos mantidas em contacto inicialmente com temperaturas diferentes.

As concepções alternativas identificadas sobre a entidade que é transferida quando dois corpos a temperaturas diferentes são mantidos em contacto são: “ o sentido da transferência de calor é do corpo de menor temperatura para o corpo de maior temperatura” e “ a temperatura transfere-se”. Uma dificuldade conceptual manifestada por alguns alunos é de que “ a massa do gelo se transfere” e “ nada é transferido entre os corpos em contacto”.

Contudo, há registo de alunos com concepção científica de “a direcção/sentido de transferência espontânea de calor é do corpo com maior temperatura (-1.0°C) para o corpo com menor temperatura (-2.5°C)”.

A Figura 6.8, a seguir, mostra exemplos de algumas respostas dos alunos que identificam as concepções alternativas descritas na pergunta 6.

Figura 6.8. Exemplos de respostas dadas pelos alunos que identificam as concepções alternativas descritas na pergunta 6

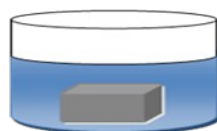


Havia uma pergunta aberta colocada da seguinte maneira:

Na figura abaixo tens um bloco metálico inicialmente a 25°C e um calorímetro contendo água a 20°C .



De seguida, o bloco metálico A é introduzido no calorímetro, de acordo com a figura a seguir:



Pergunta 7.1: O que é transferido entre o bloco A e a água no calorímetro?

Na Tabelas 6.12 são reportadas as respostas dos alunos dos grupos experimental e de controlo.

Tabela 6.12: Respostas dos alunos à pergunta número 7.1 do pré-teste nos grupos experimental e de controlo sobre a entidade que é transferida quando um bloco aquecido é mergulhado num calorímetro com água

Opções	Categorias	Pré-teste			
		Grupo Experimental		Grupo de controlo	
		f_i	%	f_i	%
A	Transfere-se calor	14	23.3	16	26.2
B	Transfere-se temperatura	24	40.0	27	44.3
C	Nada é transferido	7	11.7	4	6.6
D	Sem resposta	15	25.0	14	22.9
Total		60	100.0	61	100,0

Nota. f_i – é o número de alunos que responderam. % é a percentagem

Esta tabela mostra que 23% (14) dos alunos do grupo experimental e 26% dos alunos do grupo de controlo escolheram a opção que indica que entre o bloco A e a água no calorímetro transfere-se calor, conformando com visão científica. Por sua vez, 40% dos alunos do experimental e 44% dos alunos do grupo de controlo optaram por indicar que o bloco A e a água no calorímetro é a temperatura que é transferida.

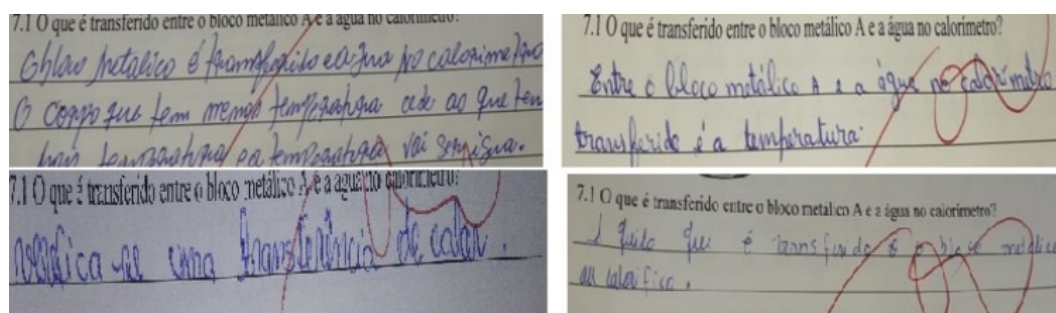
Analisando estas respostas pode-se ver que não existe nenhuma diferença significativa entre as respostas dos dois grupos, experimental e de controlo. A resposta de que é a temperatura que é transferida entre o bloco e a água no calorímetro pode revelar que, para estes alunos, a temperatura não é percebida como uma variável intensiva não podendo, por isso, ser transferida entre objectos, ou, em conformidade com as respostas dadas na pergunta 3, temperatura elevada é sinónimo de calor, não havendo distinção entre estes conceitos.

Concepções alternativas e outras dificuldades conceptuais exibidas pelos alunos no grupo experimental assim como no grupo de controlo, foram as seguintes: “a temperatura transfere-se” com 14 alunos no grupo experimental, equivalente a 23.3% e 16 alunos no grupo de controlo, equivalente a 26.2% e, “nada é transferido”, manifestado por 7 alunos do grupo de controlo, equivalente a 11.7% e 4 alunos no grupo de controlo, equivalente a

6.6%. Sendo que outros alunos abstiveram-se de responder em número de 15 alunos no grupo experimental, correspondente a 25.0% e 14 alunos no grupo de controlo, correspondentes a 22.9%.

Nos dois grupos, experimental e de controlo houve registo de alunos com concepção científica de que “há transferência de calor entre o bloco de alumínio e a água no interior do calorímetro”, com 14 alunos no grupo experimental, que correspondem a 23.3% e 16 alunos no grupo de controlo que correspondem a 26.2%.

Figura 6.9. Exemplos de respostas exibidas pelos alunos que identificam as concepções alternativas descritas na pergunta 7.



6.3 Resultados das concepções alternativas identificadas nos alunos nos conceitos de direcção da transferência espontânea de calor e equilíbrio térmico

Nesta secção são apresentados os resultados das perguntas 7.2 a 13 relativas às concepções alternativas e outras dificuldades conceptuais exibidas pelos alunos nos conceitos de direcção de transferência espontânea de calor e equilíbrio térmico, e sua frequência comparativamente aos conceitos científicos.

Havia uma pergunta em que pedia a indicação do sentido em que é transferido o que o aluno identificou em 7.1.

A tabela 6.13 exhibe os resultados da análise da pergunta 7.2 nos grupos experimental e de controlo no pré-teste. A pergunta solicitava ao aluno para indicar a direcção da transferência espontânea de calor após introduzir um bloco metálico a 25° C num recipiente contendo água a 20° C

Tabela 6. 13: Análise das respostas dos alunos à pergunta número 7.2 do pré-teste nos grupos experimental e de controlo sobre a direcção/sentido da transferência da entidade mencionada em 7.1.

Opções	Categorias	Pré-teste			
		Grupo Experimental		Grupo de Controlo	
		f_i	%	f_i	%
A	do Bloco A (a 25°C) para a Água B(a 20°C).	7	11.5	5	8.3
B	Nos dois sentidos.	15	24.6	10	16.7
C	Do B(a 20°C) para o Bloco A (a 25°C).	21	34.4	25	41.7
D	De cima para baixo.	15	24.6	14	23.3

E	Sem resposta	3	4.9	6	10.0
Total		61	100.0	60	100.0

Nota. f_i – é o número de alunos que responderam. % é a percentagem

Os dados da tabela 6.13 foram categorizados de acordo com as respostas fornecidas pelos alunos. A última categoria, é de respostas em branco.

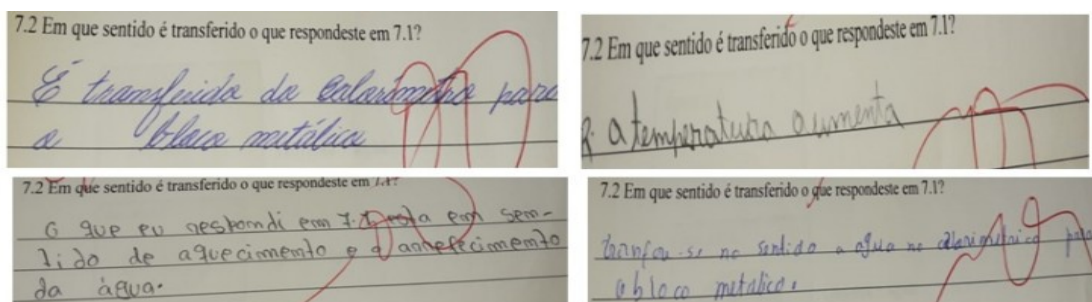
As concepções alternativas e outras diviculdades conceptuais identificadas nesta pergunta são: “a transferência de calor é feita dos dois sentidos”, manifestada por 15 alunos do grupo de controlo, que correspondem a 24.6% e 10 alunos do grupo de controlo, que correspondem a 16.7%, “o sentido da transferência de calor é do corpo com menor temperatura(água a 20° C) para o corpo com maior temperatura(bloco metálico a 25° C)”, manifestada por 21 alunos do grupo experimental que correspondem a 34.4% e 25 alunos do grupo de controlo que correspondem a 41.7% , “o sentido da transferência de calor é de cima para baixo”, com registo de 15 alunos do grupo experimental que correspondem a 24.6% e 14 alunos do grupo de controlo que correspondem a 23.3%.

Houve registo de alunos que não responderam a pergunta, sendo que no grupo experimental foram 3 alunos que correspondem a 4.9% e no grupo de controlo foram 6 alunos que correspondem a 10.0%

Porém, tanto no grupo experimental assim como no grupo de controlo, houve registo de alunos com concepção científica de que “a direcção/sentido de transferência espontânea de calor é do corpo com maior temperatura (o bloco de alumínio) para o corpo de menor temperatura (água no interior do calorímetro), sendo que no grupo experimental foram 7 alunos que correspondem a 11.5% e no grupo de controlo foram 5 alunos que correspondem a 8.3%.

A Figura 6.10 mostra algumas respostas dos alunos que identificam as concepções alternativas descritas.

Figura 6.10: Algumas respostas dos alunos que identificam as concepções alternativas descritas



Havia uma pergunta que questionava o momento em que pára o fenómeno que mencionaste em 7.1.

A Tabela 6.14 mostra os resultados das respostas dos alunos dos grupos experimental e de controlo na pergunta 7.3 em que eram solicitados para responderem o momento em que cessa a transferência de calor após introduzir um bloco metálico a 25° C num recipiente contendo água a 20° C.

Tabela 6. 14: Análise das respostas dos alunos à pergunta número 7.3 do pré-teste nos grupos experimental e de controlo sobre o momento em que pára a transferência da entidade mencionada em 7.1.

Opções	Categorias	Pré-teste			
		Grupo Experimental		Grupo de Controlo	
		f_i	%	f_i	%
A	Quando atingem a mesma temperatura.	17	27.9	15	25.0
B	Quando os dois corpos atingir 25° C.	12	19.7	10	16.7
C	Quando os dois corpos atingirem 20°C.	16	26.2	15	25.0
D	Não pára a transferência de calor.	7	11.5	12	20.0
E	Sem resposta.	9	14.7	8	13.3
Total		61	100.0	60	100.0

Nota. f_i – é o número de alunos que responderam. % é a percentagem

Os dados da Tabela 6.14 foram categorizados de acordo com as respostas fornecidas pelos alunos. A última categoria, é de respostas em branco.

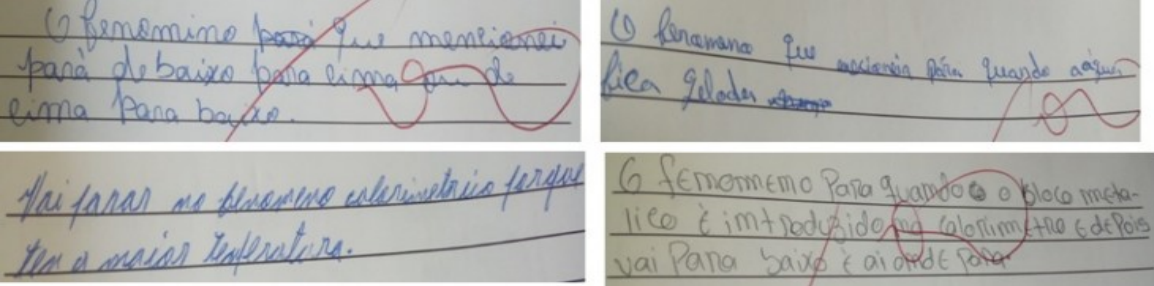
As concepções alternativas identificadas nesta pergunta, nos dois grupos de pesquisa são: “a transferência de calor pára quando os dois corpos atingem 25° C”, manifestada por 12 alunos no grupo experimental que correspondem a 19.7% e 10 alunos no grupo de controlo que correspondem a 16.7%, “a transferência de calor pára quando os dois corpos atingem 20° C” exibida por 16 alunos no grupo experimental que correspondem a 26.2% e 15 alunos no grupo de controlo que correspondem a 25.0% e, “a transferência de calor não pára”, sendo que no grupo experimental foram registados 7 alunos que correspondem a 11.5% e no grupo de controlo 8 alunos que correspondem 13.3%.

Houve registro de abstenção nos dois grupos de pesquisa, com 9 alunos no grupo experimental que correspondem a 14.7% e 8 alunos no grupo de controle que correspondem a 13.3%.

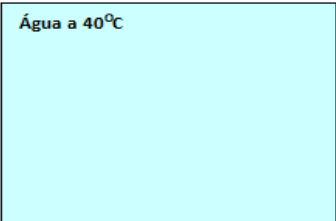
Registou-se a concepção científica de “a transferência de calor pára quando os dois corpos atingem a mesma temperatura” tanto no grupo experimental com 17 alunos que correspondem a 27.9%, assim como no grupo de controle com 15 alunos que correspondem a 25.0%.

A Figura 6.11 mostra algumas respostas dos alunos que identificam as concepções alternativas descritas na pergunta 7.3

Figura 6. 11: Algumas respostas dos alunos que identificam as concepções alternativas descritas na pergunta 7.3



Havia uma pergunta que colocava a seguinte situação: Tens 20 litros de água num recipiente, inicialmente a 40°C. Nela mergulha-se um bloco metálico de 20kg de massa inicialmente a 60°C, como mostra a figura abaixo:



A mesma pergunta pedia a temperatura final do conjunto (bloco metálico+ água. E a Justificação da resposta.

A Tabela 6.15 elucida os resultados da análise da pergunta 8(oito) nos grupos experimental e de controle, sobre a temperatura final do conjunto (bloco metálico + água), estando 20 litros de água a 40° C e o Bloco de alumínio com massa de 20Kg a 60° C.

Tabela 6. 15: Análise das respostas dos alunos à pergunta número 8 do pré-teste nos grupos experimental e de controle sobre a temperatura de equilíbrio do bloco aquecido introduzido no calorímetro com água

Opções	Categorias	Pré-teste	
		Grupo Experimental	Grupo de Controle

		f_i	%	f_i	%
A	A temperatura final estará entre 40° C e 60° C.	5	8.2	3	5.0
B	A temperatura final estará acima de 60° C.	18	29.5	15	25.0
C	A temperatura final será de 60° C.	20	32.8	25	41.7
D	A temperatura final será de 40°C.	12	19.7	12	20.0
E	Sem resposta.	6	9.8	5	8.3
Total		61	100.0	60	100.0

Nota. f_i – é o número de alunos que responderam. % é a percentagem

Na tabela 6.15 pode-se ver que as respostas dos alunos no pré-teste dos dois grupos de pesquisa.

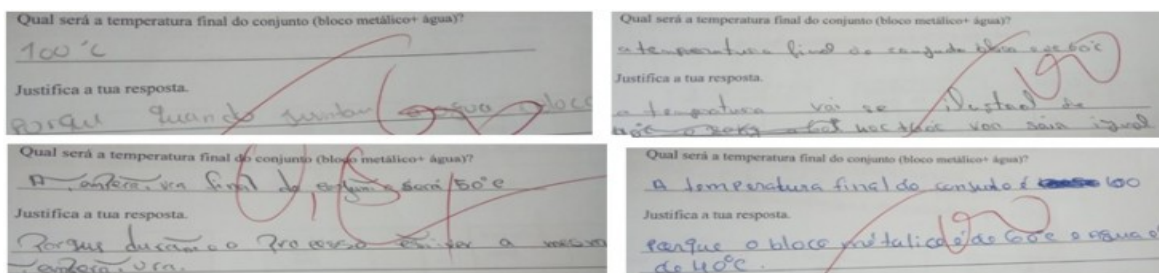
As concepções alternativas e outras dificuldades conceptuais manifestadas pelos alunos no grupo experimental e no grupo de controlo são: “a temperatura final estará acima de 60° C”, manifestada por 18 alunos no grupo experimental que correspondem a 29.5% e 15 alunos no grupo de controlo que correspondem a 25.0%, “a temperatura de equilíbrio será de 60° C”, sendo que foram registados 20 alunos do grupo experimental que correspondem a 32.8% e 25 alunos do grupo de controlo que correspondem a 41.7% e, “a temperatura de equilíbrio será de 40° C” manifestada por 12 alunos do grupo experimental que correspondem a 19.7% e 12 alunos do grupo de controlo que correspondem a 20.0%.

Um grupo de alunos não respondeu à pergunta, tanto no grupo experimental com 6 alunos que correspondem a 9.8%, assim como no grupo de controlo com 5 alunos que correspondem a 8.3%.

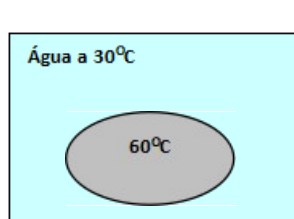
Porém, houve registo de alunos com concepção científica de que “a temperatura de equilíbrio estará entre 40° C e 60° C”, sendo que 5 alunos que correspondem a 8.2% são do grupo experimental e 3 alunos que correspondem a 5.0% são do grupo de controlo.

A Figura 6.12 mostra algumas respostas dos alunos que identificam as concepções alternativas descritas na pergunta 8.

Figura 6.12. Algumas respostas dos alunos que identificam as concepções alternativas descritas na pergunta 8

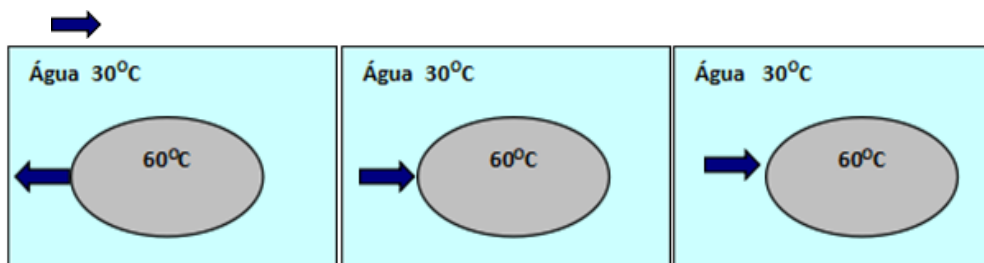
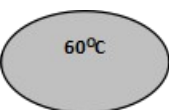


Havia uma pergunta que colocava o aluno na seguinte situação: Na figura abaixo tens água num recipiente, inicialmente a 30°C. Nela mergulha-se um objecto metálico inicialmente a 60°C.



Objecto + água

Observa as figuras e diga (assinala com um X), qual dos três casos ilustra melhor a direcção/sentido espontâneo de transferência de calor?



A: figura 1: do objecto para a água.

☐

B: figura 2: da água para o objecto.

☐

C: figura 3: nos dois sentidos.

☐

D: não sei

☐

E: outra.

☐

Escreva:

Justifica a tua opção:

A Tabela 6.16 mostra o resultado das respostas na pergunta 9 que solicitava ao aluno indicar a direcção/sentido de transferência de calor quando um bloco aquecido é introduzido recipiente com água.

Tabela 6. 16: Análise das respostas dos alunos à pergunta número 9 do pré-teste nos grupos experimental e de controlo sobre a direcção/sentido de transferência espontânea de calor do bloco aquecido e introduzido num recipiente com água

Opções	Categorias	Pré-teste
--------	------------	-----------

		Grupo Experimental		Grupo de Controlo	
		f_i	%	f_i	%
A	A-Figura1: do objecto para a água.	10	16.4	7	11.7
B	B-Figura 2: da água para o objecto.	26	42.6	21	35.0
C	C-Figura 3: nos dois sentidos.	20	32.8	23	38.3
D	Sem respostas	5	8.2	9	15.0
Total		61	100.0	60	100.0

Nota. f_i – é o número de alunos que responderam. % é a percentagem

Na Tabela 6.16 pode-se ler as categorias das respostas dos alunos nos dois grupos de pesquisa relativamente à pergunta 9. Estas estão de acordo com as opções de respostas fornecidas pela folha de resposta disponibilizada ao aluno.

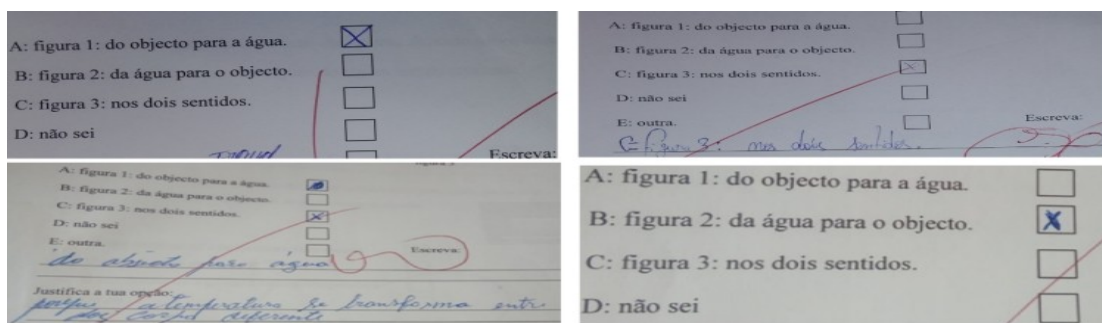
As concepções alternativas e outras dificuldades conceptuais manifestadas pelos alunos no grupo experimental são as mesmas manifestadas no grupo de controlo, são nomeadamente: “a direcção/sentido de transferência de calor é do corpo com menor temperatura para o corpo com maior temperatura (da água para o objecto)”, tendo sido registados 26 alunos no grupo experimental que correspondem a 42.6% e 21 alunos no grupo de controlo que correspondem a 35.0% e, “a direcção/sentido de transferência espontânea é nos dois sentidos (do Bloco para a água e da água para o Bloco), com registo de 20 alunos no grupo experimental que correspondem a 32.8% e 23 alunos no grupo de controlo que correspondem a 38.3%”.

Sem registo de respostas foram identificados nos dois grupos, experimental com 5 alunos que correspondem a 8.2% e de controlo com 9 alunos que correspondem a 15.0%.

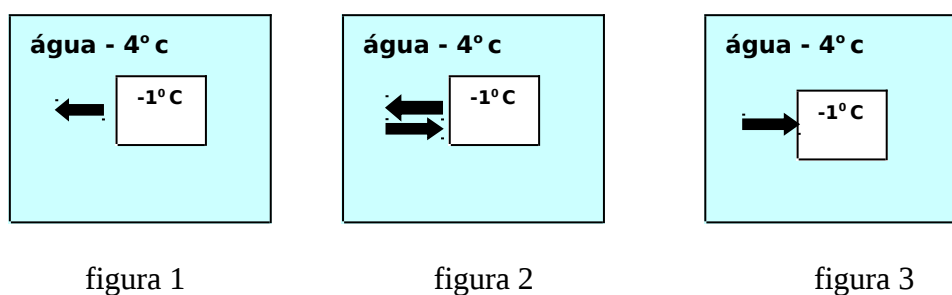
Houve registo nos dois grupos de pesquisa da concepção científica de que “a transferência de calor será do corpo de metálico a 60° C para a água no recipiente a 30° C”, sendo que no grupo experimental foram 10 alunos que correspondem a 16.4% enquanto que no grupo de controlo foram 7 alunos que correspondem a 11.7%.

A figura 6.13 a seguir mostra algumas respostas dos alunos que identificam as concepções alternativas descritas na pergunta 9.

Figura 6.13: algumas respostas dos alunos que identificam as concepções alternativas descritas na pergunta 9



Havia uma pergunta colocada da seguinte forma: O mesmo recipiente agora contém cubos de gelo a -4°C e um cubo de gelo a -1°C .



Qual das figuras ilustra melhor a direcção/sentido de transferência espontânea de calor (assinala com um X)?

- A: figura 1: do cubo de gelo a -1°C para cubos de gelo a -4°C . ☐
- B: figura 2: nos dois sentidos. ☐
- C: figura 3: de cubos de gelo a -4°C para o cubo de gelo a -1°C . ☐
- D: não sei. ☐
- E: outra. ☐

Justifica a tua opção.

A tabela 6.17 mostra a análise da pergunta 10 que solicitava ao aluno para indicar a direcção de transferência espontânea de calor na situação em que um cubo de gelo a -1.0°C é introduzido num recipiente contendo cubos de gelo a -4.0°C .

Tabela 6. 17: Análise das respostas dos alunos à pergunta número 10 do pré-teste nos grupos experimental e de controlo sobre a direcção de transferência espontânea de calor na mistura de cubos de gelo a -4°C e outro cubo de gelo a -1°C

Opções	Categorias	Pré-teste			
		Grupo Experimental		Grupo de Controlo	
		f_i	%	f_i	%

A	A-Figura1: da água a -1° C para a água a -4° C.	9	14.8	5	8.3
B	B-Figura 2: nos dois sentidos.	23	37.8	24	40.0
C	C-Figura 3: da água a -4° C para a água a -1° C.	24	39.3	28	46.7
D	D-Não sei.	5	8.1	3	5.0
Total		61	100.0	60	100.0

Nota. f_i – é o número de alunos que responderam. % é a percentagem

Na tabela 6.17 podem-se ler as categorias das respostas dos alunos relativamente à pergunta 10. Estas estão de acordo com as opções de respostas fornecidas pela folha de resposta disponibilizada ao aluno.

As concepções alternativas exibidas nesta pergunta nos dois grupos experimental e de controlo foram: “a transferência de calor é feita nos dois sentidos”, exibida por 23 alunos do grupo experimental que correspondem a 37.8% e 24 alunos no grupo de controlo que correspondem a 40.0%, “a transferência de calor é feita no sentido de cubos de gelo a -4° C para o cubo gelo a -1° C”, exibida por 24 alunos que correspondem a 39.3% no grupo experimental e 28 alunos que correspondem a 46.7% no grupo de controlo e, “não sei” com 5 alunos que correspondem a 8.1% no grupo experimental e 3 alunos que correspondem a 5.0% no grupo de controlo.

A Figura 6.14 mostra algumas respostas dos alunos que identificam as concepções alternativas descritas na pergunta 10.

Figura 6.14: algumas respostas dos alunos que identificam as concepções alternativas descritas na pergunta 10.

Havia uma pergunta que colocava o aluno diante da situação seguinte: A figura mostra uma chávena com chá quente deixado sobre uma mesa, numa sala.

O que é que acontecerá ao chá depois de algum tempo (assinale com um X)

- A. O chá arrefece até à temperatura do ambiente
- B. O chá aquecerá ainda mais


☐
☐

- C. O chá manter-se-á quente à mesma temperatura
- D. D. Não sei
- Justifica a tua opção:

A tabela 6.18 mostra o resultado da compilação das respostas dos alunos nos grupos experimental e de controlo em relação à pergunta 11 em que solicitava ao aluno para responder o que acontecerá à uma chávena de chá deixada sobre uma mesa numa sala algum tempo depois.

Tabela 6. 18: Análise das respostas dos alunos à pergunta número 11 do pré-teste nos grupos experimental e de controlo

Opções	Categorias	Pré-teste			
		Grupo experimental		Grupo de controlo	
		f_i	%	f_i	%
A	O chá arrefece ate à temperatura ambiente.	41	67.2	36	60.0
B	O chá aquece ainda mais.	10	16.4	7	11.7
C	O chá manter-á- à mesma temperatura	3	4.9	17	28.3
D	Não sei	4	6.6	0	0.0
E	Sem resposta	3	4.9	0	0.0
Total		61	100.0	60	100.0

Nota. f_i – é o número de alunos que responderam. % é a percentagem

Na tabela 6.18 podem-se ler as categorias das respostas dos alunos relativamente à pergunta 11. Estas estão de acordo com as opções de respostas fornecidas pela folha de resposta disponibilizada ao aluno.

As concepções alternativas e outras dificuldades conceptuais exibidas nesta pergunta nos grupos experimental e de controlo foram: “o chá aquecerá ainda mais à custa do arrefecimento do ambiente”, manifestada por 10 alunos no grupo experimental que correspondem a 16.4% e 7 alunos no grupo de controlo que correspondem a 11.7%, “o chá manter-se-á quente à mesma temperatura”, manifestada por 3 alunos no grupo experimental que correspondem a 4.9% e 17 alunos no grupo de controlo que correspondem a 28.3% e, “não sei” com 4 alunos no grupo experimentalque correspondem a 6.6% e nenhum no grupo de controlo .

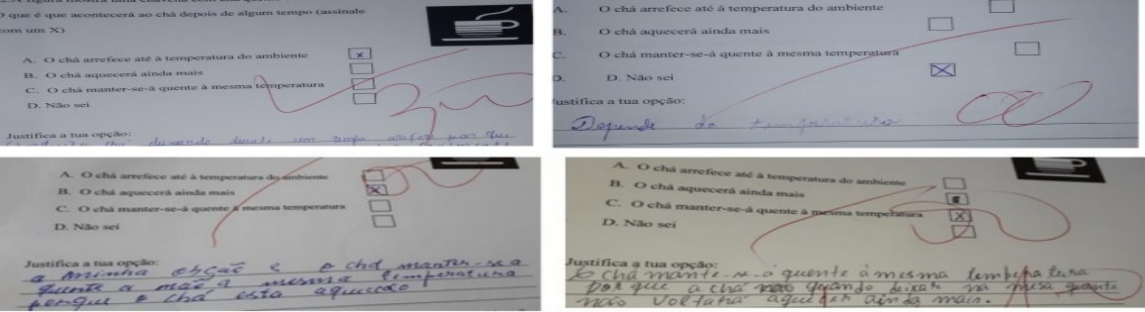
No grupo experimental, houve registo de alunos que não responderama pergunta em número de 3 que correspondem a 4.9%.

Porém, houve registo de alunos nos dois grupos de pesquisa que manifestaram a concepção científica de que “o chá arrefecerá até à temperatura ambiente da sala”, sendo

que no grupo experimental foram registados 41 alunos que correspondem a 67.2% enquanto que no grupo de controlo foram registados 36 alunos que correspondem a 60.0%.

A Figura 6.15 mostra algumas respostas dos alunos que identificam as concepções alternativas descritas.

Figura 6.15: algumas respostas dos alunos que identificam as concepções alternativas descritas na pergunta 11



Havia uma pergunta colocada da seguinte maneira: É possível que a chávena volte a aquecer à custa de arrefecimento do ambiente? Justifica a tua resposta. Na tabela 6.19, mostra-se o resultado da pergunta 12 nos grupos experimental e de controlo, que procurava saber se é possível a chávena de chá voltar a aquecer a custa do arrefecimento do ambiente. As respostas dos alunos foram do tipo “sim” ou “não”. Pese embora a questão tivesse a opção “justifique” nem todos os alunos justificaram a sua opção.

Tabela 6. 19: Análise das respostas dos alunos à pergunta número 12 do pré-teste nos grupos experimental e de controlo sobre se é possível que a chávena volte a aquecer à custa de arrefecimento do ambiente?

Opções	Categorias	Pré-teste			
		Grupo experimental		Grupo de controlo	
		f_i	%	f_i	%
A	Não é possível o chá voltar a aquecer à custa do arrefecimento do ambiente.	18	29.5	15	25.0
B	Sim, é possível o chá voltar a aquecer à custa do arrefecimento do ambiente.	30	49.2	21	35.0
C	Não sei.	13	21.3	24	40.0
Total		61	100.0	60	100.0

Nota. f_i – é o número de alunos que responderam. % é a percentagem

Na tabela 6.19 podem-se ler as categorias das respostas dos alunos relativamente à pergunta 12. Estas estão de acordo com as opções de respostas fornecidas pela folha de resposta disponibilizada ao aluno.

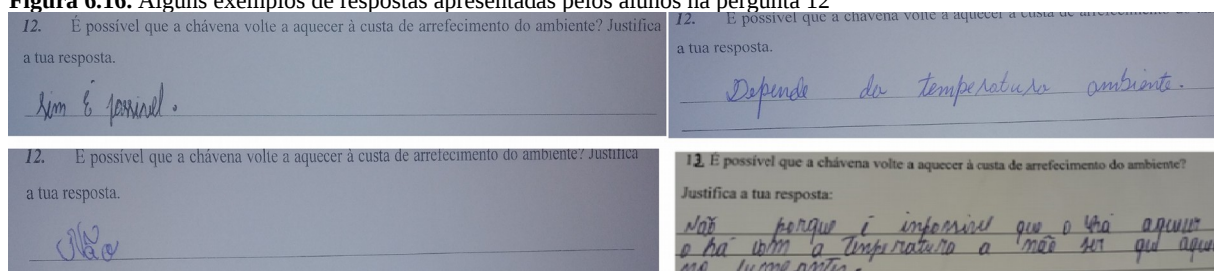
As concepções alternativas e outras dificuldades conceptuais exibidas nesta pergunta nos grupos experimental e de controlo foram: “é possível que o chá volte a aquecer à custa do arrefecimento do ambiente”, manifestada por 30 alunos do grupo

experimental que corresponde a 49.2% e 21 alunos do grupo de controlo que correspondem a 35.0% e “não sei” com registo de 13 alunos no grupo experimental que correspondem a 21.3% e 24 alunos no grupo de controlo que correspondem a 40.0%.

Contudo, tendo no grupo experimental, assim como no grupo de controlo, houve registo de alunos com concepção científica de que “não é possível que o chá volte a aquecer à custa do arrefecimento do ambiente”, sendo que 18 alunos que correspondem a 29.5% são do grupo experimental e 15 alunos que correspondem a 25.0% são do grupo de controlo.

A figura 6.16 a seguir, mostra alguns exemplos de respostas apresentadas pelos alunos na pergunta 12.

Figura 6.16. Alguns exemplos de respostas apresentadas pelos alunos na pergunta 12



A última pergunta foi colocada da seguinte forma: Supõe que um bloco de alumínio de 1kg de massa a 20°C de temperatura é metido em 1 litro de água a 40 °C temperatura. Qual será a temperatura final da mistura?

A. A temperatura final será de 30°C.

☐

B. A temperatura final estará mais próxima de 20°C.

☐

C. A temperatura final está mais próxima de 40°C.

☐

D. Não sei.

☐

Justifica a tua resposta.

A Tabela 6.20 mostra os resultados da análise da pergunta 13 nos grupos experimental e de controlo, que pede a aluno para identificar a temperatura de equilíbrio quando 1kg de bloco de alumínio a 20°C é introduzido em 1 litro de água a 40°C.

Tabela 6. 20: Análise das respostas dos alunos à pergunta número 13 do pré-teste nos grupos experimental e de controlo sobre a temperatura de equilíbrio de 1Kg de bloco de alumínio a 20º C metido em 1litro de água a 40º C

Opções	Categorias	Pré-teste			
		Grupo Experimental		Grupo de Controlo	
		f_i	%	f_i	%

A	A temperatura final será de 30° C.	49	80.3	46	76.7
B	A temperatura final será de 20° C.	3	4.9	5	8.3
C	A temperatura final estará entre 20° C e 40° C.	4	6.6	6	10.0
D	Não sei.	2	3.3	1	1.7
E	Sem resposta.	3	4.9	2	3.3
Total		61	100.0	60	100.0

Nota. f_i – é o número de alunos que responderam. % é a percentagem

Na tabela 6.20 podem-se ler as categorias das respostas dos alunos relativamente à pergunta 13. Estas estão de acordo com as opções de respostas fornecidas pela folha de resposta disponibilizada ao aluno.

As concepções alternativas e outras dificuldades conceptuais exibidas nesta pergunta nos dois grupos de pesquisa foram: “a temperatura final será de 30° C” com 49 alunos do grupo experimental que correspondem a 80.3% e 46 alunos do grupo de controlo que correspondem a 76.7%, “a temperatura final será de 20° C” com registo de 3 alunos no grupo experimental que correspondem a 4.9% e 5 alunos no grupo de controlo que correspondem a 8.3% e “não sei” com registo de 2 alunos no grupo experimental que correspondem a 3.3% e 1 aluno no grupo de controlo que corresponde a 1.7%.

Houve ainda registo de alunos nos dois grupos de pesquisa que não responderam a pergunta, sendo que 3 alunos são do grupo experimental que correspondem a 4.9% e 2 alunos são do grupo de controlo que correspondem a 3.3%.

Portanto, houve registo de alunos com concepção científica de que “a temperatura final estará entre 20° C e 40° C” tendo sido manifestada por 4 alunos do grupo experimental que correspondem a 6.6% e 6 alunos do grupo de controlo que correspondem a 10.0%.

A Figura 6.17 mostra algumas respostas dos alunos que identificam as concepções alternativas descritas.

Figura 6.17. Algumas respostas dos alunos que identificam as concepções alternativas descritas na pergunta 13

A temperatura final será de 30°C ☒

A temperatura final estará mais próxima de 20°C ☐

A temperatura final está mais próxima e 40°C ☐

D. Não sei ☐

Justifica a tua resposta.

A temperatura final será de 30°C porque a temperatura ambiente é de 30°C e o chá está a 30°C.

A. O chá arrefece até à temperatura do ambiente ☐

B. O chá aquecerá ainda mais ☐

C. O chá manter-se-á quente à mesma temperatura ☒

D. Não sei ☐

Justifica a tua opção:

Depende da temperatura ambiente.

B. A temperatura final estará mais próxima de 20°C ☒

C. A temperatura final está mais próxima e 40°C ☐

D. Não sei ☐

Justifica a tua resposta.

Porque a temperatura final será mais próxima de 20°C porque a temperatura ambiente é de 20°C e o chá está a 20°C.

B. A temperatura final estará mais próxima de 20°C ☒

C. A temperatura final está mais próxima e 40°C ☐

D. Não sei ☐

Justifica a tua resposta.

Porque a temperatura final será mais próxima de 20°C e a temperatura ambiente é de 20°C.

CAPITULO VII: NOVA VERSÃO DA ABORDAGEM DOS CONCEITOS DE CALOR, TEMPERATURA, DIRECÇÃO DE TRANSFERÊNCIA ESPONTÂNEA DE CALOR E EQUILÍBRIO TÉRMICO.

O capítulo fornece partes específicas da estrutura da nova sequência de ensino usada na sala de aulas na Escola Secundária “25 de Junho” de Massinga em 2019 em resposta à pergunta 3 da pesquisa que diz: “como essa nova abordagem de ensino-aprendizagem deve ser estruturada no combate às concepções alternativas e outras dificuldades conceptuais identificadas? ”

As secções 3.2. e 3.3 do capítulo III explicam de forma geral como deve ser uma abordagem de ensino que promove uma aprendizagem significativa, neste capítulo são focados os novos elementos e a estrutura da sequência de ensino dos conteúdos.

Parte-se do princípio de que se o ensino for concentrado nas concepções alternativas dos alunos e outras dificuldades de aprendizagem identificadas no estudo haverá melhoria na formulação dos conceitos científicos de calor, temperatura, direcção de transferência espontânea de calor e equilíbrio térmico.

Nesta nova abordagem são introduzidos os seguintes elementos: (a) iniciar a mediação de aulas expositivas com a discussão das concepções alternativas dos alunos; (b) discutir uma actividade experimental de conflito cognitivo; (c) usar uma estratégia de resolução de problemas nas lições número 8 e 11; (d) usar uma actividade experimental de analogia água-calor nas lições número 3 e 4; (e) dar tarefas de prever-observar nas lições números 1, 2 e 4, e usar a estratégia de mapa de conceitos para consolidação nas lições 1 e 2.

A seguir é fornecida a nova versão da sequência dos conteúdos ensinados.

7.1. A nova versão da sequência na termodinâmica

A Tabela 7.1 mostra a nova sequência de ensino dos conteúdos da termodinâmica na 9ª classe. Nesta versão, em comparação com o programa de ensino secundário geral, os novos elementos introduzidos são a discussão das concepções alternativas dos alunos em relação aos processos térmicos e introdução das abordagens dos conceitos de calor (lição 2) e de direcção de transferência espontânea de calor e equilíbrio térmico (lição 3) antes da abordagem do conteúdo sobre termómetro, constituição e funcionamento (lição 4). Assim sendo, é apresentada a seguir a sequência usada.

Tabela 7. 1:Esboço da sequência de ensino em termodinâmica básica.

Nr Lição	Tipo de Aula	Tempo	Natureza e foco da actividade
1			-Discussão aberta sobre as concepções dos

	(Palestra)	90 Min	alunos sobre Temperatura.
	(Laboratório)		-Actividade Experimental sobre sensação térmica.
	(Palestra)		-Conceito de Temperatura.
	(Laboratório)		-Actividade Experimental sobre relação entre temperatura e grau de agitação das moléculas
2	(Trabalho em grupo)	90 Min	-Construção de mapa de conceitos sobre temperatura.
	(Laboratório)		- Discussão aberta sobre as concepções dos alunos sobre Calor.
	(Palestra)		-Actividade experimental que evidencia a transferência de calor.
	(Trabalho em grupo)		-Conceito de Calor.
3		45min	-Construção do mapa de conceitos sobre o conceito de Calor.
	(Palestra)		-Discussão aberta sobre as concepções alternativas dos alunos sobre a direcção de transferência espontânea de calor e equilíbrio térmico.
			-Analogia sobre fluxo de água e calor
	(Laboratório)		-Actividade experimental sobre direcção de transferência espontânea de calor e equilíbrio térmico.
4	(Resolução de problemas)	45 min	- Exercícios de aplicação.
5	(Palestra)	45 min	-Termómetro, Constituição e funcionamento
6	(Palestra)	45 min	-Escala termométrica: Célsius, Fahrenheit e Kelvin.
7	(Palestra)	45 min	-Dilatação térmica nos líquidos e gases.
8	(Resolução de problemas)	45 min	-Exercícios de aplicação.
9	(Palestra)	45 min	-Transmissão de calor
10	(Palestra)	45 min	-Efeito de calor na natureza
11	(Resolução de problemas)	45 min	- Exercícios de aplicação

Lições 1, 2 e 3: Conceito de temperatura, calor, direcção de transferência espontânea de calor e equilíbrio térmico.

Os objectivos principais nestas lições são:

1. Capacitar os alunos a desenvolver uma compreensão e distinção dos conceitos de (a) temperatura (uma quantidade intensiva) e (b) calor (uma quantidade extensiva). Além disso, ajudá-los a distinguir (a) a palavra “calor” em seu sentido quotidiano, que engloba tanto a noção de uma quantidade em trânsito (equivalente ao conceito físico de calor) e de uma quantidade armazenada (equivalente ao conceito físico de energia térmica interna), (b) o termo da física de calor significando apenas a parte da energia em transferência devido às diferenças de temperatura dos objectos em interacção. Este objectivo é parte desta abordagem.

2. Explicar a direcção da transferência espontânea de calor quando dois sistemas diferentes interagem.

3. Explicar o conceito de equilíbrio térmico.

A seguir são descritas as partes novas desta proposta de abordagem para responder os objectivos acima.

7.2. Discussão das concepções alternativas dos alunos

1) A primeira parte de dez minutos em cada aula tratou das ideias dos alunos sobre fenómenos térmicos (explicitação das suas concepções alternativas). Para iniciar a discussão, o professor colocou as seguintes questões: como saber se um corpo está quente ou frio? O que é temperatura? Formule uma frase contendo a palavra temperatura. O que é calor? Qual é o significado de calor na tua língua materna? Formule uma frase contendo a palavra calor. O que podes dizer sobre a temperatura de uma colher de alumínio e uma de madeira encontrando-se no mesmo local?

2) O segundo momento, o de apresentação dos materiais potencialmente significativos, caracterizou-se pela realização das actividades experimentais. Os alunos foram submetidos a uma situação em que as suas ideias prévias sobre os conceitos de calor e temperatura foram colocadas em conflito com factos observáveis, isto é, as suas concepções alternativas foram contrariadas por resultados experimentais científicos, colocando os alunos em situações de conflito cognitivo.

3) O terceiro momento, o de reforço da organização cognitiva na visão de Gonçalves (2007), caracterizou-se por duas fases. Na primeira fase, o professor orientou os alunos para provocação de uma atitude crítica face aos conteúdos. Foi concretizada através da realização da actividade experimental e explicação do fenómeno observado e comparação com as respostas anteriormente formuladas pelos alunos com seus conhecimentos prévios (suas hipóteses). Na segunda fase do terceiro momento, o professor ajudou os alunos a esclarecer o significado dos novos materiais, consolidando os conteúdos mediados. Esta fase foi concretizada através de um mapa de conceitos em que os alunos foram solicitados a produzir em grupo e a posterior, o professor usando a estratégia de elaboração conjunta, orientou a produção do mapa de conceitos modelo.

7.3. Como medir a temperatura de um corpo?

Alguns alunos traziam a concepção alternativa de que o sentido do tacto mede a temperatura de um corpo. Para desfazer esta concepção alternativa, dois alunos foram

solicitados para mergulharem as suas mãos, uma mão em uma bacia com água quente e outra na bacia com água fria. Depois de 30 segundos retiraram as mãos e mergulharam em água morna. Perguntou-se a sensação que teve. As respostas foram de que para a mão que vinha de água quente, tinham a sensação de frio e na outra mão que vinha de água quente tinham sensação de calor.

Com estas actividades experimentais, os alunos chegaram a conclusão de que o sentido de tacto pode nos dar sensações erradas da temperatura, não sendo por essa via recomendável para medição da temperatura e, para a medição da temperatura, usa-se o termómetro.

7.4. Relação entre temperatura e grau de agitação das moléculas

O professor exibiu três copos, um com água natural, outro com mistura de água e cubos de gelo e por fim o terceiro com cubos de gelo. Solicitou aos alunos para descreverem o grau de agitação das partículas com categorias maior, moderado e menor e, usando as mesmas categorias compararem as temperaturas nos três copos. Os alunos conseguiram responder que no copo com água natural, há maior agitação das partículas comparativamente com os outros copos e, por sua vez no copo que contém água e cubos de gelos, a agitação é maior comparativamente ao copo com cubos de gelo. Em relação às temperaturas, alguns alunos, responderam que o copo de água natural tem maior temperatura, seguindo o copo de mistura de cubos de gelo e água e, por fim com temperatura mais baixa o copo com cubos de gelos. Porém, existe um número reduzido de alunos que ficou indeciso sobre as temperaturas dos copos 2 e 3, respectivamente da mistura cubos de gelo+água e cubos de gelo. Para dissipar as dúvidas, o professor solicitou dois alunos para medirem a temperatura dos três copos e preencherem na tabela, ver Tabela 7.2.

Tabela 7. 2: Dados experimentais na formulação do conceito de temperatura

Copos	1	2	3
Grau de agitação das partículas	Menor	Moderado	Maior
Valor da temperatura	4° C	10° C	25° C

Com esta actividade experimental os alunos conseguiram formular que a temperatura mede o grau de agitação das partículas. A partir dos resultados da medição, foi possível chegarem a seguinte conclusão: quanto maior for o grau de agitação, maior é a temperatura. Para a consolidação, o professor pediu aos alunos para a construção de um

mapa de conceitos a partir das seguintes palavras: grau de agitação, partículas, temperatura, energia cinética, corpo.

7.5. A distinção entre calor e temperatura

Aqui o professor começa a mediação pedindo aos alunos para dizer o significado de calor nas suas línguas maternas. Após a discussão, chegam a conclusão de que nas línguas maternas dos alunos o significado de calor é temperatura elevada, sendo esta uma concepção alternativa. De seguida pediu aos alunos para formularem uma frase contendo a palavra calor e, constata-se que muitos alunos empregam o termo calor para designar temperatura elevada.

Para ajudar os alunos a distinguir calor e temperatura solicitaram-se dois alunos para a realização da actividade experimental a partir dos seguintes materiais: 4 copos iguais, água fria, água a temperatura do ambiente, e termómetro. Os outros em grupos de dois alunos cada observavam e discutiam as suas observações. Colocou-se a mesma quantidade de água a temperatura do ambiente em dois copos e mediu-se a temperatura inicial da água em cada um dos copos, tendo-se verificado que a temperatura era a mesma. Perguntou-se aos alunos o que seria da temperatura da mistura das duas quantidades, tendo uns respondidos que a temperatura iria aumentar outros que a temperatura iria diminuir e ainda outros que responderam que iria manter. De seguida misturou-se a água dos dois copos no copo de água quente e introduziu-se o termómetro. Pediu-se aos alunos para lerem a temperatura registada pelo termómetro de 30 a 30 segundos até parar de variar (ver tabela 7.3).

Tabela 7.3: Dados experimentais para formulação do conceito de calor

Recipientes	T1	T2	T3
Copo 1	27° C	55° C	47° C
Copo 2	66° C		
Copo 3	27° C	27° C	27° C
Copo 3	27° C		

Nota. T1 – temperatura 1. T2 – temperatura 2. T3 – Temperatura 3.

Perguntou-se aos alunos o porquê da variação dos valores no termómetro. Uns responderam que era devido à transferência da temperatura da água quente para a água fria, outros responderam que era devido a transferência de calor. O professor enfatizou que a entidade que é transferida é calor, em forma de energia, devido à diferença de temperatura. Para consolidação, pediu-se aos alunos para a construção de um mapa de conceitos a partir

das seguintes palavras: temperatura, energia, calor, corpos, em trânsito. Após a apresentação dos mapas de conceitos construídos pelos diferentes grupos, o professor orientou a construção de um mapa de conceitos modelo no quadro.

7.6. A direcção da transferência espontânea de calor

Esta parte da lição pretendeu superar a concepção alternativa dos alunos de dizer que o calor é transferido para ambas as direcções. Para sua abordagem, o usou o modelo de analogia entre o fluxo de água e calor. Este modelo foi usado por Arnold e Millar (1996) para ilustrar situações de equilíbrio térmico e por Mutumucuo (1997) para ilustrar situações de ensino da transferência espontânea de calor, quanto de equilíbrio térmico. O calor que é transferido de um corpo a uma temperatura mais elevada para outro corpo a uma temperatura mais baixa é considerado, por analogia, como a água que vem fluindo de um vaso de um nível superior para outro a um nível inferior até que os dois vasos em conexão tenham o mesmo nível de água. Os elementos básicos considerados nesta analogia são:

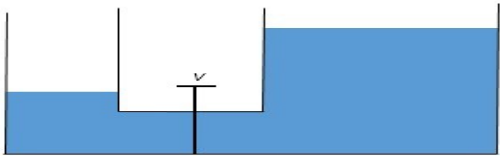
Tabela 7.4: Modelo de analogia usada na sala de aulas para demonstrar a transferência espontânea de calor

Abstrato	Ideial
Quantidade de água	Energia térmica
Fluxo de água	Transferência de calor
Nível alto	Temperatura elevada
Nível baixo	Temperatura baixa
Área seccional de cada vaso	Capacidade de calor

Nota. Adaptado por Mutumucuo (1997)

Os vasos de ligação consistem em um vaso mais largo com maior volume e um vaso mais estreito com menor volume (ver figura 7.1). Ambos estão conectados por meio de um tubo de secção transversal constante em todo o seu comprimento.

Figura 7. 1: Modelo de fluxo de calor de água para direcção da transferência espontânea de calor.



Fonte: Adaptado por Mutumucuo (1997).

No início fecha-se a válvula reguladora e despeja-se a água nos vasos, sendo que o vaso de maior volume fica com um nível de água muito mais elevado do que aquele de

volume mais estreito e menor. A tabela 7.5 fornece uma visão geral do modelo. Esta analogia água-calor-fluxo foi apresentada e discutida com todo o grupo de alunos - assistindo à aula.

Tabela 7.5: Esquema do modelo da analogia água-fluxo de calor

Dois vasos de conexão	Dois sistemas interagindo termicamente
No início, um vaso tem um nível de água muito mais alto do que o outro.	No início, um sistema tem uma temperatura mais alta que o outro.
Ao abrir a válvula de controle da água do nível superior flui na direção do vaso com o nível de água inferior até que ambos os níveis de água sejam iguais, independentemente dos volumes dos vasos que o contêm.	Ao colocar os sistemas em contato, a transferência de calor prossegue na direção do sistema em um ponto mais alto temperatura para o sistema em uma temperatura mais baixa até que ambas as temperaturas sejam iguais, independentemente dos tamanhos dos sistemas interagentes.
O fluxo de água de um vaso para outro é devido à diferença do nível de água nos vasos conectados.	O fluxo de calor de um sistema para outro é devido à diferença de temperatura nos sistemas interagindo.
A igualdade do nível de água não significa igualdade da quantidade de água em ambos os vasos contendo	A igualdade de temperatura não significa igualdade de energia térmica em ambos os sistemas interagindo.
A quantidade de água é uma quantidade extensa.	A energia térmica é uma quantidade extensa .
O nível da água é uma quantidade intensiva.	A temperatura é uma quantidade intensiva.

Nota. Adaptado por Mutumucuo (1997)

Durante a discussão, a atenção dos alunos foi direcionada para o nível inicial da água antes de abrir a válvula, o fluxo (movimento) da água, a direção do fluxo da água, o nível constante da água depois que o fluxo parou e a quantidade de água em cada um do nível constante de água após a interrupção do fluxo e na quantidade de água em cada um dos vasos de conexão.

A diferença nos volumes dos vasos apenas indica que se está lidando com objectos de tamanhos diferentes (em termos de energia, isso significa que suas energias térmicas totais são diferentes). A apresentação da analogia foi seguida por um experimento de demonstração. O experimento consistia em um metal (porca de uma viatura) aquecido até o ponto de ebulição da água que é mergulhado na água em temperatura ambiente. O objectivo deste experimento foi explicitar as ligações entre o modelo e o processo de transferência espontânea de calor, mapeando as características do modelo de água com as do processo térmico. Esta foi uma parte essencial da instrução.

Então, o professor explicitou a ideia da direção dos eventos, tendo tomado como exemplo uma xícara de chá quente deixada para esfriar em uma sala. Os alunos são convidados a discutir o efeito do fluxo de calor espontâneo entre quaisquer dois sistemas. A conclusão pretendida é que um efeito mensurável directo do fluxo de calor é um

aumento na temperatura e na energia interna do sistema que recebe calor e uma diminuição na temperatura e na energia interna do sistema que libera calor.

Conclui-se este tópico afirmando que o calor não fluirá espontaneamente de um corpo frio para um corpo quente, mas apenas do mais quente para o mais frio.

Estar ciente de que usar a água (uma substância) como modelo para a transferência espontânea de calor pode fazer com que alguns alunos considerem o calor também como uma substância; o professor disse a eles: Esse calor é uma entidade imaterial apenas transferida durante um processo, devido às diferenças de temperatura.

7.7. A interpretação do equilíbrio térmico

Para contrariar a concepção alternativa dos alunos sobre equilíbrio térmico (alguns alunos acreditavam que corpos de metal têm menor temperatura em relação a corpos de madeira em condições ambientais similares), os alunos foram solicitados a palpar duas colheres, uma metálica (de alumínio) e outra de madeira, em seguida perguntou-se o que tinham a dizer sobre a temperatura das duas colheres. Maior parte respondeu que a colher de metal estava com temperatura baixa relativamente à de madeira, pois estava mais fria. Após a discussão, os alunos mediram as temperaturas das duas colheres usando o termómetro tendo chegado a conclusão de que a temperatura era a mesma. O professor esclareceu que independentemente da natureza do material, os corpos em contacto com o ambiente, acabam entrando em equilíbrio com este (mesma temperatura).

Lição 4: Exercícios de aplicação sobre conceitos de temperatura, calor, direcção de transferência espontânea de calor e equilíbrio térmico.

O objectivo da aula é resolver problemas relacionados a interpretação dos conceitos de calor, temperatura, direcção de transferência espontânea de calor e equilíbrio térmico. A estratégia de resolução de problemas é mais bem usada com problemas que permitem ao aluno distinguir temperatura do calor em situações do quotidiano, estimar a temperatura dos corpos, ler e interpretar a temperatura clínica e meteorológica, explicar o porquê as pessoas usam agasalho no inverno e no verão não usam, reconhecer o calor como uma forma de energia em trânsito do corpo mais quente para o corpo mais frio e explicar quando é que ocorre o equilíbrio térmico. Esta estratégia pode ser acompanhada pelo uso do mapa de conceitos para avaliar o nível de compreensão dos conceitos.

Lição 5: Termómetro, constituição e funcionamento.

O objectivo da aula é identificar as partes que constituem o termómetro clínico e explicar o princípio de funcionamento com base nos processos de transferência de calor e equilíbrio térmico. A estratégia a usar pode ser a exposição dos conteúdos em forma de palestra.

Lição 6: Escalas termométricas.

O objectivo da aula é de identificar os pontos fixos em diferentes escalas termométricas e converter unidades de temperatura de uma escala termométrica para outra. Pode ser usada a estratégia do método de resolução de problemas e expositivo em forma de palestra.

Lição 7: Dilatação térmica.

O objectivo da aula é de exemplificar a dilatação térmica nos sólidos, líquidos e gases. A aula pode iniciar com uma actividade experimental realizada pelo professor sobre olhar atento dos alunos. A partir de uma vela acesa, o professor pega numa garrafa de vidro (vasilhame de coca cola) tapada por um balão e encosta sua base sobre a vela acesa. Antes deve perguntar aos alunos o que esperam observar. Após constatarem que o balão enche de ar, o professor procura explicação do fenómeno observado por parte dos alunos. Uma vez que os seus conhecimentos não serão suficientes para a explicação do fenómeno, entrarão em conflito cognitivo. Usando uma estratégia expositiva, o professor faz a mediação do processo de construção de conhecimento ao explicar que o enchimento do balão é devido a tendência de maior parte dos corpos de aumentar seu volume quando são aquecidos. Neste caso, as moléculas que constituem o ar contido no interior da garrafa, devido ao aquecimento tendem a expandir o volume por eles ocupado, daí o enchimento do balão.

Lição 8: Exercícios de aplicação sobre funcionamento do termómetro, escalas termométricas e dilatação térmica.

O objectivo da aula é resolver problemas relacionados à interpretação do princípio de funcionamento do termómetro, a relação entre as diferentes escalas termométricas e interpretação da dilatação térmica. A estratégia de resolução de problemas permite aos alunos relacionar as diferentes escalas termométricas fazendo a conversão de unidades, explicar a existência de fendas entre linhas férreas e em pontes e, explicar o porquê as linhas de transmissão da corrente no estado normal não ficam esticadas.

Lição 9: Transmissão de calor.

O objectivo da aula é explicar as diferentes formas de transmissão de calor. O professor pode exhibir um fogão solar rectangular de revestimento exterior de madeira e interior espelhos planos. A parte superior é constituída por uma tampa de vidro removível

(ver Figura 7.2). No interior do fogão introduz uma panela com 0,5 litros de água a temperatura inicial 27°C . Depois de 25 min, a temperatura da água registará aproximadamente 30°C . Usa uma estratégia expositiva para colocar as seguintes questões: O que vocês esperam observar depois alguns minutos no interior da panela? Por que houve aumento da temperatura da água? Que formas de transmissão de calor estiveram envolvidas para que houvesse transferência de calor? A primeira questão será discutida enquanto o fogão é colocado sobre a radiação solar. O professor usa este protótipo para explicar a transferência de calor por irradiação para o vidro do fogão e do vidro para a superfície da panela, a transferência de calor por condução da panela para a água no seu fundo e a transferência de calor por convecção entre a água do fundo da panela e a água de cima para panela.

Figura 7. 2: Fogão solar rectangular usado para explicar os processos de transmissão de calor



Lição 10: Efeitos de calor na natureza.

O objectivo da aula é dar explicação sobre o efeito estufa a partir dos processos de transmissão de calor. A estratégia recomendada a usar é exposição do conteúdo acompanhado de analogia entre os processos que decorrem no interior de um fogão solar rectangular e na natureza.

Lição 11: Exercícios de aplicação sobre transmissão de calor e efeitos de calor na natureza.

O objectivo da aula é resolver problemas relacionados à interpretação dos processos de transmissão de calor e efeitos de calor na natureza. A estratégia de resolução de problemas permite aos alunos explicar as diferentes formas de transmissão de calor envolvidos num fogão solar rectangular e o efeito de estufa na natureza resultante do aquecimento global.

CAPITULO XIII: RESULTADOS DO ESTUDO PRINCIPAL APÓS À INSTRUÇÃO

Neste capítulo, são apresentados os resultados da pesquisa do estudo principal após à instrução, especificamente os resultados que respondem às perguntas de pesquisa (2), assim formulada: 2) Quais são as concepções alternativas e outras dificuldades conceptuais que os alunos da 9ª classe da Escola Secundária “25 de Junho” de Massinga possuem em relação aos conceitos de temperatura, calor, direcção da transferência espontânea de calor e equilíbrio térmico? O capítulo está dividido em três secções, nomeadamente, secção 8.1, 8.2 e 8.3. Foi omitida a questão do pré-teste que pedia o significado de calor na lingua materna do aluno, dado que, tratando do mesmo grupo experimental e mesmo grupo de controlo, as linguas maternas prevalecem.

8.1 Concepções alternativas e outras dificuldades conceptuais exibidas pelos alunos nos conceitos de calor após à instrução.

Havia uma pergunta que pedia o conceito de calor. A tabela 8.1 apresenta o resultado da análise da pergunta número 2 que pede o conceito de calor no grupo experimental.

Tabela 8. 1. Análise das respostas dos alunos à pergunta número 2 do pós-teste no grupo experimental sobre o conceito de calor.

Categoria	Exemplos
A-Calor é uma forma de energia em trânsito devido a diferença de temperatura.	Exemplo 1: Calor é energia em trânsito devido a diferença de temperatura. Exemplo 2: Calor é uma forma de energia transferida quando os corpos estão a diferentes temperaturas. Exemplo 3: Calor é a quantidade de energia transferida em virtude da diferença de temperaturas.
B-Calor significa temperatura elevada.	Exemplo 1: Calor é alta temperatura. Exemplo 2: Calor significa temperatura elevada. Exemplo 3: Calor é quando aquece muito.

Nota. Os dados da tabela foram categorizados de acordo com as respostas fornecidas pelos alunos.

A concepções alternativa exibida pelos alunos, foi a seguinte: “calor significa temperatura elevada”.

A tabela 8.2 apresenta as respostas dos alunos à pergunta número 2 sobre o conceito de calor no grupo de controlo.

Tabela 8. 2. Análise das respostas dos alunos à pergunta número 2 do pós-teste sobre o conceito de calor no grupo de controlo.

Categoria	Exemplos
A-Calor é uma forma de energia em trânsito devido a diferença de temperatura.	Exemplo 1: Calor é energia em trânsito devido a diferença de temperatura. Exemplo 2: Calor é uma forma de energia em trânsito quando os corpos estão a diferentes temperaturas. Exemplo 3: Calor é a quantidade de energia transferida em virtude da diferença de temperaturas.
B-Calor significa temperatura elevada.	Exemplo 1: Calor é alta temperatura. Exemplo 2: Calor significa temperatura elevada. Exemplo 3: Calor é quando aquece, no intervalo das 12 as 14h.
E-Calor é contrário de frio.	Exemplo 1: Calor é quando a temperatura é maior que 30° C. Exemplo 2: Calor é o que se sente no verão. Exemplo 3: Calor é quando faz muito sol.

Analisando as respostas dos alunos na tabela 8.2, nota-se que foram identificadas as seguintes concepções alternativas: “calor significa temperatura elevada” e “calor é contrário de frio”.

Continuaram alguns alunos com a concepção científica de que “calor é uma forma de energia em trânsito em virtude da diferença de temperatura”, tanto no grupo experimental assim como no grupo de controlo.

A seguir, através da tabela 8.3 é apresentada síntese das respostas dos alunos do grupo experimental no pós-teste na pergunta 3 que pedia para descrever um fenómeno do quotidiano contendo a palavra calor.

Tabela 8. 3. Análise das respostas dos alunos à pergunta número 3 do pós-teste no grupo experimental sobre a descrição de um fenómeno do quotidiano contendo a palavra calor.

Categoria	Exemplos
A-Calor é uma forma de energia em trânsito devido a diferença de temperatura.	Exemplo 1: O chá transfere calor à colher de alumínio. Exemplo 2: A água quente transfere calor á agua fria. Exemplo 3: O calor é transferido entre dois corpos.
B-Calor significa temperatura elevada	Exemplo 1: ontem aqueceu muito. Exemplo 2: Tirei casaco por causa de calor na sala de aulas. Exemplo 3: Aqui faz muito calor durante o dia.
C -Calor é contrario de frio	Exemplo 1: No verão faz calor e no inverno faz frio. Exemplo 2: De dia faz muito calor e de noite é o contrário, faz frio. Exemplo 3: Ultimamente, se não faz frio, faz calor.

Observando a tabela 8.3, nota-se uma redução das concepções alternativas manifestadas no pré-teste. Prevalecem as concepções alternativas seguintes. “calor significa temperatura elevada” e “calor é contrario de frio”.

A tabela 8.4 apresenta a síntese das respostas dos alunos do grupo de controlo à pergunta número 3 que pedia a descrição de um fenómeno do quotidiano contendo a palavra calor.

Tabela 8. 4. Análise das respostas dos alunos à pergunta número 3 do pós-teste no grupo de controlo sobre a descrição de um fenómeno do quotidiano contendo a palavra calor.

Categoria	Exemplos
A-Calor é uma forma de energia em trânsito devido a diferença de temperatura.	Exemplo 1: Corpos quentes transferem calor para corpos frios. Exemplo 2: O calor é transferido de corpos de maior temperatura para corpos de menor temperatura. Exemplo 3: O calor é transferido entre o bloco e a água.
B-Calor significa temperatura elevada	Exemplo 1: Hoje está muito quente. Exemplo 2: Sinto mais calor hoje do que ontem. Exemplo: Amnhã é dia de muito calor.
C-Calor é directamente proporcional a temperatura	Exemplo 1: Nos dias de muito calor, as temperaturas atingem 40° C. Exemplo 2: Nos dias de temperaturas altas faz muito calor. Exemplo 3: vou à praia por que faz muito calor.

D-Calor é uma substancia ou fluido	Exemplo 2: Estou a sentir calor seco.
E-Calor é contrário de frio	Exemplo 1: No verão faz calor e no inverno faz frio. Exemplo 2: Faz calor de dia e a noite faz frio. Exemplo 3: Ou faz frio ou é calor.

Observa-se na tabela 8.4 que o mesmo tipo de concepções alternativas identificadas no pré-teste, prevaleceu no pós-teste, nomeadamente: “calor significa temperatura elevada”, “calor é directamente proporcional à temperatura”, “calor é uma substância ou fluido” e “calor é contrário de frio”.

Houve ainda registo nos dois grupos de pesquisa da concepção científica de que “calor é uma forma de energia em transito em virtude de diferenca de temperatura”.

8.2 Concepções alternativas e outras dificuldades conceptuais exibidas pelos alunos no conceito de temperatura após à instrução.

A tabela 8.5, a seguir, apresenta a sintese da mesma pergunta, sobre o conceito de temperatura, no pós-teste do grupo experimental.

Tabela 8.5. Análise das respostas dos alunos à pergunta número 4 do pós-teste no grupo experimental sobre o conceito de temperatura

Categorias	Exemplos
A-Temperatura é o grau de aquecimento ou arrefecimentos dos corpos	Exemplo1: A temperatura é a grandeza que mede o aquecimento ou arrefecimento dos corpos. Exemplo2: Temperatura é o grau de aquecimento ou arrefecimentos dos corpos. Exemplo3:A temperatura mede o grau de agitação das particulas.
B-Temperatura é intensidade de calor.	Exemplo1:A temperatura mede o nivel de calor.

Analisando as respostas através da tabela 8.5, nota-se que os alunos do grupo experimental no pós-teste, à semelhança do pré-teste, mantiveram a concepção alternada de que “ temperatura é intensidade de calor” e deixaram de exibir a concepção alternativa de que “a temperatura transfere-se”.

Houve registo, ainda de alunos com concepção científica de que “temperatura é a grandeza fisica que mede o grau de aquecimento ou arrefecimento dos corpos ou particulas”.

A seguir, apresentam-se os resultados das respostas dos alunos do grupo de controlo no pós-teste relativos à pergunta que pedia a definição da temperatura através da tabela 8.6.

Tabela 8.6. Análise das respostas dos alunos à pergunta número 4 do pós-teste no grupo de controlo sobre o conceito de temperatura.

Categorias	Exemplos
A-Temperatura é o grau de aquecimento ou arrefecimentos dos corpos	Exemplo1: A temperatura é a grandeza que mede o aquecimento ou arrefecimento dos corpos. Exemplo2: Temperatura é o grau de aquecimento ou arrefecimentos dos corpos. Exemplo3: A temperatura mede o grau de agitação das partículas.
B-Temperatura é intensidade de calor.	Exemplo1: A temperatura mede o nível de calor. Exemplo2: A temperatura é intensidade de calor. Exemplo3: A temperatura é quantidade de calor.

Analisando as respostas através da tabela 8.6, nota-se que os alunos do grupo de controlo no pós-teste mantiveram a concepção alternada de que “temperatura é intensidade de calor” e deixaram de exibir a concepção alternativa de que “a temperatura se transfere” em relação ao pré-teste.

Contudo, houve registo, ainda de alunos com concepção científica de que “temperatura é a grandeza física que mede o grau de aquecimento ou arrefecimento dos corpos ou partículas”.

Havia uma pergunta que solicitava aos alunos para a descrição do fenómeno do quotidiano contendo a palavra temperatura. A tabela 8.7 mostra os resultados no pós-teste do grupo experimental.

Tabela 8.7. Análise das respostas dos alunos à pergunta número 5 do pós-teste no grupo experimental sobre a descrição de um fenómeno do quotidiano contendo a palavra temperatura.

Categorias	Exemplos
A-Temperatura é o grau de aquecimento ou arrefecimentos dos corpos.	Exemplo1: A temperatura da água é baixa no verão. Exemplo2: Quando a temperatura é alta vamos à praia. Exemplo3: A temperatura do gelo é de 0°C.
B-A temperatura transfere-se.	Exemplo1: Os cubos de gelo transferem temperatura baixa para a bebida. Exemplo2: água quente transferem temperatura para água fria. Exemplo3: Entre dois corpos em contacto há transferência de temperatura.

Nota. A tabela mostra a análise das respostas dos alunos à pergunta número 5 do pós-teste no grupo experimental sobre a descrição de um fenómeno do quotidiano contendo a palavra temperatura.

No grupo experimental, os resultados do pós-teste exibidos na tabela 8.7, mostram que foi exibida apenas a concepção alternada de que “a temperatura se transfere”. Os restantes alunos exibiram a concepção científica de que “temperatura é a grandeza física que mede o grau de aquecimento ou arrefecimento dos corpos ou partículas”.

De seguida, é feita a síntese das respostas dos alunos através das Tabelas 8.8 no pós-teste do grupo de controlo à mesma pergunta que solicitava ao aluno para descrever um fenómeno do quotidiano contendo a palavra temperatura.

Tabela 8.8. Análise das respostas dos alunos à pergunta número 5 do pós-teste no grupo de controlo sobre a descrição de um fenómeno do quotidiano contendo a palavra temperature.

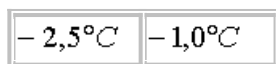
Categorias	Exemplos
A-Temperatura é o grau de aquecimento ou arrefecimentos dos corpos.	Exemplo1: A temperatura do meu corpo está alta. Exemplo2: A temperatura de hoje está muito baixa. Exemplo3: Gosto de usar termómetro para medir a temperatura.
B-Temperatura é intensidade de calor.	Exemplo1: A temperatura está alta teremos muito calor. Exemplo2: Quando a temperatura aumenta, o calor também aumenta. Exemplo3: De dia temos maior temperatura devido a intensidade de calor.
C-A temperatura transfere-se.	Exemplo1: A pedra de gelo no copo de bebida transfere temperatura baixa para a bebida. Exemplo2: A geladeira transfere temperaturas baixas para a água. Exemplo3: A água de banho transfere temperatura para o corpo humano.

Nota. A Tabela mostra a análise das respostas dos alunos à pergunta número 5 do pós-teste sobre a descrição de um fenómeno do quotidiano contendo a palavra temperature.

No grupo de controlo, os resultados do pós-teste exibidos na tabela 8.8, mostram que prevalecem as concepções alternativas de que “temperatura é intensidade de calor” e “a temperatura transfere-se”.

Contudo, houveram alunos exibiram a concepção científica de que “temperatura é a grandeza física que mede o grau de aquecimento ou arrefecimento dos corpos ou partículas”.

Havia uma pergunta que colocava o aluno diante da seguinte situação: Considera dois cubos de gelo que inicialmente se encontram a temperaturas diferentes como vem ilustrado abaixo. Eles são colocados em contacto.



(A) (B)

O que é transferido entre os dois blocos de gelo?

Feita a análise no pós-teste do grupo experimental, sobre a pergunta descrita, os resultados são exibidos na tabela 8.9.

Tabela 8.9. Análise das respostas dos alunos à pergunta número 6 do pós-teste no grupo experimental.

Categorias	Exemplos
A-Quando os dois blocos entram em contacto há transferência de calor do bloco de maior temperatura para o bloco de menor temperatura.	Exemplo1: Calor. Exemplo2: Transferiu-se de B para A. Exemplo3: Foi transferido calor.

Nota. A Tabela mostra a análise das respostas dos alunos à pergunta número 6 do pós-teste sobre a entidade que é transferida quando dois corpos a temperaturas diferentes são mantidos em contacto.

Analisando os dados da tabela 8.9, nota-se que os alunos do grupo experimental, manifestaram apenas a concepção científica de que “entre os dois blocos em contacto, transfere-se calor do bloco de maior temperatura para o bloco de menor temperatura”, sem, no entanto, exibirem nenhuma concepção alternativa.

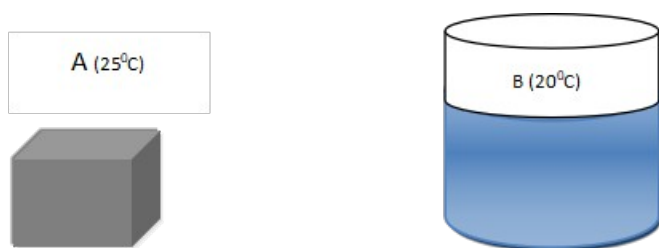
Tabela 8.10. Análise das respostas dos alunos à pergunta número 6 do pós-teste no grupo de controlo sobre a entidade que é transferida quando dois corpos a temperaturas diferentes são mantidos em contacto.

Categorias	Exemplos
A- Quando os dois blocos entram em contacto há transferência de calor do bloco de maior temperatura para o bloco de menor temperatura.	Exemplo1: Transfere-se calor do bloco B para bloco A. Exemplo2: Calor. Exemplo3: Transfere-se calor.
B- A temperatura transfere-se.	Exemplo1: transferiu-se temperatura. Exemplo2: Temperatura. Exemplo3: a temperatura foi transferida.

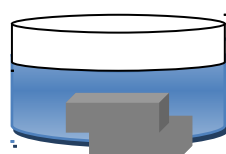
Nota. A Tabela a seguir, mostra a síntese das respostas do pós-teste da pergunta anterior, no grupo de controlo

Os resultados na tabela 8.10 relativos ao grupo de controlo, mostram que ao alunos, para além da concepção científica de que “a transferencia de calor entre dois blocos em contacto é no sentido do bloco de maior temperatura para o bloco de menor temperatura”, prevaleceu a concepção alternativa de que “a temperatura transfere-se”.

Havia uma pergunta colocada da seguinte maneira: Na figura abaixo tens um bloco metálico inicialmente a 25° C e um calorímetro contendo água a 20° C.



De seguida, o bloco metálico A é introduzido no calorímetro, de acordo com a figura a seguir:



Pergunta 8.1: O que é transferido entre o bloco A e a água no calorímetro?

Na tabela 8.11 são reportadas as respostas dos alunos dos grupos experimental e de controlo no pós-testes, no concernente à pergunta que solicitava o aluno para identificar a entidade que é transferida entre o bloco e a água no calorímetro.

Tabela 8. 11. Análise das respostas dos alunos à pergunta número 7.1 do pós-teste nos grupos experimental e de controlo sobre a entidade que é transferida quando um bloco aquecido é mergulhado num calorímetro com água

Opções	Categorias	Pós-teste			
		Grupo experimental		Grupo de controlo	
		f_i	%	f_i	%
A	Transfere-se calor	55	94.8	25	48.1
B	Transfere-se temperatura	3	5.2	7	13.5
C	Nada é transferido	0	0.0	6	11.5
D	Sem resposta	0	0.0	14	26.9
Total		58	100.0	52	100.0

Nota. f_i – é o número de alunos que responderam. % é a percentagem

Os dados da Tabela 8.11 foram categorizados de acordo com as respostas fornecidas pelos alunos no pós-teste do grupo experimental. A última categoria, “sem resposta”, é de respostas em branco.

Foram registados no pós-teste, com concepção científica de que a “entidade transferida é calor” no grupo experimental 55 alunos, que correspondem a 94.8%. Por outro lado, no grupo de controlo foram registados 25 alunos, que correspondem a 48.1%.

A concepção alternativa exibida pelos alunos, do grupo experimental foi a de que “a temperatura se transfere”, com uma frequência de 3 alunos, equivalente a 5.2%.

Por outro lado, no grupo de controlo, para além da concepção alternativa de que “a temperatura se transfere” exibida por 7 alunos, correspondente a 13.5 %, manifestaram outras dificuldades conceptuais: 6 alunos responderam que “nada se transfere”, correspondente a 11.5% e, 14 alunos não responderam, correspondente a 26.9%.

8.3 Resultados das concepções alternativas identificadas nos alunos nos conceitos de direcção da transferência espontânea de calor e equilíbrio térmico após à instrução.

Nesta secção são apresentados os resultados das perguntas 7.2 a 13 relativas às concepções alternativas e outras dificuldades conceptuais exibidas pelos alunos nos conceitos de direcção de transferência espontânea de calor e equilíbrio térmico, e sua frequência comparativamente aos conceitos científicos após à instrução.

Havia uma pergunta em que pedia a indicação do sentido em que é transferido o que o aluno identificou em 7.1.

A tabela 8.12 exhibe os resultados da análise da pergunta 7.2 nos dois grupos experimental e de controlo. A pergunta solicitava ao aluno para indicar a direcção da transferência espontânea de calor após introduzir um bloco metálico a 25° C num recipiente contendo água a 20° C.

Tabela 8.12. Análise das respostas dos alunos à pergunta número 7.2 do pós-teste nos grupos experimental e de controlo sobre o sentido da transferência entidade mencionada em 7.1.

Opções	Categorias	Pós-teste			
		Grupo experimental		Grupo de controlo	
		f_i	%	f_i	%
A	do Bloco A (a 25°C) para a Água B(a 20°C).	58	100	24	46.2
B	Nos dois sentidos.	0	0.0	0	0.0
C	Do B (a 20°C) para o Bloco A (a 25°C).	0	0.0	22	42.3
D	De cima para baixo.	0	0	6	11.5
Total		58	100.0	52	100.0

Nota. f_i – é o número de alunos que responderam. % é a percentagem

Os dados da Tabela 8.12 foram categorizados de acordo com as respostas fornecidas pelos alunos.

Olhando para as respostas dos alunos do pós-teste no grupo experimental, constata-se que no grupo experimental 58 alunos, que correspondem a 100.0%, manifestaram a concepção científica de que “a transferência de calor é do bloco com maior temperatura (25° C) para o bloco com menor temperatura (20° C)”.

Por outro lado, no grupo de controlo, 24 alunos, que correspondem a 46.2% manifestaram concepção científica de que “a transferência de calor é do bloco com maior temperatura (25° C) para o bloco com menor temperatura (20° C)”.

Outros 28 alunos continuam com concepções alternativas e outras dificuldades concepções, sendo 22 alunos, que correspondem a 42.3% manifestado a concepção alternativa de que “a transferência de calor é do bloco de menor temperatura (20° C) para o bloco de maior temperatura (25° C)” e 6 alunos que correspondem a 11.5% assumiram que “o sentido da transferência de calor é de cima para baixo”.

Havia uma pergunta que questionava o momento em que pára o fenómeno que mencionaste em 7.1.

A Tabela 8.13 mostra os resultados das respostas dos alunos da turma de controlo na pergunta 7.3 em que eram solicitados para responderem o momento em que cessa a transferência de calor após introduzir um bloco metálico a 25° C num recipiente contendo água a 20° C.

Tabela 8.13. Análise das respostas dos alunos à pergunta número 7.3 do pós-teste nos grupos experimental e de controlo sobre o momento em que pára a transferência da entidade mencionada em 7.1.

Opções	Categorias	Pós-teste			
		Grupo experimental		Grupo de controlo	
		f_i	%	f_i	%
A	Quando atingem a mesma temperatura.	52	89.7	31	59.6
B	Quando os dois corpos atingir 25° C.	6	10.3	6	11.5
C	Quando os dois corpos atingirem 20°C.	0	0.0	7	13.5
D	Não pára a transferência de calor.	0	0.0	8	15.4
Total		58	100.0	52	100.0

Nota. f_i – é o número de alunos que responderam. % é a percentagem.

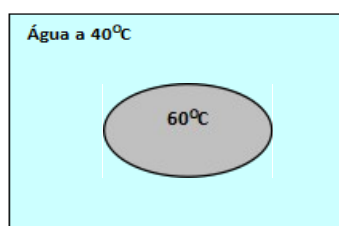
Os dados da tabela 8.13 foram categorizados de acordo com as respostas fornecidas pelos alunos.

Olhando para os dados fornecidos, nota-se que no pós-teste do grupo experimental, 52 (cinquenta e dois) alunos, que correspondem 89.7 % tem a concepção científica de que a transferência espontânea de calor pára quando os dois corpos atingem o equilíbrio térmico, ou seja, quando estiverem à mesma temperatura. Com prevalência na manifestação de concepções alternativas foram registados 6(seis) alunos, que correspondem a 10.3%.

Por sua vez, o grupo de controlo registou 31(trinta e um) alunos, que correspondem a 59.6%. Os restantes mostraram ainda dificuldades no entendimento do momento em que

pára a transferência de calor, sendo que 6(seis) alunos, que correspondem a 11.5%, assumem que a transferência de calor pára quando so dois corpos atigirem 25° C, outros 7(sete) alunos, que correspondem a 13.5%, assumem que a transferência de calor pára quando os dois corpos atigem 20° C e, ainda, 8(oito) alunos, que correspondem a 15.4%, acreditam que o processo de transferência de calor entre dois corpos não cessa.

Havia uma pergunta que colocava a seguinte situação: Tens água num recipiente, inicialmente a 40°C. Nela mergulha-se um bloco metálico de 20kg de massa inicialmente a 60°C, como mostra a figura abaixo:



A mesma pergunta pedia a temperatura final do conjunto (bloco metálico+ água. E a Justificação da resposta.

A tabela 8.14 elucida os resultados da análise da pergunta 8(oito) na turma de controlo, sobre a temperatura final do conjunto (bloco metálico+ água), estando a água a 40° C e o Bloco de alumínio com massa de 20Kg a 60° C.

Tabela 8. 14. Análise das respostas dos alunos à pergunta número 8 do pós-teste nos grupos experimental e de controlo sobre a temperatura de equilíbrio do bloco aquecido introduzido num calorímetro com água.

Opções	Categorias	Pós-teste			
		Grupo experimental		Grupo de controlo	
		f_i	%	f_i	%
A	A temperatura final estará entre 40° C e 60° C.	36	62.1	16	30.8
B	A temperatura final estará acima de 60° C.	16	27.6	21	40.4
C	A temperatura final será de 60° C	6	10.3	10	19.2
D	A temperatura final será de 40°C.	0	0.0	5	9.6
Total		58	100.0	52	100.0

Nota. f_i – é o número de alunos que responderam. % é a percentagem.

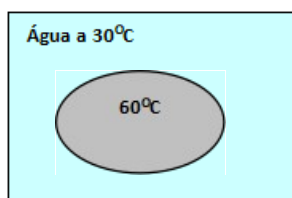
A tabela 8.14 mostras que no grupo experimental, com concepção científica de que a temperaura de equilíbrio estará entre 40° C e 60° C, no pós-teste, o número de alunos nesta categoria foi de 36 (trinta e seis) alunos que corresponde a 62.1%. Com concepções alternativas e outras dificuldades conceptuais, foram 16 (dezasseis) alunos, que corresponde a 27.6%, com a escolha da alternativa que dizia que “a temperatura final estará

acima de 60° C” e 6(seis) alunos, que corresponde a 10.3% com a opção de que “a temperatura final será de 60° C) ”.

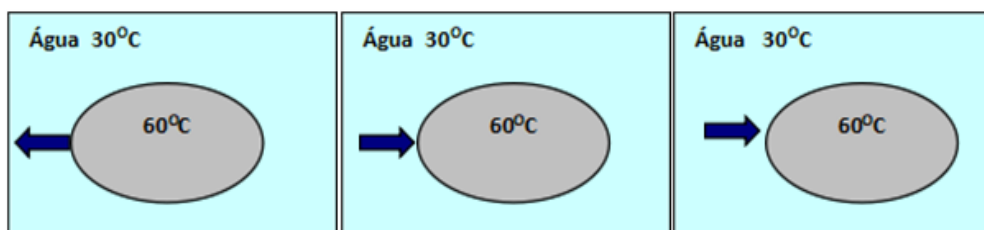
Por sua vez, no grupo de controlo, com concepção científica no pós-teste o número de alunos foi de 16 (dezasseis) alunos que corresponde a 30.8%. Com concepções alternativas e outras dificuldades conceptuais, o número foi de 21 (vinte e um) alunos no pós-teste, que corresponde a 40.4% com entendimento de que “a temperatura final estará acima de 60° C”, outros ainda em número de 10(dez) alunos, que correspondem a 19.2% a optarem pela alternativa de que “a temperatura final será de 60° C) ”, e, por fim, 5 (cinco) alunos, que corresponde a 9.6% a escolher a opção que dizia que “ a temperatura final será de 40°C”.

Havia uma pergunta que colocava o aluno na seguinte situação: Na figura abaixo tens água num recipiente, inicialmente a 30°C. Nela mergulha-se um objecto metálico inicialmente a 60°C.

Objecto + água



Observa as figuras e diga (assinala com um X), qual dos três casos ilustra melhor a direcção/sentido espontâneo de transferência de calor?



A: figura 1: do objecto para a água.

☐

B: figura 2: da água para o objecto.

☐

C: figura 3: nos dois sentidos.

☐

D: não sei

☐

E: outra.

☐

Escreva:

Justifica a tua opção:

A tabela 8.15 mostra o resultado das respostas na pergunta 9 que solicitava ao aluno indicar a direcção/sentido de transferência de calor quando um Bloco aquecido é introduzido recipiente com água.

Tabela 8. 15. Análise das respostas dos alunos à pergunta número 9 do pós-teste nos grupos de controlo e experimental sobre a direcção/sentido de transferência espontânea de calor do bloco aquecido e introduzido num recipiente com água.

Opções	Categorias	Pós-teste			
		Grupo experimental		Grupo de controlo	
		f_i	%	f_i	%
A	A-Figura1: do objecto para a água.	52	89.7	23	44.2
B	B-Figura 2: da água para o objecto.	2	3.4	17	32.7
C	C-Figura 3: nos dois sentidos.	4	6.9	12	23.1
Total		58	100.0	52	100.0

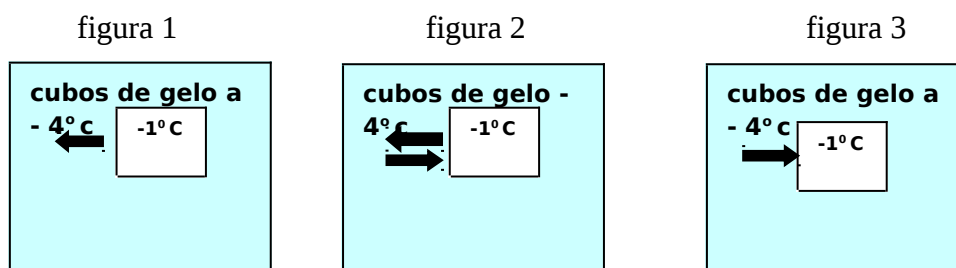
Nota. f_i – é o número de alunos que responderam. % é a percentagem

Na tabela 8.15 pode-se ler as categorias das respostas dos alunos relativamente à pergunta 9. Estas estão de acordo com as opções de respostas fornecidas pela folha de resposta disponibilizada ao aluno.

No grupo experimental, com a concepção científica de que “a direcção de transferência espontânea de calor é do corpo com maior temperatura (o Bloco aquecido) para o corpo com menor temperatura (a água)”, foram registados 52 (cinquenta e dois) alunos, correspondem a 89.7%. Com concepções alternativas e outras dificuldades conceptuais foram registados 2(dois) alunos, que correspondem a 3.4% com a opção que dizia que” a direcção de transferência espontânea de calor é “da água para o objecto” e, 4(quatro) alunos, que correspondem a 6.9% na opção que dizia que a direcção de transferência espontânea de calor é “nos dois sentidos”.

Por outro lado, no grupo de controlo, nota-se com a concepção científica de que a direcção de transferência espontânea de calor é “do corpo com maior temperatura (o Bloco aquecido) para o corpo com menor temperatura (a água)”, foram registados 23 (vinte e três) alunos, que correspondem a 44.2%. Com concepções alternativas e outras dificuldades conceptuais foram registados 17(dezassete) alunos, que correspondem a 32.7% com a opção que dizia que” a direcção de transferência espontânea de calor é “da água para o objecto” e, 12(doze) alunos, que correspondem a 23.1% na opção que dizia que a direcção de transferência espontânea de calor é “nos dois sentidos”.

Segue a pergunta número 10, cuja formulação é a seguinte: Qual das figuras ilustra melhor a direcção/sentido de transferência espontânea de calor (assinala com um X)?



A: figura 1: do cubo de gelo a -1°C para cubos de gelo a -4°C .

☐

B: figura 2: nos dois sentidos.

☐

C: figura 3: cubos de gelo a -4°C para cubo de gelo a -1°C .

☐

D: não sei.

☐

E: outra.

☐

Justifica a tua opção.

A tabela 8.16 mostra a análise da pergunta 10 que solicitava ao aluno para indicar a direcção de transferência espontânea de calor na situação em que um cubo de gelo a -1.0°C é introduzido num recipiente contendo cubos de gelo a -4.0°C .

Tabela 8. 16. Análise das respostas dos alunos à pergunta número 10 do pós-teste no grupo experimental e de controlo sobre a direcção de transferência espontânea de calor na mistura de cubos de gelo a -4°C e cubo de gelo a -1°C

Opções	Categorias	Pós-teste			
		Grupo experimental		Grupo de controlo	
		f_i	%	f_i	%
A	A-Figura1: do cubo de gelo a -1°C a cubos de gelo a -4°C .	26	44.8	7	13.5
B	B-Figura 2: nos dois sentidos.	5	8.6	9	17.3
C	C-Figura 3: de cubos de gelo a -4°C para o gelo a -1°C .	27	46.6	36	69.2
Total		58	100.0	52	100.0

Nota. f_i – é o número de alunos que responderam. % é a percentagem

Na tabela 8.16 podem-se ler as categorias das respostas dos alunos relativamente à pergunta 10. Estas estão de acordo com as opções de respostas fornecidas pela folha de resposta disponibilizada ao aluno.

No grupo experimental, nota-se que o número de alunos com concepção científica sobre a direcção/sentido de transferência espontânea de calor foi de 26 (vinte e seis) alunos, correspondente a 44.8%. Com concepções alternativas e outras dificuldades conceptuais foram registados 5 (cinco) alunos, que correspondem a 8.6%, com a opção de que a direcção/sentido da transferência de calor é “nos dois sentidos” e, 27(vinte e sete) alunos, que correspondem a 44.6%, com a opção de que a direcção/sentido de transferência de calor é “de cubos de gelo a -4°C para o cubo de gelo a -1°C ”.

Por sua vez, no pós-teste do grupo de controlo, nota-se que o número de alunos com concepção científica sobre a direcção/sentido de transferência espontânea de calor foi de 7 (sete) alunos, correspondente a 13.5%. Com concepções alternativas e outras dificuldades conceptuais foram 9 (nove) alunos, correspondente a 17.3%, que optaram pela alternativa que dizia que “a transferência de calor é feita nos dois sentidos (da mistura de cubos de gelo para o cubo de gelo e do cubo de gelo para a mistura de cubos de gelo)” e 36 (trinta e seis) alunos, correspondente 69.2% que escolheram a alternativa de que “ a transferência de calor é feita no sentido da água a -4°C para o gelo a -1°C ”.

Havia uma pergunta que colocava o aluno diante da situação seguinte: A figura mostra uma chávena com chá quente deixado sobre uma mesa, numa sala.

O que é que acontecerá ao chá depois de algum tempo (assinale com um X)



E. O chá arrefece até à temperatura do ambiente

☐

F. O chá aquecerá ainda mais

☐

G. O chá manter-se-á quente à mesma temperatura

☐

H. D. Não sei

☐

Justifica a tua opção:

A tabela 8.17 mostra o resultado da compilação das respostas dos alunos da turma de controlo em relação à pergunta 11 em que solicitava ao aluno para responder o que acontecerá à uma chávena de chá deixada sobre uma mesa numa sala algum tempo depois.

Tabela 8. 17. Análise das respostas dos alunos à pergunta número 11 do pós-teste nos grupos experimental e de controlo sobre o que acontecerá ao chá depois de algum tem deixado em cima de uma mesa.

Opções	Categorias	Pós-teste			
		Grupo experimental		Grupo de controlo	
		f_i	%	f_i	%

A	O chá arrefece ate à temperatura ambiente.	54	93.1	43	82.7
B	O chá aquece ainda mais.	0	0.0	2	3.8
C	O chá manter-á- à mesma temperatura	4	6.9	4	7.7
D	Não sei	0	0.0	3	5.8
Total		58	100.0	52	100.0

Nota. f_i – é o número de alunos que responderam. % é a percentagem

Na tabela 8.17 podem-se ler as categorias das respostas dos alunos relativamente à pergunta 11. Estas estão de acordo com as opções de respostas fornecidas pela folha de resposta disponibilizada ao aluno.

No grupo experimental 54(cinquenta e quatro) alunos, que correspondem à 93.1% identificam-se com a concepção científica de que “o chá arrefece até à temperatura ambiente”. Com concepções alternativas, apenas 4(quatro) alunos, que correspondem a 6.9% optaram com a alternativa de que “o chá manter-á à mesma temperatura.

Por sua vez, o grupo de controlo mostra que o número de alunos que escolheram a concepção científica é de 43(quarenta e três) alunos, que corresponde a 82.7%. Os restantes exibiram concepções alternativas e ou dificuldades conceptuais, sendo que 2(dois) alunos, que corresponde a 3.8%, escolheram a alternativa de que “o chá aquece mais) e 4(quatro) alunos, que correspondem a 7.7%, escolheram a alternativa de que “o chá manter-á- à mesma temperatura”.

Havia uma pergunta colocada da seguinte maneira: É possível que a chávena volte a aquecer à custa de arrefecimento do ambiente? Justifica a tua resposta.

Na tabela 8.18, mostra-se o resultado da pergunta 12 nos grupos experimental e de controlo. As respostas dos alunos foram do tipo “sim” ou “não”. Pese embora a questão tivesse a opção “justifique” nenhum aluno justificou a sua opção.

Tabela 8. 18. Análise das respostas dos alunos à pergunta número 12 do pós-teste nos grupos experimental e de controlo sobre direção de transferência espontânea de calor de uma chávena de chá deixada em cima de uma mesa à temperatura ambiente.

Opções	Categorias	Pós-teste			
		Grupo experimental		Grupo de controlo	
		f_i	%	f_i	%
A	Não é possível o chá voltar a aquecer à custa do arrefecimento do ambiente.	55	94.8	27	51.9
B	Sim,é possível o chá voltar a aquecer à custa do arrefecimento do ambiente.	0	0.0	25	48.1
C	Não sei.	3	5.2	0	0.0
Total		58	100.0	52	100.0

Nota. f_i – é o número de alunos que responderam. % é a percentagem

Na tabela 8.18 podem-se ler as categorias das respostas dos alunos relativamente à pergunta 12. Estas estão de acordo com as opções de respostas fornecidas pela folha de resposta disponibilizada ao aluno.

Analisando o resultado do grupo experimental, nota-se que o número de alunos com concepção científica é de 55 (cinquenta e cinco) alunos no pós-teste, correspondente a 94.8%. Com dificuldades conceptuais foram 3 (três) alunos, correspondente a 5.2% que responderam com a opção “não sei”.

Por outro lado, o grupo de controlo, regista o número de alunos com concepção científica de 27 (vinte e sete) alunos no pós-teste, correspondente a 51.9%. Com concepções alternativas e outras dificuldades conceptuais foram registados 25 (vinte e cinco) alunos, correspondente a 48.1%, tendo respondido com a opção “sim, é possível o chá voltar a aquecer à custa do arrefecimento do ambiente”.

A última pergunta foi colocada da seguinte forma: Supõe que um bloco de alumínio de 1kg de massa a 20°C de temperatura é metido em 1 litro de água a 40 °C temperatura. Qual será a temperatura final da mistura?

E. A temperatura final será de 30°C.

☐

F. A temperatura final será de 20°C.

☐

G. A temperatura final estará entre 20° C e 40°C.

☐

H. Não sei.

☐

Justifica a tua resposta.

A tabela 8.19 mostra os resultados da análise da pergunta 13 nos grupos experimental e de controlo, que pede a aluno para identificar a temperatura de equilíbrio quando 1kg de bloco de alumínio a 20°C é introduzido em 1 litro de água a 40°C.

Tabela 8. 19. Análise das respostas dos alunos à pergunta número 13 do pós-teste nos grupos experimental e de controlo sobre a temperatura de equilíbrio de 1Kg de bloco de alumínio a 20° C metido em 1litro de água a 40° C.

Opções	Categorias	Pós-teste			
		Grupo experimental		Grupo de controlo	
		f_i	%	f_i	%
A	A temperatura final será de 30° C.	6	10.3	31	59.6
B	A temperatura final será de 20° C.	4	6.9	11	21.2
C	A temperatura final estará entre 20° C e 40° C.	48	82.8	10	19.2
Total		58	100.0	52	100.0

Nota. f_i – é o número de alunos que responderam. % é a percentagem

Na tabela 8.19 podem-se ler as categorias das respostas dos alunos relativamente à pergunta 13. Estas estão de acordo com as opções de respostas fornecidas pela folha de respostas disponibilizada ao aluno.

No grupo experimental, nota-se que o número de alunos com concepção científica sobre a determinação da temperatura de equilíbrio, ou seja, que responderam que a temperatura de equilíbrio estará entre 20° C e 40°C, foi de 48 (quarenta e oito) alunos no pós-teste, correspondente a 82.8%. Com concepções alternativas e outras dificuldades conceptuais foram 6 (seis) alunos, correspondente a 10.3%, que escolheram a alternativa de que “ a temperatura final será de 30° C”, e 4(quatro) alunos, que corresponde a 6.9%, que responderam com a alternativa de que “ a temperatura final será de 20° C”.

Por sua vez, no grupo de controlo, 10(dez) alunos, correspondente a 19.2% escolheram alternativa com a concepção científica de que “ a temperatura final está entre 20° C e 40° C”. Com concepções alternativas e outras dificuldades conceptuais foram registados 31 (trinta e um) alunos, correspondente a 59.6%, com a escolha da opção “a temperatura final será de 30° C” e, 11 (onze) alunos no pós-teste correspondente 21.2%, com a opção “ temperatura final será de 20° C”.

CAPITULO IX: DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DO ESTUDO PRINCIPAL

Neste capítulo são apresentadas as discussões do estudo principal em cada conceito e por fim na sua generalidade.

9.1 Discussão da compreensão dos alunos sobre o conceito de calor.

Ao falarem sobre o conceito “calor”, alguns alunos associam este termo à “temperatura elevada”, outros tem uma tendência de usar o calor como propriedade dos corpos quentes e o frio como propriedade contrária, neste caso como se “calor” fosse contrário ao termo “frio”. Os conceitos de “calor” e “temperatura” são usados pelos alunos como sinónimos. Por outro lado, há ainda quem considere calor como se fosse uma substância.

As razões para esta má interpretação são várias. Sendo que as linguas maternas, pelo menos na zona sul do país são responsáveis pela má interpretação do calor, pois, não existe um termo na lingua materna para designar o “calor”. Nas linguas maternas da zona sul de Moçambique, o calor é interpretado como “temperatura elevada”.

A constatação de que o termo “calor” é associado a “temperatura elevada”, é referenciada também em estudos diagnósticos realizados por Caldeira e Martins (1990) e; Köhnlein e Peduzzi, (2002); em estudos similares.

O estudo realizado por Caldeira e Martins (1990) envolveu estudantes do primeiro aluno de Licenciatura em Física, Engenharia e Química, caracterizado por uma faixa etária entre 16 a 20 anos. O outro estudo desenvolvido por Köhnlein e Peduzzi (2002) foi comparativo entre as concepções alternativas manifestadas por alunos do ensino médio, com faixa etária aproximada entre 14 a 17 anos e a dos cursos de formação de professores do magistério primário e Licenciaturas em matemática e Física, com faixa etária aproximada entre 16 a 20 anos. Apesar dos estudos aqui trazidos envolverem alunos de diferentes faixas etárias, houve em todos os casos a manifestação da concepção alternativa de que “calor significa temperatura elevada”.

A interpretação de que “calor” é propriedade de corpos quente e “frio” como propriedade contrária, resultado do censo comum. No dia-a-dia, usa-se com muita frequência as frases do tipo “no verão faz calor e no inverno faz frio”. Portanto, a linguagem usada no dia-a-dia do aluno é apontada com a razão para este tipo de concepções alternativas.

Estudos como do Louzada, Elia e Sampaio (2015), Caldeira e Martins (1990) e Valadares (1995) realizadas em contextos diferentes e com alunos de faixas etárias diferentes da presente pesquisa, identificaram também a concepção alternativa de que “calor é propriedade de corpos quente e “frio” é propriedade contrária.

A interpretação de “calor” como “substância” é consequência do senso comum, pois, usa-se com maior frequência as frases “fecha a porta para não entrar calor”, como se calor fosse um fluido.

Este tipo de concepção alternativa foi identificada também nos estudos de Louzada, Elia e Sampaio (2015), Caldeira e Martins (1990), Thomaz, Malaquias, Valente & Antunes (1994), Köhnlein e Peduzzi (2002), Cindra e Teixeira (2004) e Hoffmannn, Nahirne e Strieder (2017), realizados uns com a mesma faixa etária do presente estudo, outros com uma faixa etária diferente.

9.2 Discussão da compreensão sobre o conceito de temperatura

Os alunos envolvidos na pesquisa, ao manifestarem suas ideias sobre o conceito de calor, exibiram crenças de que “temperatura é intensidade de calor”, “a temperatura transfere-se” e “a temperatura é sinónimo de calor”.

A interpretação de que a “temperatura é intensidade de calor” tem como origem a linguagem do dia-a-dia do aluno, pois, usa-se com alguma frequência frases como “hoje as previsões meteorológicas apontam para 40° C, teremos muito calor”. Este tipo de frases transmite a ideia de que a “temperatura é intensidade de calor”, sendo, no entanto, uma concepção alternativa.

A concepção alternativa de que a “temperatura é intensidade de calor” é descrita também nos trabalhos de Thomaz, Malaquias, Valente e Antunes (1994), Louzada, Elia e Sampaio (2015), Cindra e Teixeira(2004) e Hoffmannn, Nahirne e Strieder (2017). Estes pesquisadores, apesar de uns terem desenvolvido suas pesquisas em realidades diferentes, faixa etárias diferentes, identificaram o mesmo tipo de concepções alternativas.

Por outro lado, a ideia manifestada pelos alunos de que “a temperatura se transfere” é explicada pelo facto de os alunos não saberem que calor é uma grandeza extensiva e a temperatura é uma grandeza intensiva.

Este tipo de concepções alternativas, foi identificada em pesquisas como de Thomaz, Malaquias, Valente e Antunes (1994) e Louzada, Elia e Sampaio (2015)

realizadas em alunos com faixa etária diferente da presente pesquisa e fora de Moçambique.

Ainda sobre a compreensão dos alunos sobre o conceito de temperatura, alguns alunos acham que temperatura é o mesmo que calor, ou seja, os termos são sinónimos. Acredita-se que esta associação esteja derivada pelo facto de na língua materna dos alunos da zona sul de Moçambique não haver um termo para designar calor, daí associarem calor à temperatura.

A concepção alternativa de que temperatura é sinónimo de calor, também é descrita nos estudos de Louzada, Elia e Sampaio (2015), Caldeira e Martins (1990), e Valadares (1995). Louzada, Elia e Sampaio (2015) desenvolveram o estudo com alunos do ensino médio, com idade pouco acima dos alunos envolvidos na presente pesquisa, Caldeira e Martins (1990) desenvolveram o estudo com alunos do 2º ano do curso de Licenciatura em Física, Engenharia Química e Engenharia Mecânica, com faixa etária de aproximadamente 16 a 19 anos, enquanto que Valadares (1995) a pesquisa foi realizada sobre professores de física do nível básico e médio, portanto, adultos. Estas constatações mostram que a concepção alternativa de que “temperatura é sinónimo de calor” é independente da idade.

9.3 Discussão da compreensão sobre o conceito de direcção/sentido de transferência espontânea de calor.

Ao expor ideias sobre a direcção/sentido de transferência espontânea de calor alguns alunos especulam que “a direcção/sentido da transferência de calor é do corpo de menor temperatura para o corpo de maior temperatura”. O pesquisador verificou através do questionário e entrevista que os alunos com convicção de que o sentido da transferência espontânea de calor era do bloco a $-2,5^{\circ}\text{C}$ para o bloco a $-1,0^{\circ}\text{C}$, quando confrontados com a mesma pergunta, mas com graus positivos sabiam responder que a transferência de calor seria do bloco com maior temperatura para o bloco com menor temperatura. Logo, pode-se afirmar que as dificuldades dos alunos para este caso, derivam das dificuldades que os mesmos enfrentam na matemática e não especificamente no conceito físico pesquisado.

Outra ideia exposta pelos alunos em relação à sua compreensão sobre o conceito de direcção/ sentido de transferência espontânea de calor foi a de que a pedra de gelo transfere “frio” para a bebida quente. Esta convicção resulta do senso comum, ou seja, da linguagem usada no dia-a-dia e práticas de refrescamento de bebidas, pois, para alguns alunos entrevistados, ao adicionar cubos de gelo num copo contendo bebida, esta transfere “frio”

para a bebida. Este tipo de concepção alternativa é também retratado nos estudos de Dos Santos (2010).

Foi também transmitida pelos alunos a ideia de que “corpos frios não contêm calor”. Esta ideia foi extraída nos alunos já na entrevista quando questionados sobre a entidade transferida entre dois corpos a menos de zero graus após serem mantidos em contacto. Para alguns alunos, só há transferência de calor entre corpos de temperaturas diferentes quando pelo menos um está acima de zero graus.

A concepção alternativa de que “corpos frios não contêm calor” também foi identificada por Louzada, Elia e Sampaio (2015) numa pesquisa foi feita em alunos com 10º, 11º, 12º e 13º anos de escolaridade, o que corresponde respectivamente, no contexto Moçambicano, a 10ª, 11ª, 12ª e 1º ano da Universidade, faixa etária entre 13 a 19 anos.

Ao falarem sobre a direcção/sentido da transferência espontânea de calor, os alunos manifestaram admitir que a “temperatura se mede com o sentido do tacto”. No dia-a-dia quando se pretende avaliar se um corpo está quente ou frio, usa-se o sentido de tacto. Este procedimento resulta pelo facto de não haver noção sobre a direcção/sentido da transferência espontânea de calor no senso comum.

Esta concepção alternativa, também é descrita na pesquisa de Louzada, Elia e Sampaio (2015).

9.4 Discussão da compreensão sobre o conceito de equilíbrio térmico

Ao falarem sobre o conceito de equilíbrio térmico, alguns alunos manifestaram a ideia de que “corpos metálicos são mais frios em relação aos outros corpos”. No senso comum existe a ideia de que no inverno, por exemplo, um banco de metal é mais frio que um banco de madeira estando nas mesmas condições ambientais. Na entrevista, quando os alunos foram colocados a situação de duas colheres num mesmo ambiente, qual delas estaria mais fria, responderam que a do alumínio ficaria mais fria que a de madeira porque os corpos metálicos por natureza são mais frios que os de madeira.

Este tipo de concepção alternativa também foi identificado por outros autores como Thomaz, Malaquias, Valente e Antunes (1994), num estudo envolvendo professores do ensino básico e ensino secundário. Esta constatação permite ao pesquisador suspeitar haver semelhança das concepções alternativas na compreensão sobre o conceito de equilíbrio

térmico manifestados por alunos do ensino secundário assim como por professores (adultos).

CAPÍTULO X: ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DA NOVA ABORDAGEM PARA DESENVOLVIMENTO CONCEPTUAL

Este capítulo responde à pergunta de pesquisa número 4 cujo conteúdo era: “qual é a eficiência da nova abordagem na aprendizagem dos conceitos de calor, temperatura, direcção de transferência espontânea de calor e equilíbrio térmico?”. O mesmo está dividido em três subsecções, nomeadamente as secções (10.1) que apresenta a análise dos ganhos do grupo experimental usando o teste *t de Student*, (10.2) que apresenta a análise dos ganhos do grupo de controlo usando o teste *t de Student* e (10.3) que faz análise entre os ganhos no pós-teste do grupo experimental e do grupo de controlo usando o teste *t de Student*.

10.1. Análise dos ganhos nos resultados do grupo experimental usando o teste *t* de student.

Para avaliar se houve melhoria ou não nas médias de classificação no grupo experimental, usou-se o teste *t* para amostras emparelhadas com um nível de significância de 5 %. O resultado é apresentado na tabela 10.1.

Foram formuladas as seguintes hipóteses:

$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$ ou $H_0: \mu_1 = \mu_2$, ou seja, não há diferença significativa entre as médias das notas dos alunos no pré-teste (μ_1) e no pós-teste (μ_2).

$H_a: \mu_1 - \mu_2 < 0$ ou $H_a: \mu_1 < \mu_2$, ou seja, a média das notas no pré-teste (μ_1) é menor em relação à média das notas no pós-teste (μ_2).

Para a interpretação do resultado do teste, usa-se procedimento da seguinte: sendo um teste unilateral, divide-se o valor do *Sig.* por 2 e compara-se com o nível de significância. Se o valor obtido for menor que o nível de significância, rejeita-se a hipótese nula

Tabela 10. 1. Análise dos resultados no grupo experimental

		Teste de amostras emparelhadas					T	gl	Sig. (bilateral)
		Diferenças emparelhadas							
		Média	Desvio Padrão	Erro Padrão da Média	95% Intervalo de Confiança da Diferença				
					Inferior	Superior			
P	Pre teste turma	-	4,149	,5449	-8,0481	-5,8657	-	5	,000
ar	experimental -	6,95					12,7	7	
1	Pos teste turma	69					67		
	experimental								

Nota. gl – grau de liberdade. Sig- nível de significancia

O valor do *Sig/p-value.* é de 0.00, assim sendo, $\frac{p - value}{2} = \frac{0,00}{2}$. Este valor é menor que 0,05. A decisão é rejeição a H_0 de que “não houve melhorias na média das classificações do pós-teste”. Assim sendo, aceita-se a hipótese alternativa de que “a média das notas no pré-teste (μ_1) é menor em relação à média das notas no pós-teste (μ_2)”. O que significa que houve melhoria da média das notas dos alunos após a intervenção didáctica.

Logo, os dados quantitativos confirmam que houve aprendizagem significativa no grupo experimental.

10.2 Análise dos ganhos nos resultados do grupo de controlo usando o teste *t de student*.

Para avaliar se houve melhoria ou não nas médias de classificação no grupo de controlo de pré-teste para pós-teste, usou-se o teste *t de student*, designado por *teste t* para amostras emparelhadas com um nível de significância de 5 %. O resultado é apresentado na tabela 10.2.

Foram formuladas as seguintes hipóteses:

$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$ ou $H_0: \mu_1 = \mu_2$, ou seja, não há diferença significativa entre as médias das notas dos alunos no pré-teste (μ_1) e no pós-teste (μ_2).

$H_a: \mu_1 - \mu_2 > 0$ ou $H_a: \mu_1 > \mu_2$, ou seja, a média do pré-teste (μ_1) e do pós-teste (μ_2).

Para a interpretação do resultado do teste, usa-se o mesmo procedimento da secção 10.2, ou seja, sendo um teste unilateral, divide-se o valor do *Sig. /p-value* por 2 e compara-se com o nível de significância. Se o valor obtido for menor que o nível de significância, rejeita-se a hipótese nula.

A tabela 10.2 mostra o resultado do teste para a turma de controlo.

Tabela 10. 2. Análise dos resultados no grupo de controlo

		Teste de amostras emparelhadas					T	gl	Sig. (bilateral)
		Diferenças emparelhadas							
		Média	Desvio Padrão	Erro Padrão da Média	95% Intervalo de Confiança da Diferença				
					Inferior	Superior			
					r				
P ar 1	Pre teste turma de controlo - Pos teste turma de controlo	,028 8	3,3671	,4669	-,9086	,9663	,062	51	,951

Nota. T – Teste T-student. gl – grau de liberdade. Sig- nível de significancia

O valor do *Sig./P-value* é de 0.951, assim sendo,

$$\frac{p-value}{2} = \frac{0,951}{2} = 0,4755$$

Este valor é maior que 0,05. A decisão é não rejeição a H_0 de que “não houve melhorias na média das classificações do pós-teste”. Assim, há evidência estatística para aceitar a hipótese de “não há diferença significativa entre as médias das notas dos alunos no pré-teste (μ_1) e no pós-teste (μ_2). Logo, os dados quantitativos confirmam que não houve aprendizagem significativa no grupo de controlo.

10.3. Análise dos ganhos nos resultados entre o pós-teste do grupo experimental e do grupo de controlo

A tabela 10.3 mostra o resultado do teste comparativo entre as notas do pós-teste das duas turmas através do teste t para amostras independentes com nível de significância de 5%.

Para este teste foram consideradas as seguintes hipóteses nula e alternativa:

$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$ ou $H_0: \mu_1 = \mu_2$, ou seja, não há diferença significativa entre a média do pré-teste (μ_1) e do pós-teste (μ_2).

$H_a: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$ ou $H_a: \mu_1 \neq \mu_2$, ou seja, há diferença significativa entre a média do pré-teste (μ_1) e do pós-teste (μ_2).

Para a interpretação deste teste, tratando de um teste bilateral, compara-se directamente o valor de *Sig. /P-value* com $\alpha = 0,05$ (nível de significância). Se o α for menor que 0,05 não se rejeita a hipótese nula.

A tabela 10.3 mostra os resultados do teste t.

Tabela 10. 3. Comparação entre o pós-teste do grupo experimental e do grupo de controlo

Teste de amostras independentes										
		Teste de Levene para igualdade de variâncias		teste-t para Igualdade de Médias						
		F	Sig.	T	gl	Sig. (bilateral)	Diferença média	Erro padrão da diferença	95% Intervalo de Confiança da Diferença	
Notas das duas turmas pós-testes	Variâncias iguais assumidas	1,933	,167	14,674	109	,000	-7,618	,5192	-8,647	6,58958
	Variâncias iguais não assumidas			14,838	108,738	,000	7,61864	,51346	8,63633	6,60096

Nota. T – Teste T-student. gl – grau de liberdade. Sig- nível de significancia

A partir da tabela 10.3 mostra nos na 2ª coluna dados que dizem respeito ao teste de Levene para a homogeneidade (igualdade) das variâncias. Antes da análise do teste t deve-se verificar se as variâncias são iguais.

No teste de Levene, as hipóteses são:

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

$$H_a: \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$$

Olhando para a tabela 10.3, no concernente ao teste de Levene, $p = 0,167$, pelo que não se rejeita a hipótese nula de que as variâncias são iguais.

A 3ª coluna da tabela 10.3 apresenta o valor da estatística do teste t para a igualdade das médias e a probabilidade de significância do teste (*Sig. /p-value*).

Dado tratar-se de um teste bilateral, compara-se directamente o valor de $p - value = 0.000$ com $\alpha = 0.05$ (nível de significância). Como $0,000 < 0.05$ Rejeita-se a H_0 . Assim, há evidência estatística para rejeitar a hipótese de que “a média de classificação nas duas turmas é igual”.

Logo, a análise quantitativa confirma que houve melhores resultados no grupo experimental comparativamente ao grupo de controlo. Este resultado coincide com a análise qualitativa onde foi verificado que no grupo experimental os alunos melhoram significativamente a formulação dos conceitos de calor, temperatura, direcção de transferência espontânea de calor e equilíbrio térmico comparativamente ao grupo de controlo.

CAPITULO XI: CONCLUSÕES DA TESE E SUGESTÕES PARA ENSINO E PESQUISAS FUTURAS

Este capítulo apresenta as conclusões formuladas em resposta às perguntas de pesquisa formuladas no capítulo I. Na secção 11.1 apresenta-se as conclusões gerais, na secção 11.2 apresenta-se as conclusões sobre Influência da língua materna dos alunos nas concepções alternativas e outras dificuldades conceptuais, na secção 11.3 apresenta-se as Conclusões sobre concepções alternativas e outras dificuldades conceptuais identificadas nos alunos, suas origens, na secção 11.4 apresentam-se as conclusões relativas à pergunta de pesquisa 4 sobre a eficiência da nova abordagem metodológica de desenvolvimento conceptual e, secção 11.5 onde são apresentadas as sugestão para o ensino-aprendizagem e pesquisas futuras.

11.1 Conclusões gerais

No concernente à pesquisa realizada conclui-se que as concepções alternativas exibidas pelos alunos da Escola Secundária “25 de Junho de Massinga” são as mesmas identificadas na literatura e tem como origem a linguagem usada no dia-a-dia. Estas não dependem do nível de instrução, nem da idade dos sujeitos assim como da origem do sujeito.

Em particular, a concepção alternativa de que “calor significa temperatura elevada” está associada à língua materna dos alunos, pelo menos na Zona Sul de Moçambique.

Uma das formas de reduzir as concepções alternativas é o uso da abordagem construtivista às concepções alternativas, pois, este método, permite que o aluno manifeste as suas concepções alternativas e, ao mesmo tempo, o mesmo quando é colocado numa situação de conflito cognitivo, reconstrói as suas ideias, favorecendo a construção de novos conceitos científicos através da manipulação da sua mente.

11.2 Conclusões sobre Influência da língua materna dos alunos nas concepções alternativas e outras dificuldades conceptuais.

Quanto à pergunta 1 da pesquisa que procurava resposta sobre a influência da língua materna dos alunos na origem das concepções alternativas, conclui-se que nas línguas maternas dos alunos da província de Inhambane, nomeadamente cithwua, gitonga e cicopi, não há diferença de termos para designar calor e temperatura. Os termos usados para designar calor nas línguas maternas, significam temperatura elevada, sendo esta, a concepção alternativa que é mais exibida com maior frequência nos alunos da Escola Secundária “25 de Junho” de Massinga. Concluiu-se ainda, deste modo, que a concepção alternativa de que “calor significa temperatura elevada” na zona sul de Moçambique tem como origem as línguas maternas usadas.

11.3 Conclusões sobre concepções alternativas e outras dificuldades conceptuais identificadas nos alunos, suas origens

11.3.1. Conclusões relativas à compreensão do conceito calor

Em relação à compreensão do conceito de calor, as concepções alternativas manifestadas pelos alunos foram:

- Calor significa temperatura elevada.
- Calor é propriedade de corpos quente e frio como propriedade contrária.

- Calor é uma substância ou um fluido.

11.3.2. Conclusões relativas à compreensão do conceito temperatura

Em relação à compreensão do conceito de temperatura, as concepções alternativas manifestadas pelos alunos foram:

- Temperatura é intensidade de calor.
- A temperatura transfere-se.
- Temperatura é sinónima de calor.

11.3.3. Conclusões relativas à compreensão do conceito de direcção/sentido de transferência espontânea de calor

Em relação à compreensão do conceito de direcção/sentido, as concepções alternativas manifestadas pelos alunos foram:

- A pedra de gelo transfere “frio” para a bebida quente.
- Corpos frios não contêm calor.
- Temperatura mede-se com o sentido do tacto.

11.3.4. Conclusões relativas à compreensão do conceito de equilíbrio térmico

Em relação à compreensão do conceito de equilíbrio, as concepções alternativas manifestadas pelos alunos foram:

- Corpos metálicos são mais frios em relação aos outros corpos.
- Quando dois corpos a temperaturas diferentes entram em contacto, a temperatura final sempre será a média aritmética da temperatura dos dois corpos.
- A temperatura final de dois corpos em contacto com temperaturas iniciais diferentes será dada pela soma das duas temperaturas.

11.3.5. Outras dificuldades que os alunos têm na compreensão dos conceitos de calor, temperatura, direcção de transferência espontânea de calor e equilíbrio térmico.

Em relação à outri tipo de dificuldades manifestadas pelos alunos, concluiu-se o seguinte:

- Os alunos não reconhecem o calor como grandeza extensiva e a temperatura como grandeza intensiva.

- Alguns problemas manifestados pelos alunos, como a dificuldade de indicação do sentido da transferência espontânea de calor, resultam pela dificuldade de ordenação de números inteiros.

11.4. Conclusões relativas à pergunta de pesquisa 4 sobre a eficiência da nova abordagem metodológica de desenvolvimento conceptual.

A secção fornece a conclusão sobre a estrutura da nova abordagem de ensino-aprendizagem assim com as técnicas e estratégias usadas.

Em relação à estrutura da nova abordagem, nesta nova versão, em comparação com o programa de ensino secundário geral, os novos elementos introduzidos são a introdução das abordagens dos conceitos de calor (lição 2) e de direcção de transferência espontânea de calor e equilíbrio térmico (lição 3) antes da abordagem do conteúdo sobre *termómetro, constituição e funcionamento* (lição 4).

Quanto à técnicas e estratégias usadas, conclui-se que a aula deve ter três momentos de registo:

1) O primeiro momento, o da apresentação dos organizadores prévios. Este momento caracteriza-se pela exploração das concepções alternativas dos alunos, em particular as concepções alternativas relacionadas com os conceitos a serem abordados. Usa-se como estratégia a colocação de perguntas.

2) O segundo momento, é o de apresentação dos materiais potencialmente significativos, caracteriza-se pela apresentação das actividades experimentais. Os alunos devem ser submetidos a uma situação em que as suas ideias prévias sobre os conceitos a serem discutidos são colocadas em conflito com factos observáveis, isto é, as suas concepções alternativas foram contrariadas por resultados experimentais científicos, colocando os alunos em situações de conflito cognitivo.

3) O terceiro momento, é o de reforço da organização cognitiva na visão de Gonçalves (2007), caracterizou-se por duas fases. Na primeira fase, o professor orienta os alunos para provocação de uma atitude crítica face aos conteúdos. Pode ser concretizada através da realização da actividade experimental e explicação do fenómeno observado e comparação com as respostas anteriormente formuladas pelos alunos com seus conhecimentos prévios (suas hipóteses). Na segunda fase do terceiro momento, o professor ajuda os alunos a esclarecer o significado dos novos materiais, consolidando os conteúdos mediados. Esta fase é concretizada através de um mapa de conceitos em que os alunos são

solicitados a produzir em grupo e a posterior, o professor usando a estratégia de elaboração conjunta, orienta a produção do mapa de conceitos modelo.

Para avaliar a eficiência da nova abordagem de ensino-aprendizagem, usou-se o teste *t de student* para comparação de amostras independentes entre o grupo experimental e o grupo de controlo, e emparelhadas entre pré-teste e pós-teste dos dois grupos, com um nível de significância de 5%. A conclusão formulada foi de que a abordagem experimental às concepções alternativas numa perspectiva construtivista contribuiu para uma aprendizagem significativa comparativamente a abordagem tradicional, como pode ser evidenciado nas secções 11.2, 11.3 e 11.4.

11.5. Sugestão para o ensino-aprendizagem e pesquisas futuras

Sugere-se à realização de mais pesquisas sobre a influência das línguas maternas moçambicanas na origem das concepções alternativas dos alunos e, ainda, a importação de conceitos científicos nas línguas maternas.

Sugere-se aos professores de Física para que na abordagem de conceitos Físicos, em particular os conceitos de termodinâmicos, se use a estratégia de actividades experimentais, dando ênfase à exploração das concepções alternativas dos alunos.

Sugere-se ainda que nas pesquisas futuras, seja considerada a possibilidade de em paralelo diagnosticar as possíveis concepções alternativas que os professores de Física casualmente possam exhibir e comparar com as concepções alternativas manifestadas pelos alunos.

Com base nos resultados obtidos, sugere-se que a formação dos professores de física inclua momentos de reflexão e prática colaborativa. É fundamental privilegiar metodologias activas, uso de recursos experimentais simples, de modo a optimar o tempo disponível e garantir aprendizagem significativa.

Sugere-se a aplicação do instrumento de pesquisa construído nesta tese para pesquisas futuras relacionadas com concepções alternativas dos alunos nos conceitos de calor, temperatura, direcção de transferência espontânea de calor e equilíbrio térmico, pois, o instrumento é fidedigno e válido.

Os resultados deste estudo podem ser generalizados com cautela para outros níveis ou contextos escolares, desde que se considerem as especificidades curriculares, culturais e

institucionais de cada realidade. A validade externa do estudo depende da adaptação das estratégias propostas às condições locais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AAKER, D. A., KUMAR, V., DAY, G. S., (2004), **Pesquisa de marketing**. São Paulo, Atlas
- ALEXANDER, Y., & MARIN, O. (2017). **Concepções sobre experimentação de alunos do Ensino Fundamental: Motivando a aprendizagem das ciências**. Student: Motivating the learning of the sciences. Anais Do XI Encontro Nacional de Pesquisa Em Educação Em Ciências, (October), 1–9.
- ALMEIDA, D.; SANTOS, M.A.R.; COSTA, A.F.B. **Aplicação do coeficiente alfa de Cronbach nos resultados de um questionário para avaliação de desempenho da saúde pública**. XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, v. 15, p. 1-12, 2010. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_TN_STO_131_840_16412.pdf. Acesso em: 04 mai. 2019.
- ALVARENGA, H. (2018). **Teste t de Student no R**. http://rstudio-pubs-static.s3.amazonaws.com/408638_6679293d4c7a415eaebe00faa3aea0cb.html

- ANACLETO, A. M. C. (2007). **Temperatura e sua Medição**. (Dissertação de Mestrado). Faculdade de ciências da Universidade do Porto, Universidade do Porto, Porto, Portugal.
- ANNA, A. C. S. de. (2016). **Educação no campo seguindo os preceitos da Aprendizagem Significativa estabelecidos por David Ausubel**. XX Encontro Brasileiro de Estudantes de Pos-Graduacao em Educacao Matematica, Curitiba. http://www.ebrapem2016.ufpr.br/wp-content/uploads/2016/04/gd2_aline_santanna.pdf
- ANTONOWISKI, R., ALENCAR, M. V., & ROCHA, L. C. T. (2017). **Dificuldades encontradas para aprender e ensinar física moderna**. Scientific Electronic Archives, 20(1), 50-57. <http://www.seasinop.com.br/revista/index.php?journal=SEA&page=article&op=view&path%5B%5D=384&path%5B%5D=pdf>.
- ARAÚJO, M. De, & SOUZA, P. H. De. (2015). **Conceitos , Concepções Alternativas E Ensino De Ciência : Uma Investigação Baseada Em Estudos Terminológicos**. X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 1(8).
- ARAÚJO, M. S. T. & ABIB, M. L. S. (2003). **Actividades Experimentais no Ensino de Física: Direntes Enfoques, Diferentes Finalidades**. Revista Brasileira de Ensino de Física, (25)2, 173-194. <https://www.scielo.br/pdf/rbef/v25n2/a07v25n2.pdf>.
- ARNOLD, M., MILLAR, R. (1994). **Children's and lay adults' views about thermal equilibrium**. International Journal of Science Education, v. 16, n. 4, p. 405-419.
- AUSUBEL, D. P. (1973). **Algunos aspectos psicológicos de la estructura del conocimiento**. Buenos Aires: El Ateneo.
- AUSUBEL, D. P.; Novak, J. D.; Hanesian, H. (1978). **Educational psychology: a cognitive view. Second Edition**. New York. USA: Ed. Holt, Rinehart and Winston.
- AUSUBEL, D.P. (1963). **The psychology of meaningful verbal learning**. New York, Gruneand Stratton
- AUSUBEL, D.P. (2003). **Aquisição e retenção de conhecimentos**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.
- AUSUBEL, D.P.; Novak, J.D.; Hanesian, H. (1980). **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro, Interamericana. Tradução para português, de Eva Nick et al., da segunda edição de *Educational psychology: a cognitive view*.
- AZEVEDO, H. L. JUNIOR, F. N. M. SANTOS, T. P. CARLOS, J. G. TANCREDO, B. N. (2009). **O Uso do experimento no ensino da Física: Tendencias a Partir do**

- levantamento dos artigos em periódicos da área no Brasil.** In *VII Encontro Nacional de Pesquisas de Educação em Ciencia.*
- BARDIN L. (2009). **Análise de Conteúdo.** 5.ed. Edições 70.
- BARRETO, E. G., & RIBEIRO, T. N. (2012). **O mapa conceitual no processo de Ensino e Aprendizagem da Física: Um Estudo acerca da sua Utilizacao como Instrumento Pedagógico no estagio Supervisionado.** VI Colóquio Internacional, Educação e Contemporaneidade. Recuperado de: <https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/10179/33/33.pdf>
- BAUMAN, A. (2018). **Concept Maps: Active Learning Assessment Tool in a Strategic Management Capstone Class.** *College Teaching.* 1-9. 10.1080/87567555.2018.1501656. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/328207209_Concept_Maps_Active_Learning_Assessment_Tool_in_a_Strategic_Management_Capstone_Class
- BAVISKAR, S. N.; HARTLE, R.T.e WHITNEY, T. (2009). **Essential criteria to characterize constructivist teaching: derived from a review of the literature and applied to five constructivist-teaching method articles.** *International Journal of Science Education* 31 (4), 541-550.
- BECKER, F. (1994). **O que é o construtivismo?** *Ideias*, (20). 87-93. https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/301477/mod_resource/content/0/Texto_07.pdf
- BONADIMAN, H., & NONENMACHER, S. E. B. (2007). **O gostar e o aprender no ensino de física: uma proposta metodológica.** *Caderno Brasileiro de Ensino de Física.* 24(2), 194-223. http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/fisica/artigos/gostar_e_aprender.pdf
- BOZELLI, F. C. & NARDI, R. (2008). **Interações discursivas e o uso de analogias no ensino de Física.** *Investigações em Ensino de Ciências*, 17(1), 81-107.
- BRAATHEN, P. C. (2012). **Aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa no processo de ensino-aprendizagem de Química.** *Revista Eixo*, 1(1), 63-69. <https://doi.org/10.19123/eixo.v1i1.53>
- BRANSFORD, J., BROWN, A., & COCKING, R. (2000). **How People Learn: Brain, Mind, and Experience & School.** *National Academy Press.*

- BRASIL, M. V. O.; OLIVEIRA, F. C.; TASSIGUY, M. M., & PONPEU, R. M. (2015). **Inovações sustentáveis em projectos de responsabilidade social**. Revista Electrónica Gestão & Sociedade, 9(22), 810–831.
- CALDEIRA, M. H. & MARTINS, D. R. (1990). **Calor e Temperatura: Que nocaio tem os alunos universitarios destes conceitos?** Gazeta Fisica, 13(2), 85–94.
- CALDEIRA, M. H. (1991). **Calor e temperatura....mais uma vez**. Universidade de Coimbra: Portugal.
- CARVALHO, A. M. P. DE, & SASSERON, L. H. (2015). **Ensino De Física Por Investigação: Referencial Teórico E As Pesquisas Sobre As Sequências De Ensino Sobre Calor E Temperatura**. Ensino Em Re-Vista, 22(2), 249–266. <https://doi.org/10.14393/er-v22n2a2015-1>
- CARVALHO, A. M. P.; SANTOS, E. I.; AZEVEDO, M.C.S.; DATE, M. P. S; FIJIL, S.R.S.NASCIMENTO, V.B. (1999). **Termodinâmica: Um ensino por investigação**. São Paulo: USP.
- CASSARO, R. (2012). **Atividades Experimentais no ensino de Física**. (Trabalho de Culminacao do Curso). Universidade Federal de Rondônia, Rondônia, Paraná, Brasil.
- CASTILHO, A. P., BORGES, N. R. M., & PEREIRA, V. T. (2011). **Manual de metodologia científica do ILES/ULBRA Itumbiara**. ILES/ULBRA.
- CATELAN, S. S., & RINALDI, C. A. (2018). **Atividade experimental no ensino de ciências naturais: Contribuições e Contrapontos**. Revista experiencias em Ensino de Física, (13)1, 1-14. <https://if.ufmt.br/eenci/?go=artigos&idEdicao=61>.
- CERVANTES, A. (1987). **Los conceptos de Calor y Temperatura: una revisión bibliográfica**. *Enseñanza de las Ciencias*, 5, 1, 66-70.
- CINDRA, J. L. & TEIXEIRA, O., P., B. (2004). **Uma discussao conceitual para o equilibrio termico**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 21(2), 176–193.
- COELHO, L., & PISONI, S. (2012). **Vygotsky: sua teoria e a influência na educação**. *Revista E-Ped2*, 2(1), 144–152. Recuperado de http://facos.edu.br/publicacoes/revistas/e-ped/agosto_2012/pdf/vygotsky_-sua_teor%C3%ADa_e_a_influencia_na_educacao.pdf
- COLARES, J. M. De J., (2016), **Avaliação Psicométrica de um instrumento para mensuração de práticas parentais**, Brasília
- CUSTODIO, J. F., FILHO, J. P. A., CLEMENT, L., PICOCOLIRICHETTI, G., & FERREIRA, G. K. (2012). **Práticas didáticas construtivistas: critérios de análise e caracterização**. Revista Enero, 33, 11-25. ISSN: 2323-0126

- DANIELA, Cziprok & POPESCU, F.F. & IOAN, Pop & ANDREI, Variu. (2015). **Conceptual Maps and Integrated Experiments for Teaching/Learning Physics of Photonic Devices**. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 191. 512-518. <https://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.04.284>.
- DELVAL, Juan, (2001), **Aprender na vida e aprender na escola**. Tradução de Jussuara Rodrigues. Porto Alegre: Artmed.
- DEMIZU, F.S.B., DOS SANTOS, D.M., MATARUCA, S.M.C. & ROYER, M.R. (2015). **Reflexões sobre teorias da aprendizagem para o ensino de ciências : Piaget x Vygotsky**. *Revista Educere*. ISSN: 2176-1396.
- ECHEVERRIA, M. D. P. & POZO, J. I. (1998), **A solução de problemas : aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: ArtMed.
- FARIAS, M. E., & BANDEIRA, K. S. (2009). **O uso das analogias no ensino de ciências e de biologia**. *Ensino, Saúde e Ambiente*, 2, 3, 60 -71. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/1511/3c012214a7c56675c0d9f931ca2170c3ffa4.pdf>.
- FARIAS, T. (2013). **Atividades Experimentais: Contribuições para o Aprendizado dos Conceitos de Calor e de Temperatura**. (Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis).
- FREIRE, P. (1996). **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra.
- GASPAR, A. & MONTEIRO, I. C. (2005). **Atividades Experimentais de Demonstrações em Sala de Aula: Uma Análise Segundo o Referencial da Teoria de Vygotsky**. *Investigações em Ensino de Ciências*, 10, (2), 227-254. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/518/315>
- GERHALDIT, TATIANA E. e SILVEIRA, D. T. (2009). **Metodos de Pesquisa**. Editora, Universidade Federal do Grande Rio Sul, Brasil.
- GIL, A .C. (1999). **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5.ed. Atlas.
- GOMES, J. F., PINTO, E. P., & FILHO, H. D. F. (2017). **Atividades experimentais como estratégia para o ensino de Física: estudo de caso em escolas públicas do município de Santana-AP**. *Estação Científica*, 7(3), 71-81. <https://doi.org/10.18468/estcien.2017v7n3.p71-81>.

- GONÇALVES, S. (2007). **Teorias da aprendizagem, práticas de ensino**: colectânea de textos. Edição policopiada.
https://susgon.files.wordpress.com/2009/08/teorias_da_aprendizagem_praticas_de_ensino1.pdf
- GOWIN, D.B. (1981). **Educating**. Ithaca, NY, Cornell University Press.
- GRINGS, E. T. O., CABALLERO, C., & MOREIRA, M. A. (2008). **Avanços e retrocessos dos alunos no campo conceitual da Termodinâmica**. Revista Eletronica de Ensenanza de las Ciencias, 1 (7).
- HALLIDAY, D. (1970). **Fundamentos de Física**. (Vol. 2). Rio de Janeiro, Brasil: Livros Tecnicos e científicos Editora.
- HARRES, J., B., S., **Um teste para detectar concepções alternativas sobre tópicos introdutórios de óptica geométrica**, Lajeado-RS, Cad. Cat. Ens. Fis., V.10, n3, p.220-234, dez.1993
- HEYWOOD D. & PARKER J. (1997). **Confrontando a analogia: professores primários explorando a utilidade das analogias no ensino e aprendizado da eletricidade**, *International Journal of Science Education*, 19,8, 869-885.
<https://doi.org/10.1080 / 0950069970190801>
- HIGA, I., & OLIVEIRA, O. B. (2017). **A experimentação nas pesquisas sobre o ensino de Física: fundamentos epistemológicos e pedagógicos**. Educar em Revista, 44, 75-92.
- HOFFMANN, J. L.; NAHIRNE, A. P. & STRIEDER, D. M. (2017). **Um Diálogo Sobre as Concepções Presentes no Ensino de Ciências**. Arquivos Do Museu Dinâmico Interdisciplinar, 21(3), 90–101. <https://doi.org/10.4025/arqmudi.v21i3.40944>
- HULSENDEGER, M. J. V. C.; COSTA, D. K. & CURY, H. N. (2006). **Identificação de concepções de alunos de ensino médio sobre calor e temperatura**. Actas Cientiae, 8(1), 35–46.
- JESUS, J. S. (2015). **O estudo da radiação X: desenvolvendo uma estratégia de ensino para a aprendizagem significativa**. (Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Feira de Santana, Bahia, Brasil).
- JESUS, M. A. S., & SILVA, R. C. O. (2004). **A Teoria de David Ausubel– O uso dos organizadores prévios no ensino contextualizado de funções**. In: VIII Encontro Nacional de Educação Matematica, Recife, 1-14.
<http://www.sbem.com.br/files/viii/pdf/03/MC05002402801.pdf>.

- JÚNIOR, F. R., FERRARO, N. G. & SOARES, P. A., (2007), **Os Fundamentos da Física**, 9ª ed, vol 1, Editora Moderna. São Paulo
- KARAKUYU, Y. (2010). **The effect of concept mapping on attitude and achievement in a physics course.** *International Journal of the Physical Sciences*, 5(6), 724-737.
- KIEFER, S. I. N.; PILLATI, L. A. (2014). **Roteiro para a elaboração de uma aula significativa.** *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 7 (1), 1-23.
- KOHNLEIN, J. F. KLEIN & PEDUZZI, S. S. (2002). **Um estudo a respeito das concepções alternativas sobre calor e temperatura.** *Revista Brasileira de Investigação Em Educação Em Ciências*, 3(2), 84-96.
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- KRAUSE, J. C., & JOHN SCHEID, N. M. (2018). **Concepções alternativas sobre conceitos básicos de física de estudantes ingressantes em curso superior da área tecnológica: um estudo comparativo.** *Revista Espaço Pedagógico*, 25(2), 227-240. <https://doi.org/10.5335/rep.v25i2.8157>
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. (1992). **Metodologia do trabalho científico.** 4.ed. São Paulo: Atlas
- LEÃO, N. M. DE M., & KALHIL, J. B. (2015). **Concepções alternativas e os conceitos científicos: uma contribuição para o ensino de ciências.** *Latin-American Journal of Physics Education*, 9(4), 2-4.
- LEIRIA, T. F. & MATARUCO, S. M. C. (2015). **O papel das actividades experimentais no processo ensino-aprendizagem de Física.** XII Congresso Nacional de Educação. https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/18234_8366.pdf.
- LIBÂNEO, J. C (1994). **Didática.** Cortez.
- LIMA, G. H., SILVA, R. S, ARANDAS, M. J. G., JUNIOR, N. B. L., CANDIDO, J. H. B., & SANTOS, K. R. P. (2016). **O uso de actividades práticas no ensino de ciências em escolas públicas do município de Vitória de Santo Antão - PE.** *Revista Ciências em Extensão*. 1(12) 19-27.
- LOBO, H. B., TRIDADE, D. S. A. DA., & CORDOVIL, R. V. (2017). **Ensino de Ciências Em Espaços não Formais à luz da Epistemologia Bachelardiana.** REAMEC- Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática, 5(2), 235-248. <http://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/reamec>.
- LOPES, M. DE M., BRANCO, V. T. F., & SOARES, J. B. (2013). **Utilização dos testes estatísticos de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk para verificação da**

- normalidade para materiais de pavimentação. *Trasportes*, 21(1), 59-66.
<https://doi.org/10.4237/transportes.v21i1.566>
- LOURENÇO, R. DE S., & PALMA, A. P. T. V. (2005). **O conflito cognitivo como princípio pedagógico no processo ensino-aprendizagem nas aulas de educação física**. Anais do Segundo Congresso Norte Paranaense de Educacao Fisica Escolar, 76-85.
http://www.uel.br/eventos/conpef/conpef2/CONPEF2005/ARTIGOS/CONPEF2005_A7.pdf
- LOUZADA, A. N., ELIA, M. DA F., & SAMPAIO, F. F. (2015). **Concepcoes alternativas dos estudantes sobre conceitos termicos: Um estudo de avaliacao diagnostica e formativa**. *Revista Brasileira de Ensino de Fisica*, 37(1), 1508.
- MARRIOTT, R. C. V., & TORRES, P. L. (2006). **Mapas conceituais uma ferramenta para a construção de uma cartografia do conhecimento**. Coleção Agrinho: Brasil.
- MARTÍNEZ BORREGUERO, G., PÉREZ, A., SUERO, M. & PARDO, P. (2013). **The Effectiveness of Concept Maps in Teaching Physics Concepts Applied to Engineering Education: Experimental Comparison of the Amount of Learning Achieved With and Without Concept Maps**. *Journal of Science Education and Technology*. 22. 204-214. Doi: 10.1007/s10956-012-9386-8.
- MARTINS, A. F.P., & RAFAEL, F. J. (2002). **“Faz calor” em mossoró?**. Mossoró, Brasil. Recuperado de
<http://www.fep.if.usp.br/~profis/arquivos/vienpec/CR2/p907.pdf>
- MARTINS, R. L. C., LINHARES, M. P., & REIS, E. M. (2009). **Mapas conceituais como instrumento de avaliação e aprendizagem de conceitos físicos sobre mecânica do voo**. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 9, 1. ISSN 1806-5104.
- MAVANGA, G. (2007). **Fundamentos da Didáctica de Física**. Universidade Pedagógica, Maputo. (não publicado).
- MAYO, J. (2001). **Using analogies to teach conceptual applications of developmental theories**. *Journal of Constructivist Psychology*, 14. 187-213. Doi: 10.1080/10720530126292.
- MENESES, J. P., NHABIQUE, F. F. E SEFANE, A. N., (2010), **Física para todos 9ª Classe**. Editora Nacional de Moçambique. 1ª edição. Maputo

- MINED (1994a) **Indicadores Educacionais e Efectivos Escolares – Ensino Primário**, 1983-1992. Direcção de Planificação, Ministério da Educação, Maputo.
- MINED (1994b) **Indicadores Educacionais e Efectivos Escolares - Ensino Primário**, 1993-1994, Ensino Secundário Geral, 1983-1994. Direcção de Planificação, Ministério da Educação, Maputo
- MINNICK, W. C. (1954). **Ensinar analogia**. *Routledge Taylor & Francis Group*, 20(1), 46-49. <https://doi.org/10.1080/10417945409371338>.
- MIOT, H. A. (2017). **Avaliação da normalidade dos dados em estudos clínicos e experimentais**. *J Vasc. Bras.*, 16(2), 88-91. <http://dx.doi.org/10.159/1677-5449.041117>
- MOÇAMBIQUE. INDE/MINED. (2010). **Programa do Ensino secundário Geral**. Maputo, Moçambique: Ministério da educação.
- MOÇO, M. C. C., & Serrano, A. S. (2002). **Análise das Concepções alternativas de estudantes universitários de licenciatura em biologia após uso da internet**. IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em ciências, Bauro.
- MORAES, A. C. A. (2013). **A Teoria sócio-cultural de Vygotsky orientando as atividades experimentais de Física**. (Monografia de Especialização). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, Brasil.
- MORAES, J. U. P. & JUNIOR, R. S. S. (2014). **Experimentos didáticos no ensino de Física com foco na aprendizagem significativa**. *Aprendizagem significativa em revista*, 4(3), 61-67.
- MOREIRA, M. (2012). **Organizadores prévios e aprendizagem significativa**. *Revista Chilena de Educación Científica*, 7(2), 2008, 23-30. <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/ORGANIZADORESport.pdf>
- MOREIRA, M. A (2006). **Aprendizagem significativa: da visão clássica à visão crítica**. V Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, 1-15.
- MOREIRA, M. A. & SOUSA, C.M.S.G, (1996), **Organizadores prévios como recurso didático**. Porto Alegre, RS, Instituto de Física da UFRGS, Séries Enfoques Didáticos, nº 5.
- MOREIRA, M. A. (2006). **Mapas Conceituais e Diagramas V**. Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Livro Mapas conceituais e Diagramas V Completo.pdf>

- MOREIRA, M. A. (2018). **Uma análise crítica do ensino de Física**. Estudos Avançados, 32(94), 73-80. <https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0006>
- MOREIRA, M. A.; MASINI, E.A.F.S (2006). **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Centauro.
- MOREIRA, M.A. & GRECA, I.M. (2003). **Concept mapping and mental models**. Meaningful LearningForum, 1(1).
- MOREIRA, M.A. & MASINI, E.A.F.S. (2001). **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. 2ªed. São Paulo: Centauro Editora.
- MOREIRA, M.A. (1999). **Aprendizagem significativa**. Brasília: Editora da UnB.
- MOREIRA, M.A. (2002). **O que é afinal Aprendizagem Significativa ?**.(Aula Inaugural do Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências Naturais). Universidade federal do Mato Grosso, Instituto de Física, Cuiabá, Brasil.
- MOREIRA, M.A. (2011). **Física de Partículas: uma abordagem conceitual e epistemológica**. São Paulo: Editora Livraria da Física.
- MOREIRA, M.A. e MASINI, E.A.F.S. (1982). **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo, Editora Moraes
- MORTIMER, E. F. E AMARAL, L. O. F. (1998). **Quanto mais quente melhor: calor e temperatura no ensino de termoquímica**. Química Nova na Escola, 7, 34.
- MUTIMUCUIO, I. V. (1998). **Improving Student's Understanding of Energy: A Study of the Conceptual Development of Mozambican First-Year University Students**. Gaza, Mozambique.
- NARJAIKAEW, P. (2013). **Alternative conceptions of primary school teachers of science about force and motion**. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 88, 250-257
- NASCIMENTO, R. D., GOMES, A.D.T.,(2017), **Análise da validade e da fidedignidade de um questionário para identificação do conhecimento conceitual sobre plano inclinado e aceleração**. Amazônia | Revista de Educação em Ciências e Matemática | v.13 (26). P.56-68
- NEVES, J., CHARRET, I., & CARVALHO, S. (2017). **Estudando a física do efeito estufa no 9º ano: uma Human Construtivism: A Unification of Psychological and Epistemological Phenomena in Meaning Making**. abordagem visando a aprendizagem significativa. Experiências Em Ensino de Ciências, (9).
- NEVES, R. A., & DAMIANI, M. F. (2006). **Vygotsky e as teorias da aprendizagem**.

UNirevista, 1, 2. Recuperado de <https://www.passeidireto.com/arquivo/1997441/vygotsky-e-as-teorias-da-aprendizagem>;

- NOUSIAINEN, M. & KOPONEN, I. (2010). **Concept maps representing knowledge of physics: Connecting structure and content in the context of electricity and magnetism.** Nordina: Nordic Studies in Science Education. 6. 10.5617/nordina.253.
- NOVAK, J. (1990), (Comunicação apresentada na “The Fourth North American Conference on Personal Construct Psychology”). San Antonio, Texas.
- NOVAK, J.D. & CAÑAS, A.J., (2010), **A Teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los.** Praxis educativa, Ponta grossa, v5, n. 1. Disponível em <<http://www.periodicos.uepg.br>>
- NUNES, R. R. FERRAZ, D. F. JUSTINA, L. A. D. (2002). **Estudos relativos a analogias no ensino de ciências.** Recuperado de <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/vienpec/CR2/p1058.pdf>
- OLIVEIRA, S. S. De. (2005). **Concepções alternativas e ensino de biologia: como utilizar estratégias diferenciadas na formação inicial de.** *Educar*, (26), 233–250.
- PASQUALI, L. O., (1999) **Instrumentos Psicológicos: Manual prático de elaboração,** Brasília, LabPAM/IBAPP.
- PEDUZZI, Marina, (1981), **Equipe multiprofissional de saúde: conceito e tipologia,** Revista pública, São Paulo.
- PELIZZARI, A.; KRIEGL, M. L.; BARON, M. P.; FINCK, N. T. L. & DOROCINSKI, S. I. (2002). **Teoria da Aprendizagem Significativa segundo Ausubel.** Revista REC, Curitiba, 2, 1, 37-42.
- PEREIRA, M. M. (2010). **Uma proposta para o ensino de calor e temperatura no ensino médio.** (Dissertação de mestrado). Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.
- PINHEIRO, T. de F., (1996). **Aproximação Entre a Ciência do Aluno na Sala de Aula da 1ª Série do 2º Grau e a Ciência dos Cientistas: Uma Discussão** (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.
- PRAÇA, F.S. G.(2015). **Metodologia da pesquisa científica: organização estrutural e os desafios para redigir o trabalho de conclusão.** Revista Electronica “Dialogos

Academicos”,

8(1),

72-87.http://uniesp.edu.br/sites/_biblioteca/revistas/20170627112856.pdf.

- PRAIA, J. F.(2000). **Aprendizagem Significativa de D. Ausubel: Contributos para uma adequada visão sobre sua teoria e incidências no ensino**. In: Teoria da Aprendizagem Significativa - Contributos do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Peniche, pp. 122- 147
- PRÄSS, A. R. (2012). **Teorias de aprendizagem**. ScriniaLibris. com. https://www.fisica.net/monografias/Teorias_de_Aprendizagem.pdf
- RABELLO, E.T., & PASSOS, J. S. (2015). **Erikson e a teoria psicossocial do desenvolvimento**. Recuperado de <http://www.josesilveira.com>
- RABER, D. A., GRISA, A. M. C., & SCHMITZBOOTH, I. A. (2017). **Aprendizagem Significativa no Ensino de Ciências: Uma Proposta de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa Sobre Energia e Ligações Químicas 1**. Aprendizagem Significativa Em Revista/Meaningful Learning Review, 7(2), 64–85. Recuperado em: http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID116/v7_n2_a2017.pdf
- REGINALDO, C. C., SHEID, N. J., & GÜLLICH, R. I. C (2012). **O ensino de ciências e a experimentação**. IX ANPED Sul, Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul. Recuperado de <http://www.ucs.br/etc/conferencias/index.php/anpedsul/9anpedsul/paper/viewFile/2782/286>
- RIBEIRO R. J., SILVA S. C. R., & KOSCIANSKI A. (2012). **Organizadros prévios para aprendizagem significativa em física: o formato curta de animação**. Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências, 14(3), 167-183. <https://doi.org/10.1590/1983-21172012140311>
- ROCHA, R. F. A., & DICKMAN, A. G. (2016). **Ensinando Termodinâmica por meio de Experimentos de Baixo Custo**. Abakós, 4(2), 71-93. <https://doi.org/10.5752/P.2316-9451.2016v4n2p71>
- RODRIGUES, K. G., & BARNI, E. M. (2009). **Mapas conceituais: potencializador da aprendizagem na modalidade de ensino a distância do curso superior de pedagogia de uma instituição de curitiba**. IX Congresso Nacional de Educacao, 722-732. https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2009/3537_2126.pdf.
- ROGERS, C. R. (2001). **Tornar-se pessoa**. 5. Ed São Paulo: Martins.
- RONCA, A. C. C. (1994). **Teorias de ensino: a contribuição de David Ausubel**. Temas

- em Psicologia, n. 3, p.91-95.
- SACATE, A. R. (2004) **Uma exploração de algumas estratégias para promover o desenvolvimento conceptual no domínio da electricidade.** (Dissertação de mestrado, Universidade Eduardo Mondlane, Maputo, Moçambique).
- SANTOS, M. C., SILVA, F. F. & BARBOSA-LIMA, M. M. (2009). **Concepções de calor e temperatura de alunos cegos.** Universidade do Estado Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil. Recuperado de: http://www.cienciamao.usp.br/dados/snef/_concepcoesdecaloretemper.trabalho.pdf
- SCHNEIDERS, E. C., MELO, D. K. F. De., & GASTALDO, L. F. (2016). **Física: dificuldades no processo de ensino-aprendizagem na educação básica.** Salão do Conhecimento. https://www.publicacoes.eventos.unijui.edu.br/index.php/salao_conhecimento/article/view/6774.
- SCHUHMACHER, E. (2014). **O tema solo no ensino fundamental: Concepções alternativas dos estudantes sobre as implicações de sustentabilidade.** Experiências Em Ensino de Ciências, (1), 50–61.
- SÉRÉ, M. G., COELHO, S. M., & NUNES, A. D. (2002). **O papel da experimentação no ensino da física.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 20(1), 30-42. <http://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/download/6560/6046>
- SEVERINO, A. J., (2017), **Metodologia do Trabalho Científico.** 1ª ed. Cortez Editora. São Paulo.
- SILVA, B. M., & BUSS, C. da S. (2019). **Organizadores Prévios para o Ensino de Física: uma aplicação para o estudo de Ondas Mecânicas.** Revista Educar Mais, 3(1), 3-14. <http://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/educarmais/article/download/1375/1091>.
- SILVA, D. (1995). **Estudo das Trajetórias Cognitivas de Alunos: no ensino da diferenciação dos conceitos de calor e temperatura.** (Tese de doutorado). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- SILVA, E. L. & MENEZES, E. M. (2005). **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação.** 4ª ed. Florianópolis.
- SILVA, P. O. da, KRAJEWSKI, L. L., LOPES, H. S., & NASCIMENTO, D. O. do. (2018). **Os desafios no ensino e aprendizagem da física no ensino médio:** Imagem: StockPhotos. Revista Científica Da Faculdade De Educação E Meio Ambiente, 9(2), 829-834. <https://doi.org/10.31072/rcf.v9i2.593>.

- SILVA, S. C. T., & COVOLAN, D. da. (2005). **A entropia no Ensino Médio: utilizando concepções prévias dos estudantes e aspectos da evolução do conceito.** *Ciência & Educação* (Bauru), 11(1), 97–117. <https://doi.org/10.1590/s1516-73132005000100009>
- SILVA, S. de C. R. da; SCHIRLO, A. C. (2014) **Teoria da aprendizagem significativa de Ausebel; reflexões para o ensino de física ante a nova realidade social.** *Imagens da Educação*, 4 (1), 36-42.
- SILVEIRA, F. Lang da, Moreira, M. A. Atx, Rolando, (1986), **Validação de um teste para detectar se o aluno possui a concepção Newtoniana sobre força e movimento.** *Ciência e Cultura*, v.38, n. 12.
- SOUZA JUNIOR, J. P. d. (2006). **Ensino da Física e Senso comum: As ideias previas dos alunos do ensino medio e a aprendizagem de Física.** Recuperado de http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/NOVE_cf26fa73fa6ed35acc73f906a576920c
- SOUZA, C. O., SILVANO, A. M. C. & LIMA, I. P. (2018). **Teoria da aprendizagem significativa na prática docente.** *Revista Espacios*, 39(23), 27.
- TABILE, A. F., JACOMETO, M. C. D. (2017). **Fatores influenciadores no processo de aprendizagem: um estudo de caso.** *Revista Psipedagogia*, 34(103), 75-86. http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84862017000100008.
- TAVARES, Leonardo, (2017), **Ensino de Física por projecto: Física de forno solar.** Instituto federal de educação, ciência e tecnologia.
- TEIXEIRA, A. M. M. B. (2010). **Concepções alternativas em ciência: um instrumento de diagnóstico.** (Dissertação de Mestrado). Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, Portugal.
- TEIXERA, E. B. (2003). **A Análise de Dados na Pesquisa Científica importância e desafios em estudos organizacionais.** *Desenvolvimento em Questão* 1(2), 177-201. <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/desenvolvimentoemquestao/article/view/84/41>
- THOMAZ, M. F., MALAQUIAS, I. M., VALENTE, M. O., & ANTUNES, M. J. (1994). **Uma alternativa para ultrapassar concepções alternativas sobre calor e temperatura.** *Gazeta de Física*, 17.
- VÄISÄNEN, J. & KURKI-SUONIO, K. (2000). **The Use of Concept Maps in the Physics Teacher Education.** Recuperado de

<https://www.researchgate.net/publication/276288886> The Use of Concept Maps
in the Physics Teacher Education.

VALADARES, J. A. C. S. (1995). **Concepções Alternativas no Ensino da Física à luz da Filosofia da Ciência.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Aberta, Lisboa, Portugal.

VIENNOT, L. (1979). **Spontaneous Reasoning in Elementary Dynamics.** *International Journal of Science Education*, 1(2). 205-221.
<https://dx.doi.org/10.1080/0140528790010209>.

VIERA, S. (2008), **Introdução a Bioestatística**, 4^a ed. Elsever.

ZANOLLA, S. R. S. (2012). **O conceito de mediação em Vigotski e Adorno.** *Psicologia & Sociedade*, 24 (1), 5-14. <https://doi.org/10.1590/S0102-71822012000100002>.

APÊNDICE-I: CARTA DE PEDIDO DE AUTORIZAÇÃO PARA A REALIZAÇÃO DA PESQUISA NA ESCOLA

Exmo Senhor Director da Escola Secundária “25 de Junho” de Massinga

Jossias Arnaldo Vilanculo, estudante do Curso de Doutoramento em Ciência e Tecnologias de Energia na Universidade Eduardo Mondlane, com o tema: **“Estudo das concepções alternativas dos alunos nos conceitos de calor, temperatura, direção de transferência espontânea de calor e equilíbrio térmico. Um Estudo Diagnóstico e de Desenvolvimento Conceptual com Alunos da 9ª classe de Uma Escola Moçambicana”**, pretendo desenvolver o estudo com alunos da escola em que V. Excia dirige, garantindo a observância de todos os princípios éticos da pesquisa, vem por meio desta pedir à V. Excia autorização para o efeito, pelo que

Pede deferimento

Massinga, aos 11 de Fevereiro de 2019

O requerente

(Jossias Arnaldo Vilanculo)

APÊNDICE-II: CARTA DIRIGIDA AOS REPRESENTANTES DOS PAÍIS/ENCARREGADOS DE EDUCAÇÃO PARA A REALIZAÇÃO DA PESQUISA

Exmo Senhores Representantes dos Pais/encarregados de Educação da 9ª 10 e 9ª 11 da Escola Secundária “25 de Junho” de Massinga

Jossias Arnaldo Vilanculo, estudante do Curso de Doutoramento em Ciência e Tecnologias de Energia na Universidade Eduardo Mondlane, com o tema: **“Estudo das concepções alternativas dos alunos nos conceitos de calor, temperatura, direção de transferência espontânea de calor e equilíbrio térmico. Um Estudo Diagnóstico e de Desenvolvimento Conceptual com Alunos da 9ª classe de Uma Escola Moçambicana”**, pretendo desenvolver o estudo com alunos da escola em que V. Excias dirige, garantindo a observância de todos os princípios éticos da pesquisa(os alunos não serão obrigados a responder as questões, a intervenção decorrerá nos tempos previstos para as aulas de física, não haverá discriminação no tratamento), vem por meio desta pedir à V. Excias autorização para o efeito, pelo que

Pede deferimento

Massinga, aos 27 de Fevereiro de 2019

O requerente

(Jossias Arnaldo Vilanculo)

APÊNDICE-III: QUESTIONÁRIOS DE ESTUDO PILOTO

Caro estudante! O presente questionário faz parte de uma pesquisa que está sendo desenvolvida sobre concepções alternativas em alguns conceitos básicos da Termodinâmica.

Responde às questões abaixo sempre tendo em conta o contexto da termodinâmica:

1. Escreve o significado de calor na sua língua materna.

2. Define o que é calor.

3. Escreva uma frase que contenha a palavra calor.

4. O que é temperatura?

5. Escreva uma frase que contenha a palavra temperatura

6. Considera dois cubos de gelo que inicialmente se encontram a temperaturas diferentes (um a $-2,5^{\circ}\text{C}$ e outro a $-1,0^{\circ}\text{C}$). Eles são colocados em contacto.

$- 2,5^{\circ}\text{C}$	$- 1,0^{\circ}\text{C}$
(A)	(B)

O que é transferido entre os dois blocos de gelo?

7. Dois cubos feitos do mesmo material, inicialmente à mesma temperatura, mas de massas diferentes ficam durante muito tempo numa geleira. Nessa situação, são retiradas e imediatamente colocados em contacto. Diz o que acontece entre as duas esferas.

Fim

APÊNDICE-IV: ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA DO QUESTIONÁRIO DO ESTUDO PILOTO

Para a análise da consistência do questionário do estudo piloto, cada resposta de um aluno a um item do teste foi quantificada atribuindo-se escore um, se a sua resposta ou

opção fosse correcta, e escore zero, em caso exibição de uma concepção alternativa ou uma dificuldade conceptual. Os escores nos itens foram adicionados e gerou o escore total, neste caso, o número de respostas correctas. Como o questionário do estudo piloto tem 7 (sete) perguntas, o escore total poderia assumir algum valor de 0 a 7, indicando a presença de concepções científicas em caso de este ser elevado ou ausência concepções alternativas, caso este fosse baixo. (Silveira, Moreira & Axt, 1989)

No entanto, ainda, Silveira, Moreira e Axt (1989) afirmam que “a construção de um escore total com esse objectivo somente é lícita se o questionário apresentar consistência interna. O método adequado para avaliar a consistência interna é calcular o coeficiente de correlação entre cada pergunta e o escore total de modo a identificar perguntas que não devem ser mantidos por não serem coerentes com as demais” (p.130).

As perguntas que não são coerentes com as demais são as que apresentam coeficiente de correlação baixo com o total.

A tabela 4.10 mostra a análise de consistência das perguntas do questionário do estudo piloto aplicado a 33 alunos.

Tabela 4. 5: Análise de consistência interna baseada nas respostas dos 33 alunos do estudo piloto. (n =33)

Perguntas	Respostas							
	A	B	C	D	E	om	P	r _{IT}
1	21	7	5			0	-	0.145
2	4*	0	7	9	13	0	12.1	0,302
3	0*	4	8	3	18	0	0.0	0.392
4	12*	9	0	0	0	12	36.4	0.694
5	14*	7	0	5	4	3	42.4	0,632
6	5*	6	16	4		2	8.0	0,609
7	0*	3	0	7		23	0.0	-0,008

*número de acertos; om-omissões; P-percentagem de acertos; r_{IT}- Coeficiente de correlação item-total

A tabela 4.10 mostra que as questões 1 (um) e 7 (sete) não são coerentes com as restantes. As questões 2 (dois) e 3 (três) apresenta uma correlação fraca. As restantes questões 4 (quatro), 5 (cinco) e 6 (seis) apresentam correlações aceitáveis.

A pergunta número 1 (um) cujo conteúdo é “*escreva o significado de calor na tua língua materna*” é incoerente com as restantes perguntas por apresentar um coeficiente de correlação item-total muito baixo (0,145). Todas as respostas foram consideradas correctas dado que tinham a ver com a identificação da língua do aluno. Este valor indica quase ausência de correlação entre a pergunta 1 (um) e as restantes. Nestas condições, de acordo

com Silveira, Moreira e Axt (1989), a pergunta com valor baixo de coeficiente de correlação item-total deve ser eliminada ou melhorada. Contudo, o resultado acima, pode ser interpretado de outra forma, sugerindo-se a admitir que o tipo de língua materna do aluno nomeadamente *citwua*, *gitonga* e *cicopi* é independente dos conhecimentos que os alunos têm sobre conceitos de calor, temperatura, equilíbrio térmico e direcção de transferência espontânea de calor.

A pergunta número 7 (sete) apresenta um coeficiente de correlação, sendo no entanto uma pergunta incoerente com as restantes perguntas do questionário. Por outro lado, maior número de alunos não respondeu a pergunta. Nestas condições, Silveira, Moreira e Axt (1989) sugerem a retirada ou reformulação da pergunta do questionário.

Em relação às perguntas 2 (dois) e 3 (três) que apresentaram valores baixos de coeficientes de correlação item-item total, respectivamente 0.302 e 0.392, pode ser colocada a possibilidade de o facto de um aluno ter acertado ou não o conceito de calor não implicar necessariamente ter entendimento sobre o mesmo conceito.

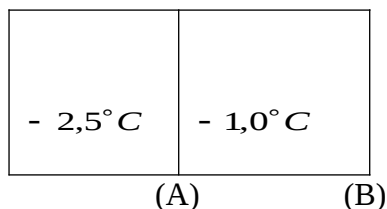
APÊNDICE-V: QUESTIONÁRIO DO ESTUDO PRINCIPAL

Caro estudante! O presente questionário faz parte de uma pesquisa que está sendo desenvolvida sobre concepções alternativas em alguns conceitos básicos da Termodinâmica.

Responde às questões abaixo sempre tendo em conta o contexto da termodinâmica:

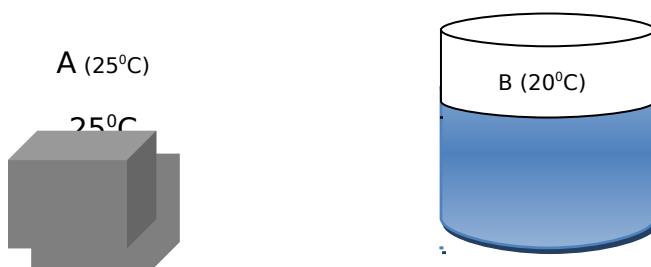
1. Escreve o significado de calor na sua língua materna
2. Define o que é calor.

3. Descreva um fenómeno do quotidiano que contenha a palavra calor.
4. O que é temperatura.
5. Descreva um fenómeno do quotidiano que contenha a palavra temperatura.
6. Considera dois cubos de gelo que inicialmente se encontram a temperaturas diferentes como vem ilustrado abaixo. Eles são colocados em contacto.

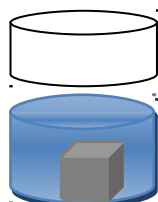


O que é transferido entre os dois blocos de gelo?

7. Na figura abaixo tens um bloco metálico inicialmente a 25° C e um calorímetro contendo água a 20° C.



De seguida, o bloco metálico A é introduzido no calorímetro, de acordo com a figura a seguir:



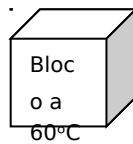
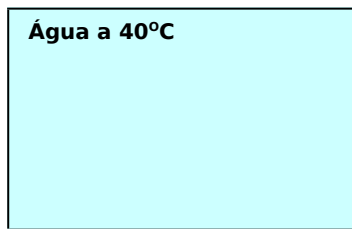
- 7.1 O que é transferido entre o bloco metálico A e a água no calorímetro?

- 7.2 Em que sentido é transferido o que respondeste em 7.1?

- 7.3 Quando é que pára o fenómeno que tu mencionaste em 7.1?

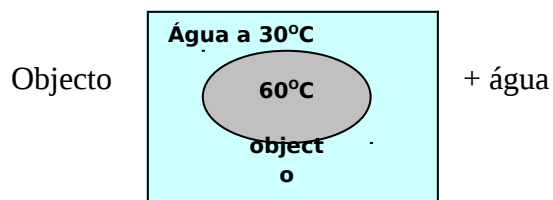
8. Dois cubos feitos do mesmo material, inicialmente à mesma temperatura, mas de massas diferentes ficam durante muito tempo numa geleira. A seguir, são retiradas e imediatamente colocados em contacto. Diz o que acontece entre os dois cubos.

9. Tens água num recipiente, inicialmente a 40°C. Nela mergulha-se um bloco metálico de 20kg de massa inicialmente a 60°C, como mostra a figura abaixo:



Qual será a temperatura final do conjunto (bloco metálico+ água)?Justifica a tua resposta.

10. Na figura abaixo tens água num recipiente, inicialmente a 30°C. Nela mergulha-se um objecto metálico inicialmente a 60°C.



Observa as figuras e diga (assinala com um X), qual dos três casos ilustra melhor a direcção/sentido espontâneo de transferência de calor?

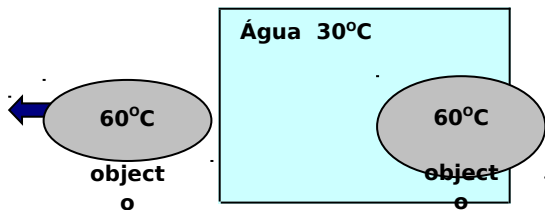


figura 2

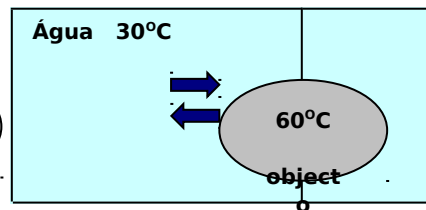


figura 3

figura

1

A: figura 1: do objecto para a água.

☐

B: figura 2: da água para o objecto.

☐

C: figura 3: nos dois sentidos.

☐

D: não sei


☐

E: outra.

☐

Escreva:

Justifica a tua opção:

11. O mesmo recipiente agora contém água a -4°C e um cubo de gelo a -1°C .

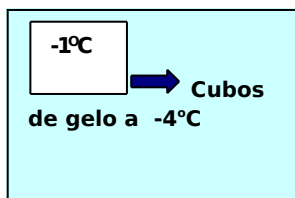
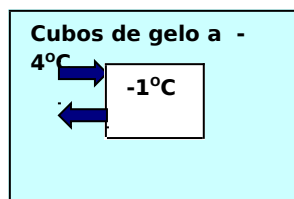
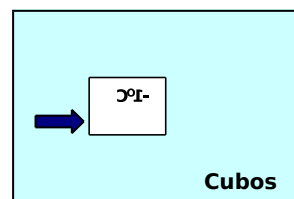


figura 2



fig

figura 3



ur

a 1

Qual das figuras ilustra melhor a direcção/sentido de transferência espontânea de calor (assinala com um X)?:

A: figura 1: do cubo de gelo a -1°C para a água a -4°C .

☐

B: figura 2: nos dois sentidos.

☐

C: figura 3: da água a -4°C para o gelo a -1°C .

☐

D: não sei.

☐

E: outra.

☐

Justifica a tua opção:

12. A figura mostra uma chávena com chá quente deixado sobre uma mesa, numa sala.

O que é que acontecerá ao chá depois de algum tempo (assinala com um X)



A. O chá arrefece até à temperatura do ambiente

☐

B. O chá aquecerá ainda mais

☐

C. O chá manter-se-á quente à mesma temperatura

☐
☐

D. D. Não sei

Justifica a tua opção

13. Supõe que um bloco de alumínio de 1kg de massa a 20°C de temperatura é metido em 1 litro de água a 40 °C temperatura. Qual será a temperatura final da mistura?

A. A temperatura final será de 30°C ☐

B. A temperatura final estará mais próxima de 20°C ☐

C. A temperatura final está mais próxima e 40°C ☐

D. Não sei ☐

Justifica a tua resposta

Fim

APÊNDICE-VI: ENTREVISTA AOS ALUNOS

Procedimento experimental:

1.1 Aquecer uma massa de metal

1.2 Medir a temperatura inicial de 250 ml de água no interior de um calorímetro.

1.3 Introduzir a massa aquecida num calorímetro contendo 250ml de água.

Questões

Questão 1- Pesquisador: O que acontece quando o bloco quente é introduzido na água?

E tú aluno E_x, o que achas?

Vocês estão a dar respostas diferentes. Alguém querará corrigir a sua resposta?

Por quê tú alteraste a tua resposta?

Quem estará certo?

Questão 2- Pesquisador: O que é transferido entre o bloco aquecido e a água?

E tú aluno E_x , o que achas?

Vocês estão a dar respostas diferentes. Alguém querará corrigir a sua resposta?

Por quê tú alteraste a tua resposta?

Quem estará certo?

Questão 3- Pesquisador: Em que direcção é transferido o calor/temperatura? Do bloco para a água ou da água para o bloco?

E tú aluno E_x , o que achas?

Vocês estão a dar respostas diferentes. Alguém querará corrigir a sua resposta?

Por quê tú alteraste a tua resposta?

Quem estará certo?

Questão 4- Pesquisador: Será que o processo de transferencia de calor/temperatura do bloco para água termina?~

E tú aluno E_x , o que achas?

Vocês estão a dar respostas diferentes. Alguém querará corrigir a sua resposta?

Por quê tú alteraste a tua resposta?

Quem estará certo?

Questão 5- Vocês conhecem os conceitos de calor e temperatura?

Podem usar esses conceitos para explicar o que acontece quando o bloco aquecido é introduzido no interior do calorímetro contendo água?

APÊNDICE-VII: PROBLEMAS A SEREM RESOLVIDOS PELOS ALUNOS APÓS A APRENDIZAGEM

Nome _____

Instruções:

Este teste é constituído por 3 (três) problemas: O problema 1 com uma questão, o problema 2 com duas questões e o problema 3 com três questões. Em cada uma das perguntas escolha uma e apenas uma das alternativas apresentadas. Depois de ter certeza da alternativa escolhida, marque a sua resposta na grade de respostas que aparece na última página deste teste.

Problema 1: A Ercília acaba de acordar e levantar de sua cama em um dia frio de inverno. Após sair de sua cama aquecida, ela toca os pés no chão de carpete de seu quarto e se sente confortável, mesmo descalça. Ao ir para cozinha, seus pés descalços sentem uma sensação fria ao tocar o chão de cerâmica. Todo o ambiente da casa estava exposto às mesmas condições de temperatura durante toda noite. Por que a Ercília sente sensações diferentes ao caminhar descalça no quarto e na cozinha?

Problema 2: 200ml de chá a 95°C são deixados numa sala a 22°C.

Descreva todo processo, dizendo o que acontece com a temperatura e o calor.

-
-
- I. Calcule a queda de temperatura do chá.
- II. De quanto varia a temperatura de 100ml de chá? Justifique a sua resposta
-
-
- III. Quanto calor tem que sair de 200ml de chá?
-
-
- IV. Quanto calor tem que sair de 100ml de chá?
-
-

Problema 3: Dado uma chávena com água aos 90°C , e uma colher de chá de metal a 25°C . Descreva o que acontece quando a colher é introduzida na chávena com água a 90°C .

Questão 3.1 O que é transferido entre o bloco de metal e água?

Questão 3.2 Em que direcção em sua opinião a entidade identificada em 3.1 é transferida espontaneamente?

Questão 3.3 Em que momento transferência pára?

Problema 4: Na actividade de laboratório, o professor de Física propõe que os estudantes misturem 1L de água à temperatura de 100°C com 1L de água a 20°C . Porém, antes de fazer a mistura e medir a temperatura de equilíbrio térmico, os estudantes precisam calcular a temperatura do equilíbrio térmico. Considere as perdas térmicas desprezíveis e que o

resultado teórico é igual ao valor experimental. Qual será a temperatura da mistura?
Justifique

Fim

APÊNDICE-VIII: TESTE DE NORMALIDADE

De acordo com Lopes, Branco e Soares (2013, p.12), “para verificar a normalidade, pode se usar os testes de Kolmogorov-Smirnov e o teste de Shapiro-Wilk dado à simplicidade e disponibilidade na grande parte dos softwares estatísticos”. O pesquisador optou pelo teste de Shapiro-Wilk.

Resultado do teste de Normalidade

O teste Shapiro-Wilk serve para testar se a amostra cumpre uma distribuição normal. Este teste pressupõe a hipótese nula de normalidade dos dados (H_0), considerando p -valor (sig) > 0,05, se resultarem na aderência aos parâmetros de normalidade (Miot, 2017, p.6).

A tabela 4.14 mostra o resultado do teste de Normalidade de Shapiro-Wilk.

Tabela 4. 6: Tabela usada para descrever as respostas dos alunos da 9ª classe

	Shapiro-Wilk		
	Estatística	gl	Sig.
Pos teste turma experimental	,960	49	,094
Pre teste turma experimental	,960	49	,099
Pos teste turma de controle	,955	49	,059
Pre teste turma de controle	,971	49	,257

Conforme mostra a tabela 4.14, para o pré-teste e o pós-teste no grupo experimental os valores de p ou sig são 0.099 e 0.094, respectivamente, e para o pré-teste e pós-teste no grupo de controle são 0.257 e 0.059, respectivamente, todos eles maiores que 0.05 (nível

de significância). Portanto há evidência estatística para não rejeitar a hipótese nula de que “as variáveis em análise seguem uma distribuição normal”.