

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS:
QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE**

Paola Jardim Cauduro

**O MÉTODO COGNITIVO-HISTÓRICO E O ENSINO DE FÍSICA
MEDIADO POR EPISTEMOLOGIAS**

Santa Maria, RS
2017

Paola Jardim Cauduro

**O MÉTODO COGNITIVO-HISTÓRICO E O ENSINO DE FÍSICA MEDIADO POR
EPISTEMOLOGIAS**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), Área de concentração em Ensino de Física, como requisito parcial para obtenção do título de **Doutor em Educação em Ciências**.

Orientador: Prof. Dr. Everton Lüdke

Santa Maria, RS
2017

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Cauduro, Paola Jardim
O Método Cognitivo-Histórico e o Ensino de Física
mediado por Epistemologias / Paola Jardim Cauduro.- 2017.
232 p.; 30 cm

Orientador: Everton Lüdke
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de
Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e
Saúde, RS, 2017

1. Método Cognitivo-histórico 2. Ensino de Física 3.
Ensino Explícito 4. Vulnerabilidade Social I. Lüdke,
Everton II. Título.

© 2017

Todos os direitos autorais reservados a Paola Jardim Cauduro. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

E-mail: paola.pjc@gmail.com

Paola Jardim Cauduro

**O MÉTODO COGNITIVO-HISTÓRICO E O ENSINO DE FÍSICA MEDIADO POR
EPISTEMOLOGIAS**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), Área de concentração em Ensino de Física, como requisito parcial para obtenção do título de **Doutor em Educação em Ciências**.

Aprovado em 04 de agosto de 2017:

Everton Lüdke, PhD. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Ana Marli Bulegon, PhD. (UNIFRA)

Gilberto Orengo de Oliveira, PhD. (UNIFRA)

Carlos Fernando de Mello, PhD (UFSM)

Félix Alexandre Antunes Soares, PhD (UFSM)

Santa Maria, RS
2017

Dedico todo o esforço concentrado esse trabalho aos meus pais Luiz e Nadir, minha irmã Aline e a meu noivo Éder pelo carinho, compreensão e esperança de dias melhores.

AGRADECIMENTOS

A concretização deste trabalho ocorreu, principalmente, pelo auxílio, compreensão, amor e dedicação de várias pessoas que tornaram-me uma pessoa melhor e capaz de compreender a vida de uma forma diferente. Agradeço:

- Aos meus queridos pais Luiz Elvino Cauduro e Nadir Jardim Cauduro, meus primeiros professores, por toda a dedicação, conselhos e amor durante toda minha vida;

- À minha irmã Aline (Nina) pelo carinho, compreensão e ensinamentos;

- Ao meu noivo e melhor amigo Éder Grafemberg pelo amor, incentivo e por me ajudar a contornar os obstáculos da vida;

- Ao professor Everton Lüdke pela dedicação, conselhos, todo conhecimento compartilhado para que esse trabalho pudesse ter sido concretizado e pela oportunidade de me tornar uma profissional mais competente através de seus exemplos;

- Aos meus amigos/irmãos Jardel Guidolin, Jaqueline Menezes Dias, Dalva Cargnin, Giséli Bastos e Anidene Cechin, pelos conselhos, dicas e por serem muitas vezes meus psicólogos!

- A todos os estudantes e equipe diretiva da escola onde a pesquisa foi realizada;

A todos vocês, meu muito obrigada!

Temos o direito de ser iguais quando a nossa diferença nos inferioriza; e temos o direito de ser diferentes quando a nossa igualdade nos descaracteriza. Daí a necessidade de uma igualdade que reconheça as diferenças e de uma diferença que não produza, alimente ou reproduza as desigualdades.

(Boaventura de Souza Santos)

RESUMO

O MÉTODO COGNITIVO-HISTÓRICO E O ENSINO DE FÍSICA MEDIADO POR EPISTEMOLOGIAS

AUTORA: Paola Jardim Cauduro
ORIENTADOR: Everton Lüdke

Os mais recentes dados da educação brasileira mostraram que nos últimos anos, embora tenha ocorrido uma pequena melhora na infraestrutura oferecida às escolas, muito ainda precisa ser feito para assegurar melhores condições, principalmente aos estudantes de escolas públicas. Essa realidade é ainda mais acentuada quando observada as escolas localizadas ou quando os alunos são provenientes de zonas de vulnerabilidade social, o que para muitos autores, se constitui como o fator que contribui para o mau desempenho e a evasão escolar. Os altos índices de reprovação e abandono escolar registrados nos últimos anos no Rio Grande do Sul, para todos os níveis socioeconômicos, fez a Secretaria de Educação (SEDUC) repensar a forma como o ensino médio estava sendo administrado, instituindo, dessa forma, o Ensino Médio Politécnico em 2012, como uma proposta diferenciada e de acordo com os demais documentos da educação brasileira. Pensando nisso, buscou-se como referencial teórico, o Método Cognitivo-histórico (MCH) proposto por Nersessian (2008) por apresentar ferramentas que oportunizem aos estudantes entender os processos científicos por meio da história e atitudes de seus próprios autores, aumentando a qualidade de seu pensamento científico, o uso do raciocínio e o desenvolvimento de metodologias operacionais próprias em diversas interações nas aulas de Física. Além disso, implementou-se os materiais desenvolvidos através da abordagem do Ensino Explícito, que favorece o desenvolvimento de habilidades cognitivas nos estudantes, totalmente fundamentada na psicologia cognitiva e já comprovada em diversos trabalhos. A metodologia de coleta de dados escolhida para essa pesquisa foi o modelo experimental *Solomon Four – Group Design*, onde a intervenção baseada no MCH contou com um protocolo bem definido: pré-teste constituído de duas questões com situações cotidianas; a intervenção composta de texto sobre a vida, carreira, contexto histórico e social, experimentos cruciais de cientistas escolhidos de acordo com conceitos fundamentais estudados por eles, explanação dos conceitos, exemplos, problemas e por uma atividade prática, com roteiro, relacionada ao cientista estudado; o pós-teste de cada cientista é composto de cinco questões de múltipla escolha. Os resultados desse trabalho possibilitaram responder que o MCH é uma ferramenta que se mostrou eficaz nas implementações em escola localizada na região administrativa centro-oeste da cidade de Santa Maria – RS para os conteúdos de Temperatura, Calor e Escalas Termométricas; Transformação Isotérmica; Leis de Ohm e Geradores Elétricos. Sobre o ensino explícito e a gestão dos aprendizados a maioria dos itens constituintes puderam ser realizados com nível de êxito elevado. Entretanto, os itens *garantir uma taxa de sucesso elevada, verificar a compreensão e diferenciar de outra forma*, necessitam de maior aperfeiçoamento. Esses itens estão relacionados, na maioria das vezes, aos alunos que faltam aulas consecutivas, o que acabam interferindo no seu aprendizado pelo fato da aula ter avançado e eles não. Para resolver esse problema é necessária a elaboração de estratégias que favoreçam a recuperação das atividades não realizadas.

Palavras-chave: Método Cognitivo-histórico. Ensino de Física. Ensino Explícito. Vulnerabilidade Social.

ABSTRACT

THE COGNITIVE-HISTORICAL METHOD AND THE TEACHING OF PHYSICS MEDIATED BY EPISTEMOLOGIES

AUTHOR: PAOLA JARDIM CAUDURO
ADVISOR: EVERTON LÜDKE

The latest data from Brazilian education have shown that in recent years, although there has been a slight improvement in the infrastructure offered to schools, much still needs to be done to ensure better conditions, especially for students in public schools. This reality is even more pronounced when it comes to localized schools or when students come from areas of social vulnerability, which for many authors constitutes the factor that contributes to poor performance and school dropout. The high levels of disapproval and drop-out rates registered in recent years in Rio Grande do Sul, for all socioeconomic levels, led the Secretária de Educação (SEDUC) to rethink the way in which secondary education was being administered, thus instituting Ensino Médio Politécnico in 2012, as a differentiated proposal and according to the other documents of the Brazilian education. With this in mind, the Cognitive-Historical Method (MCH) proposed by Nersessian (2008) was presented as a theoretical reference for presenting tools that allow students to understand scientific processes through the history and attitudes of their own authors, increasing the quality of his scientific thinking, the use of reasoning and the development of his own operational methodologies in various interactions in physics classes. In addition, the materials developed through the Explicit Teaching approach were developed, which favors the development of cognitive abilities in students, fully based on cognitive psychology and already proven in several studies. The methodology of data collection chosen for this research was the experimental model Solomon Four - Group Design, where the intervention based on the MCH had a well defined protocol: pre-test consisting of two questions with daily situations; the intervention composed of text about life, career, historical and social context, crucial experiments of scientists chosen according to fundamental concepts studied by them, explanation of concepts, examples, problems and by a practical activity, with script, related to the studied scientist; each scientist's post-test consists of five multiple-choice questions. The results of this work made it possible to answer that the MCH is a tool that proved to be effective in the implementations in a school located in the central-western administrative region of the city of Santa Maria - RS for the contents of Temperature, Heat and Thermometric Scales; Isothermal Transformation; Ohm Laws and Electric Generators. On explicit teaching and learning management, most of the constituent items could be realized with high success level. However, the items ensuring a high success rate, checking for understanding and differentiating otherwise need further improvement. These items are most often related to students who miss consecutive classes, which end up interfering with their learning because the class has advanced and they do not. To solve this problem it is necessary to develop strategies that favor the recovery of unrealized activities.

Keywords: Cognitive-historical method. Teaching Physics. Explicit Teaching. Social vulnerability.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Taxas de abandono escolar entre as pessoas de 18 a 24 anos	28
Figura 2 –	Taxas de aprovação no Rio Grande do Sul entre os anos de 1996 e 2012 para o ensino médio	32
Figura 3 –	Taxas de reprovação no Rio Grande do Sul entre os anos de 1996 e 2012 para o ensino médio	32
Figura 4 –	Taxas de abandono escolar no Rio Grande do Sul entre os anos de 1996 e 2012 para o ensino médio	33
Figura 5 –	Processo de modelagem de Maxwell	42
Figura 6 –	Escala de nível de apoio pedagógico	49
Figura 7 –	O modelo PIC do ensino explícito	49
Figura 8 –	Representação da concepção individualista e elitista da ciência	52
Figura 9 –	Visão acumulativa, de crescimento linear	54
Figura 10 –	Metodologia de seleção dos artigos da revisão bibliográfica	57
Figura 11 –	Esquema do ensino explícito implementado com estudantes de ciências	61
Figura 12 –	Quantidade de artigos em cada categoria estabelecida	63
Figura 13 –	Modelo experimental Solomon Four – Group Design.....	72
Figura 14 –	Mapa das regiões administrativas de Santa Maria - RS.....	73
Figura 15 –	Listagem com os nomes dos cientistas trabalhados segundo o MCH	75
Figura 16 –	Categorias do domínio cognitivo da Taxonomia de Bloom	83
Figura 17 –	Categorias do domínio afetivo da Taxonomia de Bloom	84
Figura 18 –	Categorias do domínio psicomotor da Taxonomia de Bloom	85
Figura 19 –	Esquema da montagem do experimento sobre Arquimedes	93
Figura 20 –	Estudantes realizando a atividade sobre Arquimedes	94
Figura 21 –	Materiais utilizados no experimento sobre escalas de temperatura	105
Figura 22 –	Esquema do experimento sobre Daniel Gabriel Fahrenheit, Anders Celsius e William Thomson	106
Figura 23 –	Respostas dos estudantes do Grupo C	108
Figura 24 –	Realização do experimento sobre Robert Boyle	117
Figura 25 –	Gráfico em papel milimetrado feito por um dos estudantes	118
Figura 26 –	Gráficos em papel milimetrado feito por alguns estudantes do Grupo C	120
Figura 27 –	Alunos do Grupo A montando a atividade 1 sobre Ohm.....	129
Figura 28 –	Representações do roteiro sobre os tipos de arranjos do circuito.	130
Figura 29 –	Respostas de uma das alunas para a atividade 2	132
Figura 30 –	Respostas de um dos alunos para a atividade 3	133
Figura 31 –	Realização do experimento sobre Volta	142
Figura 32 –	Respostas do experimento sobre Volta	143
Figura 33 –	Baratinha Luck, presente ao colega que não compareceu a aula por estar hospitalizado à espera de transplante	144
Figura 34 –	Representações feitas por uma das alunas	145
Figura 35 –	Representações de um estudante do 2º ano.....	150
Figura 36 –	Representações de uma estudante do 3º ano	151
Figura 37 –	Lápis cor da pele, segundo uma das estudantes	153

Figura 38 – Todos os rótulos em um único desenho. (Foi necessário o recorte da imagem para evitar a identificação dos autores)	154
Figura 39 – Todos podem ser cientistas.....	155
Figura 40 – Análise do questionário WHOQOL-BREF para 56 estudantes de escola localizada em zona de vulnerabilidade social	160
Figura 41 – Análise do questionário WHOQOL-BREF para 53 estudantes de cursinho pré-vestibular.....	161

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Resultados do Censo Escolar da Educação Básica 2016 em comparação com 2015, nos quesitos Serviços e Dependências	27
Quadro 2 – Resumo das temáticas pesquisadas.	58
Quadro 3 – Alguns resultados de dois artigos da categoria Escola, Docentes e Currículo....	66
Quadro 4 – Características das siglas utilizadas para análise qualitativa dos pré-testes.....	81
Quadro 5 – Análise dos pré-testes do Grupo A para a questão 1	87
Quadro 6 – Análise dos pré-testes do Grupo B para a questão 1	87
Quadro 7 – Análise dos pré-testes do Grupo A para a questão 2.....	88
Quadro 8 – Análise dos pré-testes do Grupo B para a questão 2	89
Quadro 9 – Resumo de alguns resultados das questões do pré-teste	90
Quadro 10 – Avaliação das categorias da Taxonomia de Bloom para a atividade Arquimedes	97
Quadro 11 – Análise dos pré-testes do Grupo A para a questão 1	99
Quadro 12 – Análise dos pré-testes do Grupo B para a questão 1	99
Quadro 13 – Análise dos pré-testes do Grupo A para a questão 2.....	100
Quadro 14 – Análise dos pré-testes do Grupo B para a questão 2	101
Quadro 15 – Quadro resumo de alguns resultados do pré-teste	102
Quadro 16 – Avaliação das categorias da Taxonomia de Bloom para a atividade Daniel Gabriel Fahrenheit, Anders Celsius e William Thomson	110
Quadro 17 – Análise dos pré-testes do Grupo A para a questão 1	112
Quadro 18 – Análise dos pré-testes do Grupo B para a questão 1	113
Quadro 19 – Análise dos pré-testes do Grupo A para a questão 2.....	114
Quadro 20 – Análise dos pré-testes do Grupo B para a questão 2	115
Quadro 21 – Avaliação das categorias da Taxonomia de Bloom para a atividade Robert Boyle	123
Quadro 22 – Análise dos pré-testes do Grupo A para a questão 1	124
Quadro 23 – Análise dos pré-testes do Grupo B para a questão 1	125
Quadro 24 – Análise dos pré-testes do Grupo A para a questão 2.....	126
Quadro 25 – Análise dos pré-testes do Grupo B para a questão 2	127
Quadro 26 – Avaliação das categorias da Taxonomia de Bloom para a atividade George Simon Ohm	135
Quadro 27 – Análise dos pré-testes do Grupo A para a questão 1	137
Quadro 28 – Análise dos pré-testes do Grupo B para a questão 1	138
Quadro 29 – Análise dos pré-testes do Grupo A para a questão 2.....	139
Quadro 30 – Análise dos pré-testes do Grupo B para a questão 2	139
Quadro 31 – Avaliação das categorias da Taxonomia de Bloom para a atividade Alessandro Volta	148
Quadro 32 – Características das representações do cientista na atividade 1	152
Quadro 33 – Domínios e facetas do questionário WHOQOL-BREF	158
Quadro 34 – Nível de êxito na execução das etapas do modelo PIC	170

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultados do Censo Escolar da Educação Básica 2016 com relação às taxas de matrículas do 1º ao 3º ano do ensino médio	29
Tabela 2 – Taxas de abandono, aprovação e reprovação no Rio Grande do Sul em 2015 ...	31
Tabela 3 – Total de periódicos analisados e o estrato de qualidade.....	58
Tabela 4 – Prova da homogeneidade de variâncias – Prova de Levene para os pré-testes da atividade Arquimedes	90
Tabela 5 – Resultados ANOVA - análise das variâncias.....	91
Tabela 6 – Número de indivíduos em cada Grupo da pesquisa.	95
Tabela 7 – Análise descritiva para a atividade Arquimedes	96
Tabela 8 – Prova da homogeneidade de variâncias – Prova de Levene para a atividade Arquimedes	96
Tabela 9 – Resultados ANOVA - análise das variâncias.....	96
Tabela 10 – Prova da homogeneidade de variâncias – Prova de Levene para os pré-testes da atividade Fahrenheit, Celsius e Thomson.....	102
Tabela 11 – Resultados ANOVA - análise das variâncias.....	103
Tabela 12 – Número de indivíduos em cada amostra da pesquisa.....	108
Tabela 13 – Análise descritiva para a atividade Daniel Gabriel Fahrenheit, Anders Celsius e William Thomson.....	109
Tabela 14 – Prova da homogeneidade de variâncias – Prova de Levene para a atividade Fahrenheit, Celsius e Thomson	109
Tabela 15 – Resultados ANOVA - análise das variâncias.....	110
Tabela 16 – Prova da homogeneidade de variâncias – Prova de Levene para os pré-testes da atividade Robert Boyle	116
Tabela 17 – Resultados ANOVA - análise das variâncias.....	116
Tabela 18 – Número de indivíduos em cada amostra da pesquisa.....	121
Tabela 19 – Análise descritiva para a atividade Robert Boyle	121
Tabela 20 – Prova da homogeneidade de variâncias – Prova de Levene para a atividade Robert Boyle	122
Tabela 21 – Resultados ANOVA - análise das variâncias.....	122
Tabela 22 – Prova da homogeneidade de variâncias – Prova de Levene para os pré-testes da atividade George Simon Ohm	127
Tabela 23 – Resultados ANOVA - análise das variâncias.....	127
Tabela 24 – Número de indivíduos em cada amostra da pesquisa.....	133
Tabela 25 – Análise descritiva para a atividade George Simon Ohm.....	134
Tabela 26 – Prova da homogeneidade de variâncias – Prova de Levene para a atividade George Simom Ohm.....	134
Tabela 27 – Resultados ANOVA - análise das variâncias.....	135
Tabela 28 – Prova da homogeneidade de variâncias – Prova de Levene para os pré-testes da atividade Alessandro Volta.....	140
Tabela 29 – Resultados ANOVA - análise das variâncias.....	140
Tabela 30 – Número de indivíduos em cada amostra da pesquisa.....	146
Tabela 31 – Análise descritiva para a atividade Alessandro Giuseppe Antonio Anastasio Volta.....	146

Tabela 32 – Prova da homogeneidade de variâncias – Prova de Levene para a atividade Alessandro Volta	147
Tabela 33 – Resultados ANOVA para a atividade Alessandro Volta	147
Tabela 34 – Análise descritiva do questionário referente às atitudes frente à disciplina de Física.....	156
Tabela 35 – Análise das questões 2 e 16 do questionário sobre interesses em Física.....	156
Tabela 36 – Análise das questões 9 e 10 do questionário sobre interesses em Física.....	157
Tabela 37 – Análise das questões 20, 22 e 24 do questionário sobre interesses em Física..	157
Tabela 38 – Resultados em porcentagem da qualidade de vida	159
Tabela 39 – Resultados em porcentagem da qualidade de vida dos estudantes de zona de não-vulnerabilidade social	161

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAPES	– Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CC	– Conhecimento Condizente
CNC	– Conhecimento Não Condizente
CPC	– Conhecimento Parcialmente Condizente
EE	– Ensino Explícito
IBGE	– Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INEP	– Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Anísio Teixeira
IPEA	– Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IVS	– Índice de Vulnerabilidade Social
LDB	– Lei de Diretrizes e Bases da Educação Básica
MCH	– Método Cognitivo-histórico
NPAE	– Núcleo de Pesquisas sobre Aquisições Epistemológicas e Formações Científicas
OCDE	– Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PCN	– Parâmetros Curriculares Nacionais
PCN+	– Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais
PIC	– Preparação, Interação e Consolidação
SEDUC	– Secretaria de Educação do Rio Grande do Sul
SR	– Sem Resposta
UFSM	– Universidade Federal de Santa Maria
WHOQOL-bref	– World Health Organization Quality of Life - bref

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	25
1.1	APRESENTAÇÃO	25
1.2	JUSTIFICATIVA: IDENTIFICANDO A PROBLEMÁTICA DA PESQUISA.....	26
1.3	O MÉTODO COGNITIVO-HISTÓRICO COMO REFERENCIAL TEÓRICO	35
1.4	O ENSINO EXPLÍCITO COMO PROPOSTA DE MÉTODO DE ENSINO.....	44
1.5	CONSIDERAÇÕES SOBRE ERROS NO ENSINO ESCOLAR DE CIÊNCIAS ...	50
1.6	PROBLEMA DE PESQUISA.....	55
1.7	OBJETIVO GERAL	55
1.8	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	55
1.9	CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO 1	55
2	DESENVOLVIMENTO	57
2.1	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	57
2.1.1	Análise dos periódicos – Dimensão numérica das temáticas de pesquisa	58
2.1.2	Categorização e análise dos artigos	60
2.1.2.1	<i>Sobre o Ensino Explícito</i>	60
2.1.2.2	<i>Sobre a Vulnerabilidade Social</i>	62
2.2	METODOLOGIA DE COLETA DOS DADOS	71
2.3	A ESCOLA E O PERFIL DOS PARTICIPANTES DA PESQUISA	72
2.4	PROCEDIMENTOS DE COLETA DOS DADOS	74
2.5	PROPOSTA METODOLÓGICA DA GESTÃO DOS APRENDIZADOS.....	76
2.5.1	Atividades para o 2º ano do ensino médio	76
2.5.2	Atividades para o 3º ano do ensino médio	78
3	OS RESULTADOS E SUAS ANÁLISES	81
3.1	ATIVIDADE PARA O 2º ANO: ARQUIMEDES	86
3.1.1	O pré-teste	86
3.1.2	O tratamento	91
3.1.3	O pós-teste	95
3.1.4	A análise da Taxonomia de Bloom	97
3.2	ATIVIDADE PARA O 2º ANO: DANIEL GABRIEL FAHRENHEIT, ANDERS CELSIUS E WILLIAM THOMSON	98
3.2.1	O pré-teste	98
3.2.2	O tratamento	103
3.2.3	O pós-teste	108
3.2.4	A análise da Taxonomia de Bloom	110
3.3	ATIVIDADE PARA O 2º ANO: ROBERT BOYLE.....	112
3.3.1	O pré-teste	112
3.3.2	O Tratamento	116
3.3.3	O Pós-teste	121
3.3.4	Análises da Taxonomia de Bloom	123
3.4	ATIVIDADE PARA O 3º ANO: GEORGE SIMON OHM.....	124
3.4.1	O pré-teste	124
3.4.2	O tratamento	128
3.4.3	O pós-teste	133
3.4.4	A análise da Taxonomia de Bloom	135
3.5	ATIVIDADE PARA O 3º ANO: ALESSANDRO GIUSEPPE ANTONIO ANASTASIO VOLTA	137

3.5.1	O pré-teste	137
3.5.2	O tratamento	141
3.5.3	O pós-teste	145
3.5.4	Análises da Taxonomia de Bloom	147
3.6	ATIVIDADE: INFERÊNCIAS PESSOAIS DO CIENTISTA COMO PROFISSÃO.....	149
3.7	QUESTIONÁRIO SOBRE OS INTERESSES EM FÍSICA	155
3.8	ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO DE QUALIDADE DE VIDA	157
4	DISCUSSÕES	163
5	CONCLUSÕES.....	177
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	179
	APÊNDICES	187
	APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	189
	APÊNDICE B – MATERIAIS PARA A ATIVIDADE ARQUIMEDES	191
	APÊNDICE C – MATERIAIS PARA A ATIVIDADE DANIEL GABRIEL FAHRENHEIT, ANDERS CELSIUS E WILLIAM THOMSON.....	198
	APÊNDICE D – MATERIAL PARA A ATIVIDADE SOBRE ROBERT BOYLE	204
	APÊNDICE E – MATERIAIS PARA A ATIVIDADE GEORGE SIMON OHM	210
	APÊNDICE F – MATERIAL PARA A ATIVIDADE SOBRE ALESSANDRO GIUSEPPE ANTONIO ANASTASIO VOLTA	217
	APÊNDICE G – ATIVIDADE O QUE FAZ UM CIENTISTA?.....	223
	ANEXOS.....	227
	ANEXO A – QUESTIONÁRIO SOBRE OS INTERESSES EM FÍSICA (TALIM (2004))	229
	ANEXO B – QUESTIONÁRIO WHOQOL-BREF (THE WHOQOL GROUP (1997)).....	230

1 INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO

Essa tese se enquadra na linha de pesquisa Educação Científica: Processos de Ensino e Aprendizagem na Escola, na Universidade e no Laboratório de Pesquisa do Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Essa linha de pesquisa engloba trabalhos que propõem estudos relativos ao campo da didática das ciências, com o objetivo de investigar e propor soluções para os problemas do ensino e da aprendizagem das ciências em vários níveis de ensino.

A fim de entrar em consonância com os pressupostos estabelecidos por essa linha de pesquisa, esse trabalho, desenvolvido no Núcleo de Pesquisas sobre Aquisições Epistemológicas e Formações Científicas (NPAE) do Departamento de Física da UFSM, procurou investigar se o Método Cognitivo-histórico (MCH) pode se estabelecer como um aliado ao processo de ensino e aprendizagem de Física em estudantes de uma escola da rede pública de ensino. Esse método busca na essência da descoberta de cientistas a base para o estabelecimento de ideias, imagens mentais e formas de resolução de problemas.

A identificação do problema parte da observação histórica e recorrente da baixa quantidade de alunos interessados nas aulas de Física, do aparente repúdio a essa disciplina e da desmotivação com metodologias que não estão conseguindo cumprir seu papel na escola. Essa inquietação vai contra os pressupostos estabelecidos pelas leis e parâmetros que asseguram uma educação mais plena, onde o conhecimento é um dos elos que permitiriam o desenvolvimento do ser humano.

A fim de investigar esse problema com o auxílio do Método Cognitivo-histórico, essa proposta de tese será dividida em seis capítulos. No capítulo 1, correspondente à introdução, será apresentada a justificativa, o problema identificado, os objetivos e o referencial teórico. No capítulo 2, referente ao desenvolvimento, serão apresentadas a revisão bibliográfica; a metodologia utilizada a fim de obter dados para posterior análise, os procedimentos de coleta dos dados, os participantes da pesquisa e a proposta metodológica da gestão dos aprendizados. Já no capítulo 3, serão apresentados os resultados das atividades e dos questionários de investigação. Nos capítulos 4 e 5 serão apresentadas as discussões e as conclusões, respectivamente. Para finalizar o capítulo 6 traz as referências utilizadas no trabalho.

1.2 JUSTIFICATIVA: IDENTIFICANDO A PROBLEMÁTICA DA PESQUISA

As inquietações que serão descritas a seguir surgiram, quando em 2013, fui trabalhar como professora de Física numa escola localizada numa região caracterizada pela vulnerabilidade social. Nessa escola, além dos problemas como indisciplina e dificuldades de aprendizagem, na maioria das vezes, as questões relacionadas com a realidade de parte dos estudantes acabavam ultrapassando os muros da escola, tomando um papel mais importante que os objetivos de aprendizagem e extrapolando meu entendimento sobre a psicologia e assistência social.

Em vários momentos pude perceber meus alunos desmotivados em sala de aula, sem ânimo de realizar qualquer tipo de atividade e sem entender o propósito de conteúdos que mais pareciam receitas que nunca dariam certo. Em conversa com os demais professores, foi possível perceber que, segundo eles, a responsabilidade do desinteresse está no fato dos alunos terem muitos problemas em casa, como o uso de drogas, pais ausentes, pobreza extrema, alunos que trabalham, etc. Sem falar que existe aqueles acreditam que a responsabilidade está no governo que não fornece materiais e outros recursos necessários para que os professores possam desenvolver suas aulas com toda a potencialidade que podem dar a elas. Todavia, ainda existe a questão dos salários baixos, cargas horárias extensas e turmas superlotadas.

É difícil pensar que problemas como os citados anteriormente, que estão presentes numa parte considerável da população, não atrapalhem a vida escolar da criança ou adolescente. Esses problemas são condições que podem influenciar, mas não determinar e marcar aqueles que fracassarão na escola. Na mesma linha de raciocínio, não se deve e nem é possível atribuir à escola a obrigação de resolver todos os problemas de seus alunos, já que o desenvolvimento pleno de uma pessoa se dá em diversos espaços, que não só o da escola. Da mesma forma, parece mais adequado, a muitos, responsabilizar o governo devido à falta de transparência em seus setores, que acabam atingindo a educação. Todavia, não cabe apontar culpados e sim propor possíveis soluções ou tentativas de soluções, já que a mudança se daria não só pela união de outros setores da sociedade, mas com mais pesquisa sobre os fatores que poderiam melhorar o desempenho dos estudantes.

Foram essas apreensões com o desestímulo, as desigualdades e o fato da escola atingir poucos alunos, que fez-me buscar alguns indícios da suposta base do problema. Em conversa com algumas turmas de ensino médio, questionei aos estudantes o motivo pelo qual apresentavam certa resistência em desenvolver algumas atividades. Suas respostas

fizeram-me refletir que aquela metodologia que era empregava se mostrava como uma língua estrangeira totalmente desconhecida e que em nada contribuía para suas formações. Dessa forma, partindo dessas inquietações, passei a pesquisar sobre as relações dos contextos socioeconômicos com a aprendizagem, sendo o primeiro passo estudar alguns dados da educação brasileira, partindo para investimentos comparados com outros países.

O Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), divulga anualmente, a partir do Censo Escolar da Educação Básica, dados referentes à educação brasileira. Embora os relatórios técnicos finais, muitas vezes, demorem a serem divulgados ou seu acesso, num primeiro momento seja destinado a usuários cadastrados, alguns resultados podem ser acessados no *site* das fundações Meritt e Lemann (QEDU, 2017), que possui um acervo com vários dados relacionados à educação do Brasil. A comparação entre alguns dados dos censos 2015 (QEDU, 2017) e 2016 (INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA, 2017) mostraram que, embora tenha ocorrido uma melhora na infraestrutura oferecida, em alguns casos, muito ainda precisa ser feito para assegurar melhores condições de permanência aos estudantes, como pode-se notar no Quadro 1.

Quadro 1 – Resultados do Censo Escolar da Educação Básica 2016 em comparação com 2015, nos quesitos Serviços e Dependências

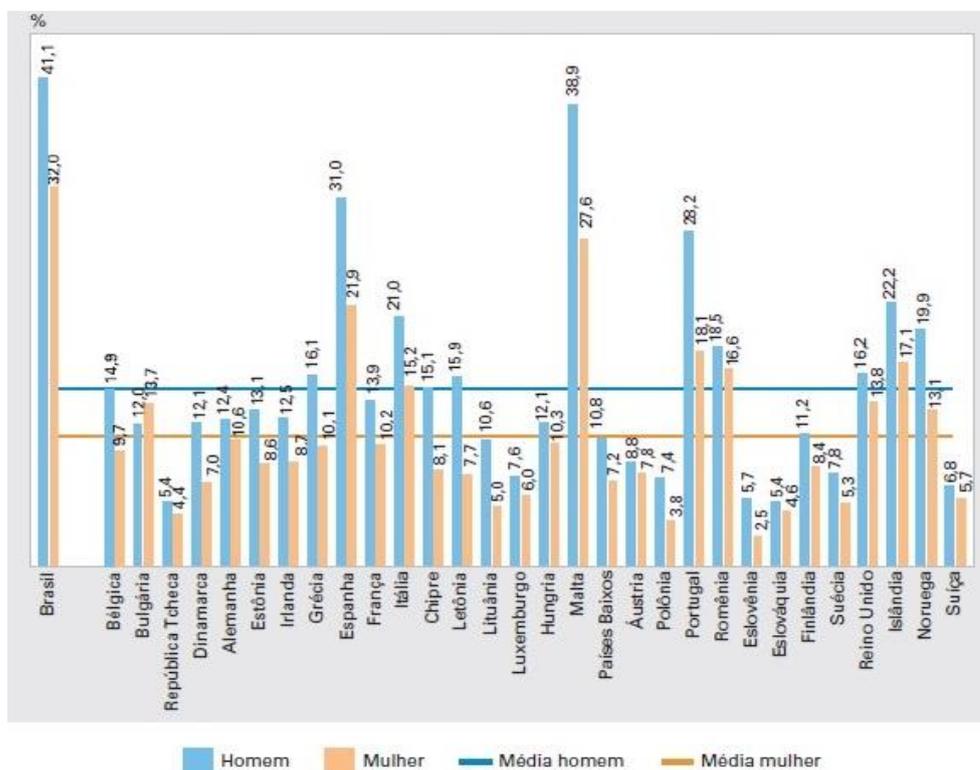
Censo	Escolas	Serviços	Dependências
2015	Públicas e Privadas	71,0% têm água via rede pública 95,0% têm energia via rede pública 47,0% têm Esgoto via rede pública	36,0% têm biblioteca 50,0% das que oferecem ensino médio têm laboratório de ciências 86,0% das que oferecem ensino médio têm laboratório de informática
2016	Públicas e Privadas	96,3% têm água via rede pública 97,0% têm energia via rede pública 95,3% têm Esgoto via rede pública	50,5% têm biblioteca 51,3% das que oferecem ensino médio têm laboratório de ciências 82,7% das que oferecem ensino médio têm laboratório de informática

Embora como um indicativo positivo de que mudanças estão ocorrendo, o impacto na educação pública escolar é insuficiente. O levantamento da Organização para Cooperação e

Desenvolvimento Econômico (OCDE), publicado em setembro de 2016, mostrou que o Brasil, embora tenha investido em 2013 cerca de 5,2% do Produto Interno Bruto (PIB) em educação (ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, 2016), um percentual acima da média da OCDE que é de 4,7%, o investimento por aluno, por ano na educação básica, ficou cerca de um terço do que é investido pelos países participantes da OCDE. Enquanto aqui se investe \$3822 (três mil oitocentos e vinte e dois dólares) por aluno por ano do 5º ano do ensino fundamental até o final do ensino médio, a média dos demais países estudados pela OCDE ficou em \$9811 (nove mil oitocentos e onze dólares) por aluno por ano (ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, 2016).

Não só os aspectos estruturais devem ser levados em consideração, mas um dado alarmante e que contribuiu para repensar o estado da educação brasileira são as taxas de abandono de estudantes, principalmente nos anos finais da educação básica. Nos dados divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), referente ao último censo demográfico (BRASIL, 2012), mostraram que as taxas de abandono escolar entre as pessoas de 18 a 24 anos são as maiores quando comparadas com alguns países desenvolvidos europeus, conforme pode-se observar no gráfico da Figura 1.

Figura 1 – Taxas de abandono escolar entre as pessoas de 18 a 24 anos



Fonte: Gráfico referente ao último censo (BRASIL, 2012).

Resultados semelhantes e preocupantes também apareceram na pesquisa da OCDE (2016), que mostrou que 20% dos jovens entre 15 e 24 anos não estuda e nem trabalha (ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, 2016), que é um valor superior ao da média da OCDE que é de 15% (ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, 2016). Segundo José Francisco Soares, presidente do INEP em 2015, em entrevista a um *site* de notícias, o alto índice de abandono no ensino médio se deve ao fato do país não conseguir oferecer o que os estudantes querem aprender (SOARES, 2015), o que faz com que a escola se torne um ambiente culturalmente diferente do que o aluno está acostumado. Embora essa fala seja referente a um ano anterior à divulgação dos percentuais, ela continua sendo bem empregada aos resultados e mostra uma realidade que precisa ser mudada.

Os dados do último censo escolar (INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA, 2017) também mostraram que o número de matrículas cai à medida que se avança no ensino médio (Tabela 1).

Tabela 1 – Resultados do Censo Escolar da Educação Básica 2016 com relação às taxas de matrículas do 1º ao 3º ano do ensino médio

Ano	Número de matrículas	Taxa de queda de matrículas em relação ao 1º ano
1º ano	3.175.842	-
2º ano	2.572.609	18,9%
3º ano	2.270.875	28,5%

Essa realidade é ainda mais acentuada quando observada as escolas localizadas ou quando os alunos são provenientes de zonas de vulnerabilidade social, o que acaba por contribuir para a piora do desempenho e o alto índice de abandono escolar (DA SILVA, RAPOPORT, 2013). Segundo Da Silva (1979), no Brasil, o mau desempenho escolar pode ser resultado de uma série de fatores associados à pobreza, como por exemplo, a má alimentação, a linguagem pobre e tardia e a falta de estimulação afetiva, pois muitas vezes as mães são afastadas dos filhos por estarem sobrecarregadas de funções dentro do círculo familiar.

Os autores Yannoulas, Assis e Ferreira (2012), em uma revisão bibliográfica sobre a educação e a pobreza, puderam constatar várias relações entre esses dois temas. Em cinco trabalhos citados por eles, a pobreza é vista como fator explicativo do baixo desempenho escolar e, em dois trabalhos, está relacionada com a ausência e evasão escolar. Da mesma

forma, Ahlert (2010) explicou que a vulnerabilidade social deve ser entendida como um fenômeno de múltiplas dimensões e que os reflexos dessa condição tendem a afetar o desenvolvimento escolar de forma negativa, pois interferem na permanência dos estudantes em sala de aula.

O termo *vulnerabilidade social* como apontam da Silva e Rapoport (2013), da forma como vem sendo empregado em pesquisas educacionais, sociais e psicológicas, apresenta variadas discrepâncias em suas conceituações. Entretanto, uma definição dada pela Fundação Tide Setubal e coordenação técnica do CENPEC (2011) chama a atenção por englobar várias dimensões da esfera social:

O conceito de *vulnerabilidade social* se refere às situações em que agentes ou instituições não dominam um conjunto amplo de recursos socialmente produzidos que lhes permitiriam fazer frente às forças e circunstâncias da sociedade que determinam suas vidas; aproveitar as estruturas de oportunidade criadas pelo mercado, Estado e pela sociedade; tomar decisões voluntárias para satisfazer suas necessidades, desenvolver suas potencialidades e realizar seus projetos. Sem esses recursos, agentes e instituições tornam-se vulneráveis a riscos de naturezas diversas, como os econômicos, sociais, culturais, ambientais, etc. (CENPEC, 2011, p. 26).

Os dados e os resultados divulgados pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) em setembro de 2015 mostraram uma redução de 27% no índice de vulnerabilidade social médio nos municípios brasileiros. Com relação à dimensão de Capital Humano, a redução chegou a 28% (BRASIL, 2015). Com fatores de perda de capital humano, temos aqueles relacionados aos diversos aspectos sociais como “exclusão social, acesso a serviços de saúde e educação, situações de vulnerabilidade decorrentes de aspectos demográficos e familiares” (BRASIL, 2015, p. 22). Entretanto, a situação se mantém grave, pois 14,4% dos municípios brasileiros são classificados como muito alta vulnerabilidade social, 21,2% como alta vulnerabilidade e apenas 11,3% como muito baixa vulnerabilidade. Segundo Brasil (2015), o Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) é

construído a partir de indicadores do *Atlas do Desenvolvimento Humano* (ADH) no Brasil, procura dar destaque a diferentes situações indicativas de exclusão e vulnerabilidade social no território brasileiro, numa perspectiva que vai além da identificação da pobreza entendida apenas como insuficiência de recursos monetários (BRASIL, 2015, p. 12).

No Rio Grande do Sul um fato preocupante que levou a Secretaria de Educação (SEDUC) a repensar a forma como o ensino médio estava sendo administrado foram os altos índices de reprovação e abandono escolar registrados nos últimos anos. O Censo Escolar da Educação Básica 2015 (QEDU, 2017) mostrou que o estado do Rio Grande do Sul, apresentou índices muito altos com relação ao abandono e reprovação escolar, conforme a

Tabela 2. Infelizmente, os dados referentes ao censo de 2016 não puderam ser acessados, mas podemos observar o panorama que, dificilmente mudará significativamente em um ano.

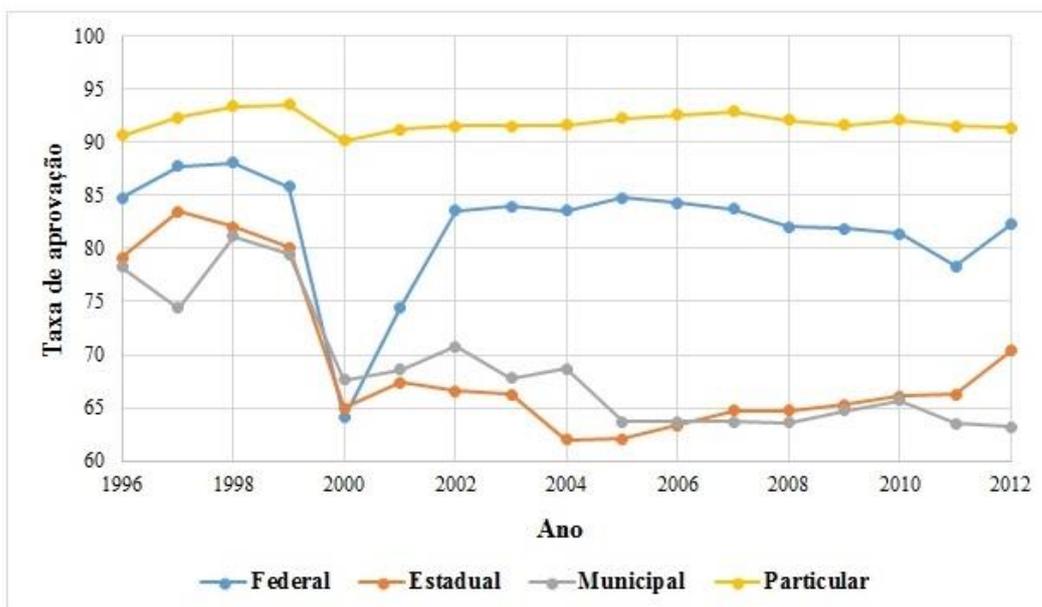
Tabela 2 – Taxas de abandono, aprovação e reprovação no Rio Grande do Sul em 2015

Ensino Médio	Abandono	Aprovação	Reprovação
1º ano	9,3%	65,2%	25,5%
2º ano	6,5%	78,5%	15,0%
3º ano	4,1%	88,5%	7,4%

Segundo os resultados da Tabela 2 um valor acima de 5% “indica a necessidade de definir estratégias para conter o avanço da evasão escolar” (QEDU, 2017) para o abandono e a reprovação. Já um valor acima de 15% “indica que é preciso intervir no trabalho pedagógico o mais rápido possível, pois, muitos estudantes poderão ficar fora da escola. Índices altos de reprovação ou abandono escolar também podem aumentar a distorção idade-série” (QEDU, 2017). Como é possível notar nos valores destacados, há necessidade de estudos no sentido de elaborar estratégias para que essa realidade mude e reduza o número de vulneráveis no estado.

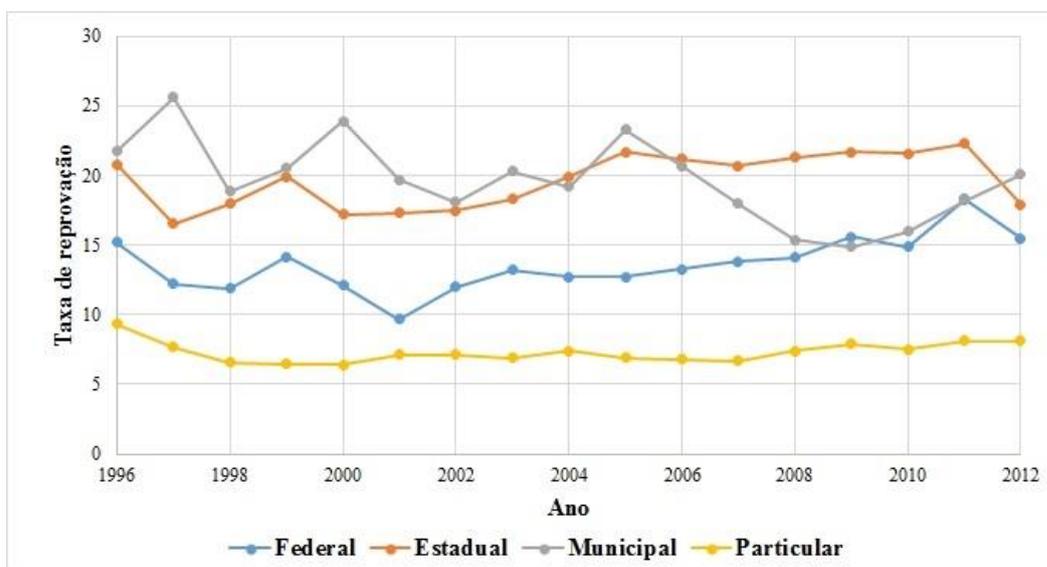
Num documento disponível na página da SEDUC, intitulado *Reestruturação do Ensino Médio: pressupostos teóricos e desafios da prática* (AZEVEDO; REIS, 2013) é possível consultar os dados de abandono, reprovação e aprovação nos últimos quarenta e cinco (45) anos no estado. Nas Figuras 2, 3 e 4 é possível observar essas taxas desde 1996 até 2012.

Figura 2 – Taxas de aprovação no Rio Grande do Sul entre os anos de 1996 e 2012 para o ensino médio



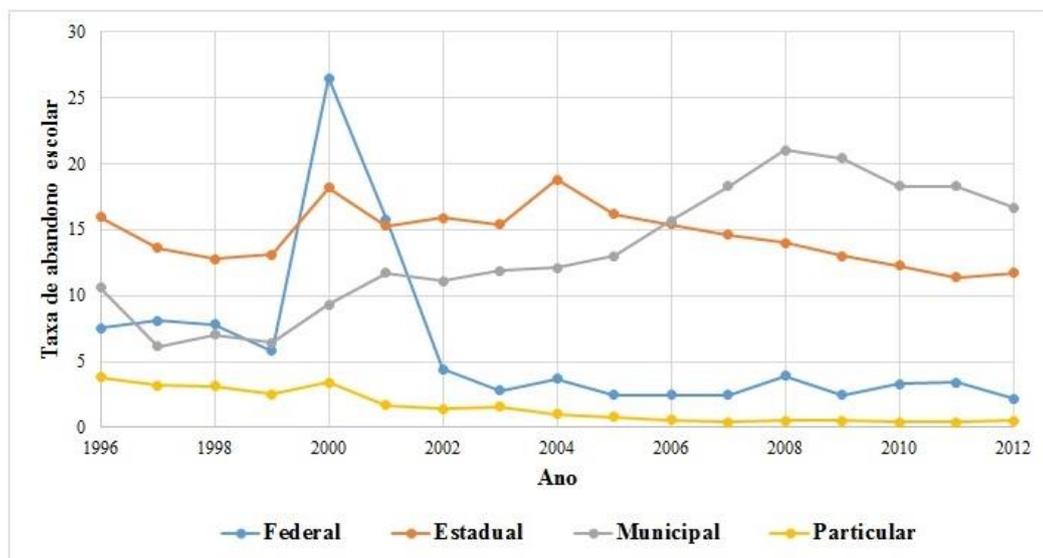
A partir do gráfico da aprovação escolar (Figura 2) é possível notar uma queda nas taxas de aprovação em 2012. Também é possível notar que as redes estadual e municipal têm as menores taxas de aprovação. Na figura 3, temos o gráfico das taxas de reprovação referentes ao período de 1996 a 2012.

Figura 3 – Taxas de reprovação no Rio Grande do Sul entre os anos de 1996 e 2012 para o ensino médio



Mais uma vez é possível notar que as redes estadual e municipal têm as maiores taxas de reprovação, o que conforme mencionado anteriormente, pode contribuir para o abandono escolar de alunos, principalmente os mais vulneráveis conforme mencionado por Azevedo e Reis (org., 2013). Na figura 4 tem-se o gráfico das taxas de abandono escolar.

Figura 4 – Taxas de abandono escolar no Rio Grande do Sul entre os anos de 1996 e 2012 para o ensino médio



Resultados semelhantes às taxas de reprovação são encontrados para a de abandono escolar. Mais uma vez, tem-se altas taxas para as redes municipal e estadual.

Foram essas preocupações, mostradas pelos gráficos anteriores que justificaram a criação do conceito de Ensino Médio Politécnico em 2012 no Rio Grande do Sul. Segundo, o regimento escolar, documento padrão instituído pelo Governo Estadual, temos a definição de Ensino Médio Politécnico,

como aquele em que na prática pedagógica ocorre a permanente instrumentalização dos educandos quanto à compreensão do significado da ciência, das letras e das artes; do processo histórico de transformação da sociedade e da cultura; da língua portuguesa como instrumento de comunicação, acesso ao conhecimento e do exercício da cidadania (RIO GRANDE DO SUL, 2012, p. 8).

Certamente, o grande desafio dessa nova proposta continua sendo buscar estratégias e metodologias de ensino que favoreçam a aprendizagem, visando a diminuição das taxas de reprovação e abandono escolar, dentro do conceito de politecnia. Não somente isso, outro ponto importante é aproximar a escola daqueles estudantes de zonas de vulnerabilidade social,

pois segundo alguns estudiosos (DA SILVA; RAPOPORT, 2013; AHLERT, 2010), eles são os mais susceptíveis ao abandono da sala de aula, talvez, por não se adequarem ao sistema de ensino que muitas vezes vai em contrapartida com suas realidades socioculturais.

Além do Ensino Médio Politécnico no Rio Grande do Sul, em âmbito nacional surgiram leis e parâmetros que *teoricamente* garantem subsídios para que o indivíduo que aprende, possa permanecer na escola. Um exemplo disso, é a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB (BRASIL, 1996), que trata a educação como um processo amplo, respeitando as diferenças de cada aluno a fim de que ele tenha a oportunidade de se desenvolver de maneira plena em todos os espaços da escola, vinculados ao mundo do trabalho e à prática social (BRASIL, 1996).

Além disso, os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio – PCN (BRASIL, 2000) relativos às Ciências da Natureza, explicitam as habilidades básicas e competências que se espera que os estudantes tenham ao final do ensino médio. Por exemplo, afirmam que os conteúdos devem ser associados ao desenvolvimento tecnológico, mas que acima de tudo sejam úteis para a vida e para o trabalho, objetivando compreender melhor o mundo (BRASIL, 2000). Já os PCN + (BRASIL, 2002), estabelecem que a Física presente no ensino médio deve ter o sentido de formar um “cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar da realidade” (BRASIL, 2002, p. 1).

Vale ressaltar que, em 2017, o governo Federal apresentou uma proposta de estruturação do sistema do ensino médio, intitulada Novo Ensino Médio. Essa proposta ainda está em discussão e tem previsão de ser homologada ainda esse ano. Para isso, ainda são necessárias a elaboração de uma Base Nacional Comum Curricular e a definição de competências e conhecimentos que serão abordados, objetivando a melhoria no processo de ensino e aprendizagem dos estudantes dessa etapa da educação básica.

Todas essas questões relativas ao abandono, desempenho, reprovação e vulnerabilidade social, exaltados nas últimas pesquisas nacionais, tornam evidente a preocupação em buscar uma metodologia que seja consonante e adequada aos documentos oficiais vigentes e à necessidade de mudança proposta pelo Ensino Médio Politécnico que ainda está em vigor.

O Método Cognitivo-histórico (MCH) proposto por Nersessian (2008) busca a partir do estudo da prática de cientistas, as razões pelas quais desenvolveram suas pesquisas e contribuíram para modificar culturalmente a forma como vemos e pensamos o mundo. Esse método visa mostrar a construção do conhecimento científico sem a exaltação dos cientistas como gênios, que muitas vezes vemos exaltadamente em passagens de livros, como em

Máximo e Alvarenga (2010) e Kazuhito e Fuke (2010). Dessa forma, o MCH mostra os erros, as parcerias entre os cientistas, os métodos, os experimentos, as ferramentas, os esquemas, entre outros fatores, que provocaram a mudança conceitual em uma determinada época.

Para analisar essas mudanças conceituais é necessário estudar parâmetros, inferências e deduções intelectuais, procedimentos laboratoriais e interpretativos, que transitam pelo contexto histórico, cultural e cognitivo de resolução de problemas pelos cientistas. A inserção de algumas ferramentas nas aulas de Física na educação básica permite ao aluno desenvolver capacidades e habilidades para solucionar a questão da falta de entendimento sobre o sentido e a necessidade de se estudar determinado conteúdo. Dessa forma, com a utilização do MCH nas aulas de Física, os estudantes têm a oportunidade de entender os processos científicos através da história e atitudes de seus próprios autores, o que desmistifica algumas visões sobre o cientista e a ciência, aumentando a qualidade de seu pensamento científico, o uso do raciocínio e o desenvolvimento de metodologias operacionais próprias em diversas interações escolares, principalmente para alunos vulneráveis sociais.

1.3 O MÉTODO COGNITIVO-HISTÓRICO COMO REFERENCIAL TEÓRICO

Historicamente, a humanidade passou por inúmeros eventos em que os conhecimentos científicos passaram por reformulações ou até mesmo substituições. Um exemplo disso foi o que aconteceu com o *Universo Geocêntrico* de Ptolomeu (150 a. C.) que durou 14 séculos até ser repensada pelas ideias de Nicolau Copérnico em 1543, ao propor a substituição da Terra pelo Sol no centro do sistema solar. E a ideia da fotossíntese que começou com as observações de Aristóteles que assumiu que as plantas retiravam seu alimento do solo, passando pelas ideias de Van Helmont, que associou a alimentação das plantas diretamente à água, a Priestley e a ação dos gases, chegando à influência da luz no processo alimentar da planta, por Ingenhousz (1730 – 1799). E o que falar da teoria atômica de Demócrito (século 5 a. C.), que sofreu inúmeras reformulações desde então, até uma complexa e importante descrição quântica nos séculos XIX e XX? Essas e outras mudanças conceituais, vistas em diversos momentos da história da humanidade, representam um dos mais importantes papéis da ciência: o engrandecimento sociocultural através da interpretação dos fenômenos naturais.

As mudanças conceituais correspondem ao que Thomas Kuhn (2001) chamou de *Revoluções Científicas*. Esses períodos compreendem às mudanças de paradigmas, que, dentre várias possibilidades mencionadas por Kuhn, podem ser entendidos como “realizações

científicas universalmente reconhecidas que, durante algum tempo, fornecem problemas e soluções exemplares para uma dada comunidade de praticantes de uma ciência” (KUHN, 2001, p. 13).

Para Nersessian (2008) a mudança conceitual é uma das mais criativas dimensões da prática científica, caracterizada por inovações ou superações conceituais decorrentes da aplicação do modo de pensamento e da estratégia intelectual. Os cientistas ao resolver um determinado problema, mudam as antigas estruturas conceituais, estabelecendo novas formas de representação da natureza. Analisar essas mudanças requer observar parâmetros que vão desde o contexto histórico em que ocorreram, da disponibilidade e observação dos fenômenos, da auto-organização, até a forma cognitiva utilizada pelos cientistas para resolverem os problemas que as originaram. Assim, uma análise cognitiva e histórica deve produzir ferramentas que permitam explicar como os cientistas tomam os primeiros passos, a fim de criar conceitos científicos.

A mudança conceitual e a discussão de como são criados os conceitos científicos foram abordados pelos positivistas lógicos no início do século XX. Essa discussão veio à tona quando conceitos como os de *energia* e *campo eletromagnético* precisaram ser reformulados para dar sustentação à Teoria da Relatividade e à Mecânica Quântica, já que alguns fenômenos não se encaixavam nas explicações dadas pela Física Clássica de Newton.

O positivismo lógico foi um movimento filosófico que surgiu com o Círculo de Viena na década de 1920. O principal objetivo do Círculo de Viena era retomar o ideal clássico do positivismo de Comte, que afirmava que o conhecimento tem origem numa base empírica e verificáveis pela atividade científica, o que é uma posição que se baseava nos ideais de David Hume, que acreditava que o conhecimento resulta diretamente da experiência (PEQUENO, 2014; PORTO, 2006; TEIXEIRA, 2012). Entretanto, os positivistas lógicos acrescentaram a essas ideias, dentre outros aspectos, a questão da lógica e da linguagem, que serviria como uma ferramenta para analisar epistemologicamente o conhecimento científico, a fim de atingir a clareza das ideias.

A lógica e a linguagem garantiam aos positivistas lógicos manter o significado de conceitos frente a uma mudança de teoria pois, segundo eles, uma frase ou estrutura conceitual só teria sentido se pudesse ser verificada pela experiência. Um novo conceito ou um conceito alterado, nada mais era do que extensões de noções lógicas anteriores, mostrando um caráter cumulativo e contínuo da ciência (NERSESSIAN, 2008). Dessa forma, as reformulações proporcionadas pela lógica eram adequadas o suficiente para os filósofos analisarem o processo de reconstrução racional das ciências.

Essas proposições geraram críticas de alguns epistemólogos e filósofos, como por exemplo de Thomas Kuhn e Willard Van Orman Quine. Kuhn (1962) argumentou que, se dois conceitos permanecem tipograficamente iguais em uma mudança de teoria, eles são incomensuráveis. Kuhn (1989) associou o termo incomensurabilidade à inexistência de uma linguagem comum entre dois paradigmas. Já o filósofo da linguagem, Quine, afirmava que todos os enunciados têm um componente linguístico e um componente empírico (OLIVEIRA, 2011), e que o fato de modificar uma estrutura conceitual não modifica a crença epistemológica que se tem sobre o objeto de estudo. Além disso, segundo a perspectiva quineana, “a linguagem é concebida como estímulos sensoriais compartilhados, que acontecem a partir de atos sociais, cujo foco principal é a pressão por objetividade”, (OLIVEIRA, 2011, p. 97), sendo utilizada para expressar um conjunto de crenças sobre uma experiência.

Quine (1970) também defendeu que deveria ser atribuída uma perspectiva naturalizada à questão epistemológica da criação de conhecimentos científicos e conseqüentemente à mudança conceitual sob a ótica da evolução do conhecimento humano sobre a natureza. Segundo ele, aspectos históricos, sociais, culturais e referentes à estrutura cognitiva do sujeito epistêmico, são peças-chave na análise de resolução de problemas e na mudança conceitual que são decorrentes-chave da vida escolar e acadêmica do aluno. Dessa forma, a perspectiva quineana defendia que à epistemologia deveria ser atribuída uma perspectiva cognitiva, o que não descarta a importância da linguagem e que acabou transformando-se em uma parte da psicologia.

A proposta de Quine de naturalizar a epistemologia (TEIXEIRA, 2012; MORAIS E SILVA et al., 2012), fez com que o estudo dos fenômenos naturais deveria ser entendido em termos do sujeito epistêmico, ou seja, daquele sujeito humano que está vinculado ao mundo real e susceptível a limitações em suas interpretações sobre a natureza. Nas palavras de Quine (1987),

este sujeito humano é submetido a um certo *input* experimentalmente controlado – certos padrões de irradiação em frequências ordenadas/agrupadas (*assorted*), por exemplo - e ao longo do tempo o sujeito oferece como *output* uma descrição do mundo tridimensional externo e de sua história (QUINE, 1987, p. 24).

Dessa forma, deve-se levar em consideração, na análise das descobertas científicas, as capacidades cognitivas de um sujeito real (ABRANTES, 1994), passível de erros, que interage com o mundo externo e que dá explicações sobre ele, de acordo com a estrutura cultural que adquiriu ao longo de sua existência.

Outros autores, como David Hume, citado anteriormente, embora acreditasse que o conhecimento provém da experiência e observação, também defendia que ele “é um processo que envolve descobertas e inovações” (PEQUENO, 2014). Nunca descartou, dessa forma, o valor das operações racionais inerentes à estrutura cognitiva do sujeito epistêmico, ou seja, os procedimentos de interpretação e resolução de problemas. A posição de Quine, de naturalizar a epistemologia, sugere que a criação de conceitos científicos passa por processos que não são lógicos-dedutivos, mas que podem ser investigados por fatores ambientais, históricos e cognitivos, ou seja, passível de serem investigados a posteriori, diferentemente do que se acreditavam anteriormente os positivistas lógicos.

Abordar questões da natureza da ciência sob uma perspectiva naturalizada sugere a necessidade de o aluno ter a tarefa adicional de estudar o que fazem os cientistas e como desenvolvem os conceitos. A mudança conceitual passa a ser algo enraizado na prática dos cientistas e na forma como estruturam, criam, comunicam e reformulam seus trabalhos. Por isso, deve ser entendida em termos da pessoa, constituída de concepções culturais, ambientais, históricas, biológicas e sociais (NERSESSIAN, 1992) que muda a representação sobre a natureza, a partir da sua reflexão sobre um problema identificado. Dessa forma, a “ciência é um produto da interação da mente humana com o mundo e com os outros seres humanos” (NERSESSIAN, 1992, p. 5, tradução minha) e, por isso, não deve ser analisada de forma desconexa.

Pensando nessa reformulação sobre a natureza da mudança conceitual, Nersessian (1987, 1992, 1995) propôs uma análise cognitivo-histórica sobre essa questão. Essa análise propõe que a mudança conceitual seja interpretada de forma mais ampla, englobando aspectos que vão desde o trabalho do cientista e os dados empíricos obtidos por ele, até os métodos utilizados para a resolução do problema, o momento histórico e a reflexão filosófica dos fenômenos estudados. Dessa forma, a análise cognitiva e histórica, não deixaria de lado questões referentes à forma como os cientistas resolvem os problemas, seus esquemas, representações e modelos mentais, como fizeram os positivistas lógicos.

Nersessian (2008) refere-se à essa análise como *O Método Cognitivo-histórico*. A cognição presente no método refere-se às práticas que exigem raciocínio científico-interpretativo e metodológico para obtenção de informações sobre um fenômeno natural, residindo na capacidade humana de simular e construir modelos mentais, onde a imaginação tem papel principal. Já a dimensão histórica proposta por esse método investiga registros sobre as práticas científicas, identificando e localizando os indivíduos criativos em seus contextos culturais (NERSESSIAN, 2008)

Para Nersessian (2008), no MCH, o aluno deve trabalhar na reconstrução da obra de cientistas a partir de documentos históricos, biografias, cartas, depoimentos e artigos científicos. Através dessa análise documental é possível obter informações de como o processo de construção do conhecimento científico, como as observações, as questões, os erros, as contribuições, os experimentos; é realizado através dos seus participantes. Nas palavras da autora, estar “abordando o problema de como conceitos científicos são criados exige uma forma de análise filosófica que explora métodos, descobertas e interpretações da história da ciência e as ciências cognitivas” (NERSESSIAN, 2008, p. 6, tradução nossa). Dessa forma, a autora afirma que as práticas cognitivas mostradas por esse método são interpretadas como expressões máximas do crescimento e evolução do pensamento humano, através de um processo contínuo de refinamento de ideias e concepções da inteligência humana para possibilitar a aquisição de imagens mentais pelos alunos.

Nersessian (2008) salienta ainda que entender como um resultado científico foi obtido, a partir da interpretação da natureza pelo cientista, consiste num ato de metacognição. Segundo Da Rosa (2014), a metacognição é um termo “utilizado para designar um conjunto de operações, atividades por uma pessoa mediante o pensamento de como deverá proceder para conhecer, produzir e avaliar informações” (DA ROSA, 2014, p. 15). De acordo com Da Rosa (2014), no âmbito educacional, a metacognição é uma estratégia de aprendizagem que permite que os estudantes pensem e reflitam sobre seus conhecimentos e controlem a execução de suas ações, pois “ao pensar ativamente sobre o que estão fazendo, são capazes de exercer um controle sobre seus processos mentais e, assim, obter ganhos cognitivos” (DA ROSA, 2014, p. 16).

O exercício de cognição feito para entender o resultado de um trabalho pode gerar ações de caráter mais complexo já que, para isso, é necessário o estabelecimento de raciocínio, modelagem mental e sistemática pessoal para a resolução do problema. Esse processo de análise cognitiva é destacado por Nersessian (2008) como um procedimento do tipo “*bootstrapping*”, ou seja, é necessária uma análise interna do indivíduo, o aprimoramento de sua prática pessoal e estratégias epistemológicas particulares que constituem o processo de inicialização do indivíduo-estudante na ciência.

A dimensão cognitiva do método aborda a temática da ação da imaginação do cientista, onde a autora argumenta que situações imaginárias são propostas a fim de fazer inferências sobre resultados de observações presentes para situações futuras baseadas nos conceitos entendidos sobre o problema. Algumas pesquisas em Psicologia sugerem que não armazenamos na memória eventos individuais, e sim estruturas complexas que permitem

fazer outras relações com outros fenômenos (ABRANTES, 1994). Nos aspectos de desenvolvimento mental do problema, o cientista trabalha sua capacidade imaginativa através de analogias, pontes entre o que se sabe e o novo conhecimento (DUIT, 1991, apud DA ROSA, 2014), modelagem mental, raciocínio, tomada de decisões e resolução de problemas, onde o desenvolvimento do raciocínio se faz principalmente através da representação externa da análise de problemas complexos.

Para a psicologia cognitiva (TAUCEDA; DEL PINO, 2010), as representações externas podem ser entendidas como os resultados conhecidos dos protocolos deixados pelos estudiosos, como descrições, narrativas, comunicações verbais ou escritas, equações matemáticas, mapas, modelos físicos-matemáticos e computacionais. A ideia de observar e recriar a prática cognitiva de cientistas bem-sucedidos, surge como forma de visualizar as práticas cognitivas que foram necessárias ao desenvolvimento científico e tornando possível estudar os processos que levaram essas pessoas a resolverem os problemas a que se dedicaram. Sendo assim, Nersessian (2008) argumenta que

As práticas epistêmicas de cientistas suportam tanto a marca do desenvolvimento cognitivo humano e a impressão das histórias socioculturais das sociedades em que a ciência desenvolveu e continua a ser praticada. A partir dessa perspectiva, então, a cognição científica é moldada pela história evolutiva da espécie humana, pelos processos de desenvolvimento da criança humana, e os vários meios socioculturais em que a aprendizagem e trabalho acontecem (NERSESSIAN, 2008, p. 9, tradução nossa).

A modelagem mental passa a ter um papel de alicerce entre as representações, feitas durante o raciocínio na análise de problemas complexos e as conclusões, deixadas nos protocolos. A definição de modelos mentais é bastante polissêmica. Percebo que uma definição bastante recorrente na literatura é que modelos mentais são representações intrínsecas e subjetivas de uma situação real, que pode ser observada através de um evento, ensaio laboratorial ou situações diversas. Essas representações intrínsecas do aluno agem no sentido de buscar informações que possam estabelecer relações e vínculos com o fato observado ou entre experimentos com fatos diferentes, a fim de que possam ser realizadas previsões de outros eventos em outros momentos.

Johnson-Laird (1983), argumenta que o modelo mental é uma estrutura que organiza uma representação de relações espaço-temporais e estruturas causais que conectam eventos e entidades, ou de quaisquer outras informações que sejam relevantes à tarefa de resolução de problemas. Borges (1998) argumenta que “na Ciência Cognitiva, os modelos mentais são usados para caracterizar as formas pelas quais as pessoas compreendem os sistemas físicos

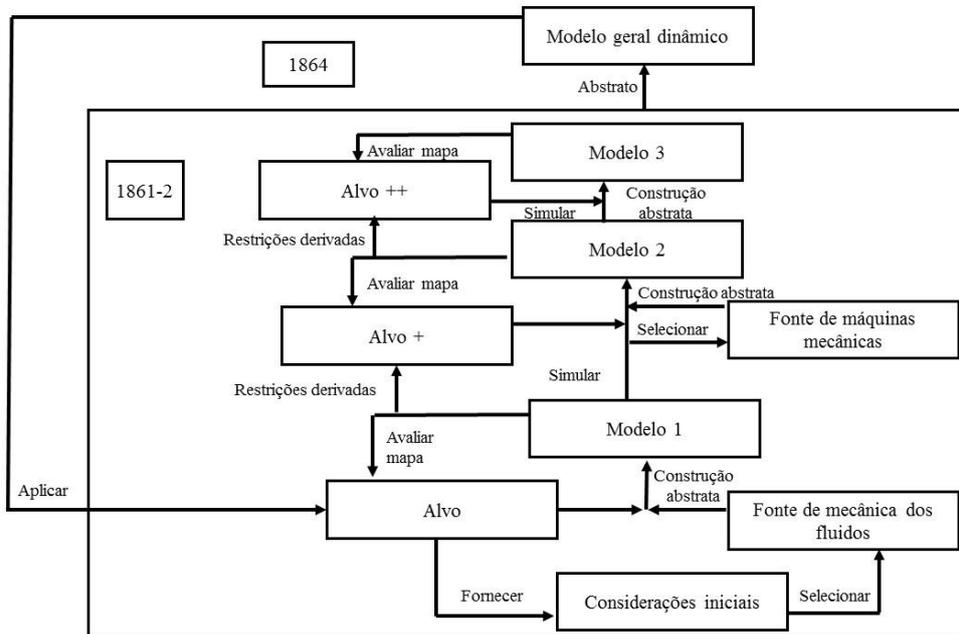
com os quais interagem” (p. 10). Dessa forma, é possível observar que, para o entendimento de como os conceitos científicos são criados, é muito importante entender as relações e tomadas de decisão feitas pelos cientistas, a fim de que seja possível compreender a forma pela qual pensaram, formaram seus modelos de resolução de problemas e se expressaram em seus trabalhos, e que hoje fazem parte dos eventos de disciplinas escolares no ensino fundamental e médio.

Boden (1990) distingue o surgimento de dois tipos de ideias: as “P-Criativas” e as “H-Criativas”. As primeiras referem-se aos episódios nos quais um indivíduo recria algo que já está culturalmente estabelecido na comunidade científica, mas que é relativamente novo para ele. Já as ideias “H-Criativas” são aquelas que surgem de episódios onde ocorre o surgimento de novo conhecimento para a humanidade. Boden (1990) ainda argumenta que o processo de análise das ideias “P-Criativas” fornece insights sobre os mecanismos cognitivos utilizados pelos cientistas, que podem ser empregadas para o ensino de pessoas não especializadas na área.

Um exemplo de análise cognitiva-histórica citado por Nersessian (2008) foi o trabalho de James Clerk Maxwell sobre os campos eletromagnéticos que fazem parte do currículo nacional brasileiro no 3º ano do ensino médio. Os estudos de Maxwell foram interpretados a partir da obra de Michael Faraday, constituindo-se num grande marco para a ciência do século XIX. Para essa obra, Nersessian (2008) fez uma análise histórico-documental, onde chegou à conclusão de que Maxwell estabeleceu uma sistemática de modelagem mental, onde utilizou analogias em sua sequência de raciocínio, pois consistia de muitos conhecimentos de princípios abstratos. A construção do raciocínio científico surge de um processo adaptativo e criativo que envolve construção, simulação, adaptação, reformulação e avaliação, com vínculos espaciais, temporais, causais e matemáticos.

Na Figura 5 é possível ver o modelo do processo da obra de Maxwell.

Figura 5 – Processo de modelagem de Maxwell



Fonte: Livro *Creating Scientific Concepts* de Nancy J. Nersessian, p. 57 (tradução nossa).

A partir da Figura 5 é possível observar algumas características da metodologia utilizada na obra de Maxwell, a qual Nersessian (2008) afirmou que a modelagem desse estudo, envolve processos “abstratos, simulativos, adaptável e avaliativo” (p. 56, tradução minha) e que denominamos 5 (cinco) momentos epistemológicos do MCH:

1. Existe a construção de um modelo genérico, com hipóteses de trabalho, a partir da compreensão rudimentar do fenômeno que se apresenta como alvo do estudo;
2. Inclusão de vínculos oriundos da abstração genérica ao modelo mental inicial;
3. Aplicação de correções ao modelo inicial, a partir da eliminação de erros após a inclusão dos vínculos anteriores;
4. Elaboração de construtos, simulações, imagens e abstração por analogias a outros fenômenos;
5. Refinamento do método por processos de retroalimentação cíclica, a fim de explicar o fenômeno alvo dentro dos limites observacionais do cientista.

O raciocínio analógico serve como fonte de vínculos de domínios mais conhecidos para entender domínios até então desconhecidos (QUEIROZ; GUIMARÃES; BOA, 2001). As analogias são recursos muito utilizados para a construção de modelos mentais pelo cientista, que chega a solução do problema pela investigação das propriedades do assunto-

alvo. Os fatores de ação do cientista nesse processo são o uso de raciocínio classificados nos seguintes modos de operação:

- a) Abstrativo: processo de idealização, ou seja, restrição das ideias a outras situações, que não as do experimento.
- b) Simulativo: produção de novos vínculos na estrutura cognitiva a partir das informações coletadas no experimento. Com isso, é possível manipular e inferir resultados e restrições do modelo, além de estabelecer previsões.
- c) Adaptativo: adaptação às novas ideias e suas interpretações.
- d) Avaliativo: comparação entre as características selecionadas do modelo e do objetivo, conforme problema em estudo. Numa atividade escolar, por exemplo, o aluno tem a oportunidade de avaliar seu próprio trabalho.

Após o primeiro modelo mental ser construído pelo cientista, o seu ajuste às dimensões experimentais do fenômeno observado é avaliado através de critérios de recuperação, abstração, construção, mapeamento, transferência e avaliação. Essa metodologia consiste no paradigma do cientista clássico que foi concebido historicamente pela análise epistemológica das grandes descobertas da ciência (KUHN, 2001; MAGNANI; NERSESSIAN; THAGARD, 1999), como por exemplo, a máquina a vapor de James Watt e a Lei da Refração da Luz por Snell.

Nersessian (1992) afirma que os resultados mais pertinentes para o entendimento do pensamento analógico e imagético, na ação do cientista clássico na formulação de uma interpretação científica, seguiria critérios de mapeamento estrutural bem definidos, sendo eles o foco estrutural, a consciência estrutural e a sistematicidade. O *foco estrutural* é aquele em que há um mapeamento das estruturas relacionais que se mantêm preservadas ao longo do raciocínio de modelagem mental. A *coerência estrutural* é onde ocorrem mapeamentos de isomorfismo entre os sistemas, ou seja, mapeamento de estruturas semelhantes. Já a *sistematicidade* é um mapeamento de ordem superior de redes interligadas às estruturas relacionais que tendem a estabelecer as interconexões entre os conhecimentos e o modelo em construção. A presença desses três aspectos seria promissora em criar analogias produtivas ou seriam os critérios mínimos necessários para desenvolver uma boa analogia, dentre as demais possibilidades.

As ideias formam uma base de investigação que fornecem indícios dos modelos utilizados pelos cientistas que resultaram em ideias criativas e inovação conceitual. Dessa forma, Nersessian (2008) propõe que o entendimento do raciocínio feito por cientistas sobre fenômenos naturais, facilite a compreensão dos conceitos científicos. Assim, proponho nesse

trabalho que uma análise histórica e cognitiva e, portanto, reflexiva, deve produzir ferramentas que permitem explicar como os cientistas tomam os primeiros passos nessa mudança conceitual que resultaram no desenvolvimento dos alunos dentro da disciplina escolar de Física geral.

1.4 O ENSINO EXPLÍCITO COMO PROPOSTA DE MÉTODO DE ENSINO

No livro *Ensino explícito e desempenho dos alunos: a gestão dos aprendizados* (GAUTHIER; BISSONNETE; RICHARD, 2014) os autores ressaltam o impacto que o professor tem sobre a rendimento dos alunos. Para entender esse efeito, chamado de *efeito professor*, são necessários analisar três aspectos: a influência do meio socioeconômico, a influência da escola e a influência do professor.

Algumas pesquisas, apresentadas pelos autores, conduzidas na década de 1960 concordam com a realidade exposta nas escolas públicas do Rio Grande do Sul. Nessa época Coleman e Bourdieu e Passeron já indicaram por meio de comparação que alunos advindos de classes sociais mais desfavorecidas “corriam mais risco de enfrentar dificuldades ao longo de sua trajetória escolar” (GAUTHIER; BISSONNETE; RICHARD, 2014, p. 30). Essas conclusões foram confirmadas em um estudo de 1982, feito por Forquin, onde em um compêndio de 15 enquetes realizadas em vários países, como Bélgica, Canadá e Estados Unidos, ressaltou três fatos marcantes relacionados com o desempenho de alunos e o meio socioeconômico:

- 1) Crianças de meios modestos ficam atrasadas no âmbito dos aprendizados escolares com mais frequência do que suas companheiras de classes sociais superiores;
- 2) As desigualdades observadas entre Grupos de diferentes classes sociais mostram-se nitidamente maiores em termos de resultados escolares do que em matérias de resultados provenientes de testes de conhecimentos normalizados e, sobretudo, testes de aptidões;
- 3) Mesmo com desempenhos escolares iguais, as chances de continuar os estudos variam de acordo com a origem social (GAUTHIER; BISSONNETE; RICHARD, 2014, p. 30)

Outras pesquisas como a realizada pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico em 2007 e o estudo do Ministério da Educação, Lazer e Esporte do Quebec em 2005, reforçaram o vínculo existente em o meio de origem e o desempenho escolar. O relatório da primeira pesquisa mostrou que alunos de 15 anos que tem origem “de meios socioeconômicos menos favorecidos têm menos esperança de concluir estudos superiores do que os que vivem em meios mais favorecidos” (GAUTHIER; BISSONNETE;

RICHARD, 2014, p. 30). Já o segundo estudo mostrou que além do atraso escolar ao ingressar no ensino secundário ser menor quanto maior for o nível socioeconômico do aluno, “a proporção de alunos egressos do sistema escolar sem obter diploma nem qualificação aumenta junto aos jovens provenientes de meios desfavorecidos, principalmente rapazes” (GAUTHIER; BISSONNETE; RICHARD, 2014, p. 31).

A partir desses resultados é possível observar que existe uma relação entre o meio socioeconômico e o desempenho e sucesso escolar dos estudantes em países desenvolvidos. Entretanto, é essencial salientar, mais uma vez, que esses são fatores condicionantes e não determinantes do futuro estudantil e, portanto, são resultados que não podem ser generalizados. Não se deve apontar para um estudante oriundo de um meio menos favorecido com a certeza de que irá fracassar na escola. Entretanto, embora com um número grande de programas governamentais que incentivam a continuidade dos estudos, parece-nos que ainda não é suficiente para suprir as reais necessidades de estudantes em situação de vulnerabilidade social.

A pesquisa feita por Coleman e seus colaboradores, embora tenham constatado uma relação entre as dificuldades escolares com o meio onde vivem os alunos, essa mesma pesquisa mostrou que essa situação é reversível e que muito dessa reversibilidade depende da escola. Outros pesquisadores como Jencks e Phillips e Sévigny (1998, apud GAUTHIER; BISSONNETE; RICHARD, 2014) também concordam que a escola tem um papel fundamental na vida escolar dos alunos, principalmente daqueles oriundos de meios menos favorecidos.

Entretanto, a história da instauração da escola, parece ter contribuído mais para o fracasso do que para o sucesso escolar de estudantes carentes, pois durante muito tempo foi destinada a uma minoria privilegiada economicamente (GAUTHIER; BISSONNETE; RICHARD, 2014). Apenas com a implantação de escolas com oportunidades para o ingresso da maioria é que houve a necessidade da “instauração de medidas que garantissem mais justiça em matéria de educação” (GAUTHIER; BISSONNETE; RICHARD, 2014, p. 33), onde a igualdade de chances e de tratamento pudessem ser garantidas.

Em contrapartida, a igualdade de chances, segundo os autores, não conseguiu deixar a escola mais justa, pois acabou por criar uma diferenciação artificial entre os mais e os menos capazes. A igualdade de chances é caracterizada por não obstaculizar o acesso à escola pela classe social, etnia, sexo e aptidões. Nesse contexto a escola acaba por dar as mesmas condições para indivíduos diferentes, o que faz com que os possuem mais capacidades consigam prosseguir em seus estudos, enquanto que os que possuem mais dificuldades sejam

tratados da mesma forma e a eles restem somente alguns poucos anos de estudos, o suficiente para “profissões e áreas mais fracas” (GAUTHIER; BISSONNETE; RICHARD, 2014, p. 34). Já a igualdade de tratamento também contribuiu para aumentar as diferenças entre as classes sociais, pois ao invés de oferecer uma formação equivalente para todos e que não levasse em consideração as diferenças individuais, à qual se propunha, esse princípio desconsiderou as desigualdades de início dos alunos, aquelas que originárias do meio familiar (CRAHAY, 2000, apud GAUTHIER; BISSONNETE; RICHARD, 2014).

A influência do professor e o efeito que pode provocar no desempenho escolar dos alunos foi por muito anos desconsiderada, pois ao professor era atribuído um papel superficial, ou seja, sem importância no processo de ensino e aprendizagem. Entretanto alguns pesquisadores que mostraram que o professor apresentava um papel secundário no ensino, mudaram sua opinião, chegando à conclusão que esse profissional é o maior responsável pelo desempenho dos alunos, independente do meio socioeconômico de origem dos estudantes ou dos recursos que a escola oferece para eles.

Uma das pesquisas intitulada *Mega-análise de Fraser e colaboradores de 1987* (GAUTHIER; BISSONNETE; RICHARD, 2014) compilou os resultados de sete mil oitocentas e vinte e sete (7827) pesquisas, num total de 10 milhões de participantes. Os resultados revelaram que a *amplitude do efeito AE(d)*, apresentou maior resultado na categoria “Estratégias Pedagógicas”, como os *reforços* dados pelo professor. Segundo a análise, essa categoria apresenta maior influência sobre o desempenho escolar que a própria família dos estudantes.

A *Mega-análise de Wang, Haertel e Walberg de 1993* (GAUTHIER; BISSONNETE; RICHARD, 2014) procurou investigar quais os fatores ajudam o aluno a aprender. Para isso, “analisaram 179 relatórios e capítulos de manuais, compilaram 91 sínteses de pesquisas e trabalharam junto com 61 pesquisadores em educação, de modo a constituir uma base de 11000 resultados estatísticos” (p. 38). A síntese dessa pesquisa mostrou que os fatores que mais auxiliam o aluno a aprender são a *gestão da classe*, principal tarefa do professor, e os *processos metacognitivos*, que podem ser interferidos em sala de aula pelo docente, segundo a psicologia cognitiva. A *família* aparece em quarto lugar como fator que influencia na aprendizagem.

A *Mega-análise de Hattie de 2003 e de 2012* (GAUTHIER; BISSONNETE; RICHARD, 2014) também ratificaram os resultados das pesquisas anteriores. Os resultados da análise de 2003 são provenientes da compilação de trezentas e cinquenta e sete (357) meta-análises, que examinaram o efeito de vários fatores sobre o rendimento dos estudantes.

Segundo ela, os fatores de maior efeito sobre o desempenho dependem diretamente do professor, como por exemplo, o *reforço*, o “*feedback*”, os *desafios* e os *objetivos propostos*; o que evidencia mais uma vez o papel do professor como elemento de maior impacto no processo de aprendizagem. Já para o estudo de 2012 foi feita uma reunião de sessenta mil (60000) pesquisas, num total de mais de 240 milhões de alunos. Mais uma vez, o fator que mais influencia o desempenho dos estudantes é o professor, através de aspectos como clareza ao se expressar e incentivo ao aluno. Essa influência é conhecida como *efeito professor*, mencionado anteriormente.

O termo *efeito professor* pode ser entendido “quando as práticas de ensino são eficazes” (GAUTHIER; BISSONNETE; RICHARD, 2014, p. 44), podendo ser atribuído a ele um *valor agregado*. O *valor agregado* foi um termo definido por Sanders e Rivers (1996, apud. GAUTHIER; BISSONNETE; RICHARD, 2014) que está diretamente associado à “melhora dos resultados escolares dos alunos em um ano, e isso inclusive daqueles oriundos de meios desfavorecidos” (p. 44). Contudo, alguns estudos mostraram que os alunos entregues a professores ditos mais eficientes, ou seja, com maior valor agregado, atingiam um desempenho maior em um ano do que se fossem entregues a professores menos eficientes.

O resultado das análises feitas por Gauthier, Bissonnete e Richard (2014) com relação ao meio socioeconômico, à escola, ao professor e o quanto os fatores relacionados a eles influenciam os estudantes em seu desempenho escolar, nos fazem refletir sobre alguns aspectos que atualmente podem fazer a diferença na vida escolar de alunos em situação de vulnerabilidade social. Se não é possível modificar os recursos que a escola obtém e tão pouco a situação socioeconômica e as relações familiares dos estudantes devem-se focalizar no outro elemento comprovadamente mais eficaz: o professor.

A esse profissional cabe o papel de transcender aquilo que é oferecido pelo sistema político e educacional, em consonância com objetivos e metodologias bem definidas e que respeitam a realidade e as diferentes formas de expressão. Dessa forma, deve-se tomar cuidado para não tornar o ensino superficial, ou seja, como fazem alguns professores que acabam por tornar suas aulas repasses de tópicos que juntos não conseguem fornecer as relações necessárias para que os educandos possam criar modelos mentais que os auxiliem na resolução de problemas de qualquer espécie.

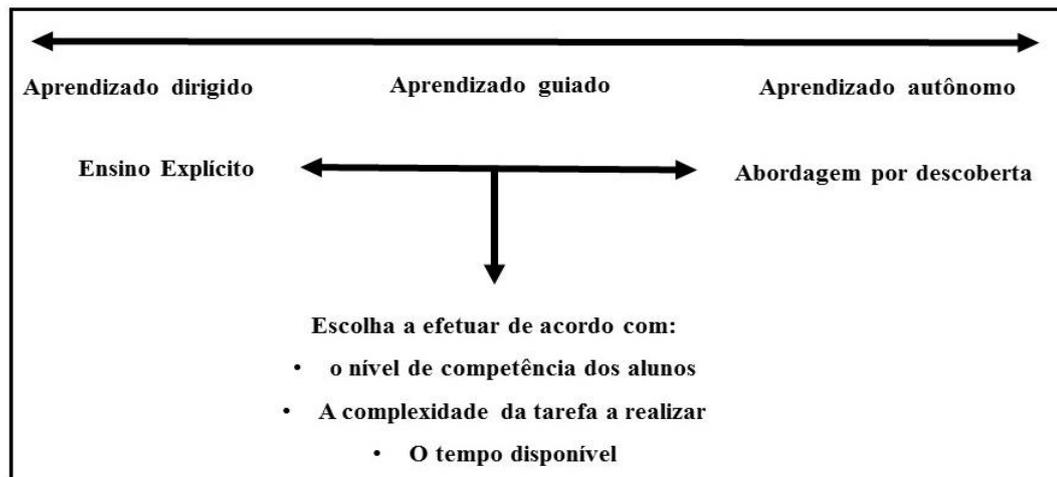
Algumas pesquisas que investigaram sobre o valor agregado do professor, denotaram que aqueles profissionais que empregaram o *ensino explícito*, tiveram maior valor agregado (GAUTHIER; BISSONNETE; RICHARD, 2014).

O *ensino explícito* (EE) é uma forma de abordagem estabelecida pelo professor, que favorece o desenvolvimento de habilidades cognitivas nos estudantes, totalmente fundamentada na psicologia cognitiva. Entre outras definições a palavra “explícito” sugere que essa metodologia seja baseada na interação entre professor e alunos de tal forma que as etapas do processo de aprendizagem sejam comunicadas a fim de tornar a aprendizagem mais evidente aos estudantes. Não somente isso, o termo “explícito” ainda engloba a necessidade de recordar aos estudantes alguns aspectos e concepções necessários à sua aprendizagem, bem como, criar as concepções quando elas não existem.

O ensino explícito encontra sua fundamentação na psicologia cognitiva. Segundo ela, o fato de comunicar aos alunos as etapas pelas quais eles passam no processo de aprendizagem e partir do mais simples para o mais complexo é extremamente importante e relacionada à Memória de Trabalho ou Memória de Curto Prazo (GAUTHIER; BISSONNETE; RICHARD, 2014). Segundo a Teoria da Carga Cognitiva de Sweller (1988), a Memória de Trabalho tem pouca capacidade de armazenar informações e quando fica sobrecarregada, muitas vezes pelo monólogo do professor, é incapaz de permitir que ocorra a aprendizagem. Por isso, é necessário o estabelecimento de etapas simples que possam assegurar que as informações sejam retidas pela Memória de Trabalho e absorvidas pela Memória de Longo Prazo, estabelecendo elos para que ocorra a aprendizagem em etapas mais avançadas.

O nível de apoio pedagógico “*scaffolding*” oferecido pelo professor varia e ajusta-se de acordo com as competências apresentadas pelos alunos, com o tempo para a realização das atividades e com a complexidade da tarefa a ser resolvida (GAUTHIER; BISSONNETE; RICHARD, 2014). À medida que os estudantes vão adquirindo mais habilidades e competências, o nível de apoio pedagógico tende a diminuir, pois eles entram num contexto de transição entre a aprendizagem guiada e a aprendizagem autônoma, que é um dos objetivos do ensino explícito. Na Figura 6 é possível observar a escala de nível de apoio pedagógico. Nela é possível observar, ainda, que se o nível dos estudantes for elevado, pode-se organizar o planejamento de acordo com uma abordagem por descoberta desde o início, que requer menor *scaffolding* (GAUTHIER; BISSONNETE; RICHARD, 2014).

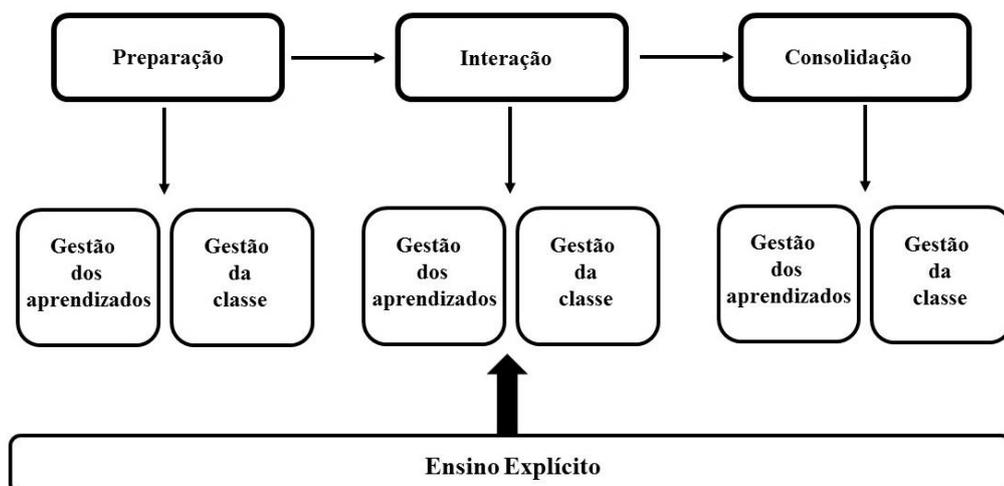
Figura 6 – Escala de nível de apoio pedagógico



Fonte: Esquema redesenhado do livro *Ensino explícito e desempenho dos alunos: a gestão dos aprendizados* de Gauthier, Bissonnete e Richard (2014, p. 61).

Ainda sobre as tarefas do professor, cabe a ele desempenhar duas grandes funções do ensino: a gestão dos aprendizados e a gestão da classe. A primeira remete não só ao ensino dos conteúdos propriamente, mas também assegurar-se de que os alunos aprenderam o que havia sido proposto. Já a segunda, refere-se a um conjunto de regras de convivência que permitem um ambiente favorável para o estabelecimento da ação pedagógica. Como é possível notar na figura 7, essas funções do ensino explícito estão em consonância com três momentos do ensino, conhecido como modelo PIC (Preparação, Interação e Consolidação).

Figura 7 – O modelo PIC do ensino explícito



Fonte: Figura adaptada do livro *Ensino explícito e desempenho dos alunos: a gestão dos aprendizados* de Gauthier, Bissonnete e Richard, 2014, página 64.

Sendo assim, segundo Gauthier, Bissonnete e Richard (2014)

O **ensino explícito** formaliza, assim, uma estratégia de ensino estruturada em etapas sequenciadas e profundamente integradas. Segundo esse método, o professor busca, de modo intencional, apoiar o aprendizado dos alunos através de uma série de ações em três grandes momentos: 1) a preparação e o planejamento; 2) o ensino propriamente dito; 3) o acompanhamento e a consolidação (GAUTHIER; BISSONNETE; RICHARD, 2014, p. 63).

A eficácia do ensino explícito também foi comprovada por várias pesquisas discutidas pelos autores. Uma delas mostrou que esse método de ensino é muito adaptável inclusive para estudantes que necessitam de mais tempo para assimilar certos conteúdos (ROSENSHINE; 1982, 1986; 2002, apud GAUTHIER; BISSONNETE; RICHARD, 2014). Além disso, o ensino explícito mostrou-se como um método promissor por apresentar-se adequado para o “aprendizado da literatura, matemática, gramática, língua materna, ciências, história e, e, parte, línguas estrangeiras” (ROSENSHINE; 1982, 1986; 2002, apud GAUTHIER; BISSONNETE; RICHARD, 2014, p. 54). Dessa forma, seu uso reduz as possibilidades de insucesso dos estudantes, pois focaliza a metodologia em etapas estruturadas e no desempenho do professor, que agrega entre suas funções “dizer, mostrar, guiar” (p. 64) evitando o surgimento de interpretações inadequadas que muitas vezes não fica evidente em abordagens tradicionais e até mesmo construtivistas.

1.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE ERROS NO ENSINO ESCOLAR DE CIÊNCIAS

O MCH apresenta como uma de suas propostas enfatizar o processo de construção do conhecimento científico através dos seus participantes. Mas, muito mais que abordar aspectos da cognição humana e a localização histórica dos cientistas e longe de estabelecer ídolos, esse método visa mostrar que a ciência é uma atividade em constante reconstrução e que não é realizada por gênios, que observam e concluem resultados sobre a natureza, apenas a partir de suas observações, o que muitas vezes podemos perceber em passagens de livros didáticos que contam a história de alguns cientistas, nas falas de alguns profissionais ou até mesmo mais fortemente nas mídias populares. Dessa forma, a análise cognitiva e histórica busca transpor a indução e dedução, que é repassada culturalmente da prática científica (NERSESSIAN, 1992).

No livro *A Necessária Renovação do Ensino das Ciências* (CACHAPUZ et al., 2005), os autores apresentam algumas possíveis visões deformadas da ciência e da tecnologia. Segundo eles, a superação dessas visões seria um requisito para a renovação da educação em

ciências, já que se tem observado certa distância entre o papel social que a educação científica deveria proporcionar e o que realmente consegue fazer na formação dos estudantes (CACHAPUZ et al., 2005). Dessa forma, como citado pelos autores, essas visões se colocam como um obstáculo de aprendizagem (CACHAPUZ et al., 2005; BORGES et al., 2010; ZANON; MACHADO, 2013), pois transmitem uma realidade totalmente em desacordo com as verdadeiras práticas dos cientistas.

Dentre as possíveis visões deformadas citadas por Cachapuz et al. (2005), estão, com um breve comentário:

a) *Uma visão descontextualizada*: essa visão é caracterizada pela transmissão descontextualizada e neutra da ciência, onde se esquece as complexas relações entre *Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA)*, o que mostra a falta de clareza entre a ciência e a tecnologia. Essa visão deformada traz a tecnologia como uma mera aplicação da ciência e com menor status, esquecendo que, historicamente, a atividade técnica precedeu à ciência. Esse fato, segundo Cachapuz et al. (2005)

permite começar a romper com a ideia comum da tecnologia como subproduto da ciência, como um simples processo de aplicação do conhecimento científico para a elaboração de artefatos (o que reforça o suposto caráter neutro, alheio a interesses e conflitos sociais, do binômio ciência-tecnologia) (CACHAPUZ et al., 2005, p. 41).

Outra visão equivocada e simplista é a de que os cientistas e os técnicos são os responsáveis pelas situações degradantes e demais problemas que a humanidade enfrenta, esquecendo que a responsabilidade não é só dos cientistas e técnicos, mas de *todos*, inclusive “os “simples” consumidores de produtos nocivos” (CACHAPUZ et al., 2005, p. 43).

b) *Uma concepção individualista e elitista*: essa é uma das concepções mais presentes na literatura científica (Figura 8), onde na maioria das vezes, a ciência é mostrada como uma obra de gênios isolados, onde poucas pessoas teriam capacidade intelectual para entender sua linguagem e demais aspectos. Menospreza-se também “a contribuição de técnicos, mestres de oficina, etc., que com frequência têm tido um papel essencial no desenvolvimento científico-tecnológico” (CACHAPUZ et al., 2005, p. 44).

Figura 8 – Representação da concepção individualista e elitista da ciência



Fonte: Dreamstime (2016). Disponível em: <http://pt.dreamstime.com/ilustra%C3%A7%C3%A3o-stock-ilustra%C3%A7%C3%A3o-de-uma-qu%C3%ADmica-ou-de-um-cientista-no-laborat%C3%B3rio-image47465212>. Acesso em: 10 nov. 2015.

Outra característica dessa visão deformada é a visão masculina, individualista e elitista, onde o homem é representado de jaleco branco no seu laboratório, inacessível às demais pessoas e com seus equipamentos esquisitos, onde experimenta e observa, procurando o “descobrimento” (CACHAPUZ et al., 2005).

c) *Uma concepção empiro-inductivista e ateórica:* essa concepção

defende o papel da observação e da experimentação “neutra” (não contaminadas por ideias aprioristas), esquecendo o papel essencial das hipóteses como focalizadoras da investigação e dos corpos coerentes de conhecimentos (teorias) disponíveis, que orientam todo o processo (CACHAPUZ et al., 2005, p. 45).

Os dados obtidos por indução não produzem conhecimento, não têm sentido por si só, pois precisam ser interpretados a luz das teorias (ou paradigmas conceituais). Essa concepção de atribuir a essência da ciência à experimentação afetam os estudantes e até mesmo os próprios cientistas Cachapuz et al. (2005), que muitas vezes não tem clareza da sua prática. Segundo os autores, essa é a deformação mais estudada e menos reconhecida pelos professores, o que evidencia o “peso” da visão empiro-indutivista nos professores de ciências Cachapuz et al. (2005).

d) *Uma visão rígida, algorítmica, infalível...:* caracterizada pela existência do *Método Científico* com etapas em definidas, onde a observação e a experiência têm papel essencial na exatidão e objetividade dos resultados obtidos pelos cientistas. Essa visão, se

introduzida no ensino de ciências, passa a concepção de que a ciência é feita através de passos bem definidos, como uma receita, o que limita a criatividade dos estudantes e não dá importância para o pensamento hipotético e as relações que ele pode construir.

e) Uma visão aproblemática e ahistórica: caracterizada pela transmissão do conhecimento científico como algo pronto e acabado, ignorando os fatos que geraram os questionamentos e os problemas que se resolver. Desconsidera também a evolução histórica dos conhecimentos, os obstáculos epistemológicos enfrentados, as limitações do conhecimento científico atual e as perspectivas abertas (CACHAPUZ et al., 2005). O fato de omitir essas informações “dificulta captar a racionalidade do processo científico e faz com que os conhecimentos apareçam como construções arbitrárias (CACHAPUZ et al., 2005, p. 49), o que impede que se compreenda as reais dificuldades dos alunos.

f) Visão exclusivamente analítica: “associada a uma incorreta apreciação do papel da análise no processo científico” (CACHAPUZ et al., 2005, p. 50), onde os cientistas, ao abordarem um problema, ignoram algumas características da situação estudada, o que os afasta da realidade e torna o problema inicial muito simplificado. O trabalho do cientista consiste na invenção de hipóteses e modelos, que exigem controle e tratamento em condições pré-estabelecidas, entretanto, à medida que se faz a análise, necessita-se de síntese, mas sem deixar os estudos complexos *camuflados*.

g) Visão acumulativa, de crescimento linear: essa visão consiste em tratar o conhecimento científico como o acúmulo de conhecimento dos antepassados, ignorando os erros, as crises e as contribuições, sendo caracterizada pela omissão dos processos e pessoas envolvidas na construção dos conceitos científicos, como mostrado na Figura 9.

Figura 9 – Visão acumulativa, de crescimento linear



Fonte: Imagem da Lição 5 do Curso *on-line* de Jornalismo Científico (Mbarga, Fleury). Disponível em: http://www.wfsj.org/course/pt/pdf/mod_5.pdf. Acesso em:

Segundo os autores, essa visão simplista dos conhecimentos científicos ao longo do tempo, é percebida principalmente no ensino de ciências, pois os professores costumam ensinar teorias prontas, sem mencionar, nem o processo para se chegar até elas, nem a confrontação entre teorias rivais (CACHAPUZ et al., 2005).

Essas visões deformadas empobrecem a educação científica, passando ideias errôneas sobre a prática dos cientistas e muitas vezes afastando mais os estudantes da área de ciências da natureza (CACHAPUZ et al., 2005; BORGES et al., 2010; ZANON; MACHADO, 2013). Pensando nas superações de algumas dessas visões deformadas, entre outras, o MCH busca inserir elementos que representam a história da ciência contada pela prática de seus próprios *atores*, não ignorando elementos básicos, como as primeiras hipóteses e mostrando a ciência como um esforço contínuo, cujos resultados não são facilmente obtidos. Dessa forma, de acordo com Chalmers (1995), “é essencial compreender a ciência como um corpo de conhecimento historicamente em expansão e que uma teoria só pode ser adequadamente avaliada se for prestada a devida atenção ao seu contexto histórico” (p. 60).

Além da superação de algumas visões deformadas e de outras características, já citadas anteriormente, a inserção do MCH nas aulas de ciências, em particular nas aulas de Física, tem outros objetivos. Alguns deles são trazer aos alunos a autodisciplina e habilidades motoras; a aquisição lógica das informações de natureza e observações; algumas formas de interpretação dos dados, evitando a memorização e permitindo aos alunos obter, interpretar e tirar suas próprias conclusões. Dessa forma, esses objetivos buscam contemplar um ensino

que se aproxime das exigências das políticas públicas vigentes, deixando de ser apenas memorístico e reprodutivo de conceitos encontrados em livros didáticos.

1.6 PROBLEMA DE PESQUISA

Os estudos que seguem propõem investigar e responder o seguinte problema de pesquisa: “*O Método Cognitivo-histórico pode ser utilizado na disciplina de Física como agente operacional capaz de contribuir para a aprendizagem de estudantes de escola localizada em zona de vulnerabilidade social*”?

1.7 OBJETIVO GERAL

A fim de responder o problema exposto, a presente pesquisa tem o seguinte objetivo geral:

- Verificar se o Método Cognitivo-histórico é adequado para ser utilizado na disciplina de Física em escola localizada em zona de vulnerabilidade social.

1.8 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Implementar e avaliar pré-testes e pós-testes de verificação de aquisição de conhecimentos pelos alunos utilizando recursos da metodologia quantitativa e qualitativa.
- Realizar uma revisão bibliográfica sobre os temas *Método Cognitivo-histórico, vulnerabilidade social e ensino explícito*;
 - Desenvolver materiais teóricos e práticos baseados no Método Cognitivo-histórico;
 - Implementar os materiais teóricos e práticos segundo o método do Ensino Explícito.

1.9 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO 1

O termo vulnerabilidade apresenta várias dimensões e pode estar relacionado com fatores de saúde, como a probabilidade de adquirir uma doença, até mesmo com a situação econômica de um local ou indivíduo. Entretanto, a vulnerabilidade social será tratada e definida de acordo com Abramovay et al. (2002) que entende

neste sentido o conceito de vulnerabilidade ao tratar da insegurança, incerteza e exposição a riscos provocados por eventos socioeconômicos ou ao não-acesso a insumos estratégicos apresenta uma visão integral sobre as condições de vida dos pobres, ao mesmo tempo que considera a disponibilidade de recursos e estratégias para que estes indivíduos enfrentem as dificuldades que lhes afetam (ABRAMOVAY, 2002, p. 34-35).

Como discutido anteriormente, jovens em situação de vulnerabilidade social podem apresentar certas dificuldades que os impedem de dar continuidade em seus estudos ou participar da vida escolar com melhor rendimento. Entretanto, o ensino explícito mostra-se como um aliado no sistema educacional, pois oferece a possibilidade de mais apoio pedagógico, através da intensificação do trabalho do professor que é, comprovadamente a variável mais importante no desempenho dos alunos em qualquer situação socioeconômica. Além disso, o ensino de ciências, muito mais do que ensinar conceitos, habilidades e competências, necessita de mais efetividade para superar as visões deformadas e as passagens históricas incompletas que muitas vezes são passadas nas aulas. Dessa forma, o uso do MCH com a perspectiva do ensino explícito pode ser uma estratégia produtiva que contribua para que mais estudantes possam obter um desempenho mais satisfatório na educação básica.

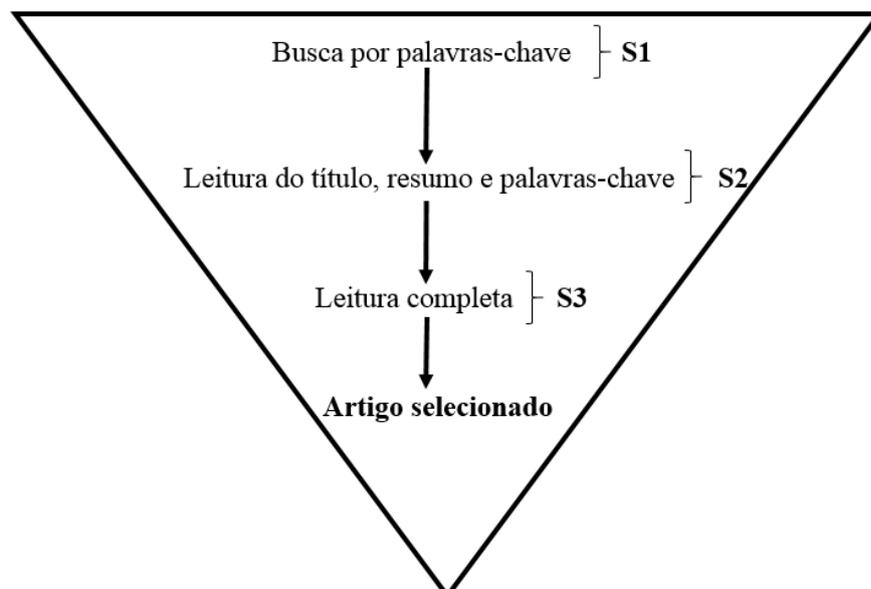
2 DESENVOLVIMENTO

2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica que será apresentada a seguir foi feita com o intuito de verificar os estudos que estão sendo realizados com as temáticas envolvidas nesse trabalho. Para tanto, a revisão bibliográfica teve sua elaboração baseada nos temas *Método Cognitivo-histórico*, *Vulnerabilidade Social* e *Ensino Explícito*. Contudo, foram analisados 235 periódicos da área de ensino de acordo com a classificação proposta pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) conforme Classificação de Periódicos Quadriênio 2013-2016. A pesquisa englobou os periódicos com estratos A1 e A2 para todas as subáreas de ensino. A exploração dos temas se deu entre o período de 2000 a 2017.

A escolha dos artigos passou por três seleções criteriosas, conforme mostra a Figura 10. Primeiramente, após a escolha da lista de periódicos disponível pela CAPES, passou-se para a busca por palavras-chaves entre os anos 2000 e 2017. Essa busca constituiu-se na primeira forma de seleção (S1) dos trabalhos. Em seguida, após serem identificados, os artigos passaram pela seleção 2 (S2) onde partiu-se para a leitura dos títulos, resumos e palavras-chaves. Com o objetivo de refinar a pesquisa, a seleção 3 (S3) foi caracterizada pela leitura completa dos textos, para que finalmente pudessem ser selecionados e caracterizados na próxima etapa da revisão.

Figura 10 – Metodologia de seleção dos artigos da revisão bibliográfica



Após a leitura completa dos artigos selecionados foi feita a contagem do número total de artigos com cada temática e agrupados de acordo com o estrato de qualidade dos periódicos, com a área e o ano de publicação. Com a finalidade de obter mais informações sobre as temáticas pesquisadas também foram organizados, os textos, tendo como foco o ensino/educação das Ciências. Para finalizar, categorias foram criadas para agrupar os artigos com características semelhantes, a fim de apurar informações mais detalhadas sobre eles.

2.1.1 Análise dos periódicos – Dimensão numérica das temáticas de pesquisa

Como mencionado anteriormente, foram analisados duzentos e trinta e cinco (235) periódicos da área de ensino. Na Tabela 3 é possível observar a quantidade de periódicos analisados de acordo com o estrato de qualidade proposto pela CAPES.

Tabela 3 – Total de periódicos analisados e o estrato de qualidade

Área	Estrato de qualidade	Total de periódicos
Ensino	A1	103
	A2	132
Total de periódicos		235

Dos duzentos e trinta e cinco (235) periódicos, quatorze (14) apresentaram artigos com os temas *Vulnerabilidade Social* e *Ensino Explícito*. A temática *Método Cognitivo-histórico* não foi encontrada em nenhum dos periódicos analisados entre os anos de 2000 e 2017. A relação dos quatorze (14) periódicos, o estrato de qualidade, a quantidade de artigos, o ano de publicação e a temática podem ser vistos na classificação do Quadro 2.

Quadro 2 – Resumo das temáticas pesquisadas.

(continua)

Periódico	Estrato de qualidade	Artigos relacionados aos temas	Ano	Tema
Advances in Physiology Education	A1	1	2006	Ensino Explícito
		1	2007	Ensino Explícito
Investigações em ensino de ciências	A2	1	2017	Ensino Explícito

(conclusão)

Cadernos de saúde Pública	A2	1	2009	Vulnerabilidade social
		1	2011	Vulnerabilidade social
		1	2012	Vulnerabilidade social
		1	2013	Vulnerabilidade social
		4	2014	Vulnerabilidade social
Ciência e Saúde coletiva	A1	1	2011	Vulnerabilidade social
		1	2013	Vulnerabilidade social
		1	2014	Vulnerabilidade social
		3	2016	Vulnerabilidade social
		2	2017	Vulnerabilidade social
Educação e Pesquisa	A1	1	2016	Vulnerabilidade social
Educação em Revista	A1	1	2015	Vulnerabilidade social
História, ciências, saúde – Manguinhos	A2	1	2001	Vulnerabilidade social
Interface – comunicação, saúde, educação	A1	1	2008	Vulnerabilidade social
		1	2013	Vulnerabilidade social
		1	2016	Vulnerabilidade social
		1	2017	Vulnerabilidade social
Movimento	A2	1	2011	Vulnerabilidade social
		1	2014	Vulnerabilidade social
Psicologia e Sociedade	A2	2	2007	Vulnerabilidade social
		1	2009	Vulnerabilidade social
		1	2014	Vulnerabilidade social
		1	2017	Vulnerabilidade social
Revista Brasileira de Educação	A1	1	2011	Vulnerabilidade social
		1	2014	Vulnerabilidade social
Revista Exitus	A2	1	2011	Vulnerabilidade social
Tempos e espaços em educação	A2	1	2016	Vulnerabilidade social
Trabalho, Educação e Saúde	A2	1	2017	Vulnerabilidade social

É possível observar a discrepância existente entre o número de artigos sobre a vulnerabilidade social (35 trabalhos) e as demais temáticas pesquisadas. Ainda é maior se ressaltarmos o fato de não terem sido encontrados artigos científicos sobre ensino com o MCH, o que acaba por justificar a originalidade deste trabalho. Com relação ao Ensino

Explícito detectamos a existência de apenas 3 (três) artigos, embora seja um método de trabalho comprovadamente eficaz, como mencionado no capítulo 1, também pode-se notar um surpreendente baixo número de artigos que tratam dessa modalidade, o que fornece indícios de que também são necessários mais estudos sobre essa temática aplicada à realidade da escola brasileira.

2.1.2 Categorização e análise dos artigos

A categorização dos três (3) artigos selecionados com a temática *Ensino Explícito* e dos trinta e oito (35) com a temática *Vulnerabilidade Social* foi baseada na proposta de análise de conteúdo de Bardin (1977). De acordo com Bardin (1977), após a seleção criteriosa dos trabalhos e o exame dos conteúdos, procura-se elementos que possibilitem a reunião dos artigos em categorias, o que facilita a compreensão e fornece uma dimensão acerca de suas informações.

Para isso, é proposta uma metodologia de análise de conteúdo, que segundo a autora, é composta por três fases. A primeira fase é a *Pré-análise*, onde o objetivo é sistematizar as ideias dos artigos, estabelecendo critérios de análise, a fim de tornar mais fácil a condução da segunda fase (BARDIN, 1977). A segunda fase é a *Exploração do Material*, onde os critérios anteriores são colocados em prática. Já a última fase, *Tratamento de Resultados, inferência e interpretação*, os resultados obtidos são finalmente explorados em sua maior totalidade.

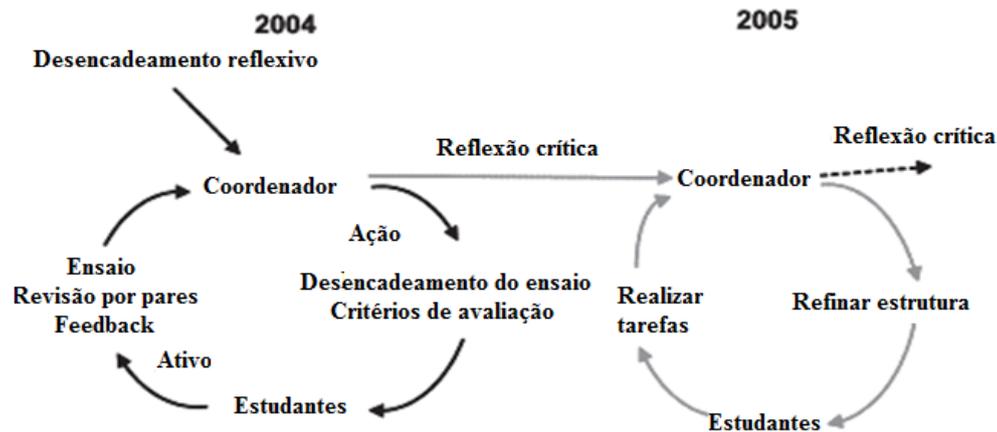
2.1.2.1 Sobre o Ensino Explícito

Como foram encontrados apenas três artigos sobre o tema Ensino Explícito, não existe a necessidade de categorizá-los. Entretanto, suas características devem ser exploradas com a mesma importância. Inicialmente, deve-se ressaltar o fato de que os dois artigos são dos mesmos autores e publicados no mesmo periódico: *Advances in Physiology Education*. A diferença é que o artigo de 2007 traz a coautoria de mais dois pesquisadores. Isso já fornece uma evidência literária de que há poucas pessoas estudando e implementando metodologias baseadas no Ensino explícito no Brasil.

O artigo de 2006, intitulado *The Opinion Editorial: teaching physiology outside the box* (PORONNIK; MONI, 2006), mostra que alunos de cursos de ciências tem a tarefa de comunicar as descobertas científicas de maneira acessível ao público não especializado. Para isso, tinham de escrever um parecer ou opinião editorial. Os estudantes dessa amostra,

matriculados em 2004, reconheceram a importância que essa tarefa apresenta em tornar a ciência mais acessível e de forma eficaz a todos. Além disso, os alunos/autores evidenciaram que a tarefa de escrever se colocou como um desafio, e que foi facilitado após o ensino explícito e o feedback (Figura 11).

Figura 11 – Esquema do ensino explícito implementado com estudantes de ciências



Fonte: Traduzido de The Opinion Editorial: teaching physiology outside the box (PORONNIK; MONI, 2006).

No artigo de 2007, esse modelo foi aperfeiçoado e tido como a forma mais eficaz de transcrever assuntos e descobertas científicas para o público leigo (MONI, et. al, 2007). Os autores agora foram estudantes dos últimos anos dos cursos de Farmacologia e Fisiologia. Os resultados mostraram uma melhora significativa na qualidade da escrita dos estudantes, na habilidade de escrever e na legibilidade dos textos, evidenciando novamente a eficácia do ensino explícito (MONI et al., 2007).

O artigo intitulado de *A socialização dos saberes docentes: a comunicação e a formação profissional no contexto do pibid/física* (FEJOLO; PASSOS; ARRUDA, 2017) traz a comunicação entre um professor experiente e dois estudantes de um curso de licenciatura em Física. Para isso, os autores utilizam vinte e três categorias sobre a gestão de classe e a gestão de conteúdo advindas da teoria de Gauthier et. al. Como resultados, os autores apresentam os saberes que são importantes para a ação docente e que foram compartilhados pelo professor supervisor das atividades do PIBID como, por exemplo, o “planejamento dos Conteúdos de Aprendizagem; Planejamento das Atividades de Aprendizagem; Planejamento do Ambiente Educativo e Ensino Explícito” (FEJOLO; PASSOS; ARRUDA, 2017, p. 103).

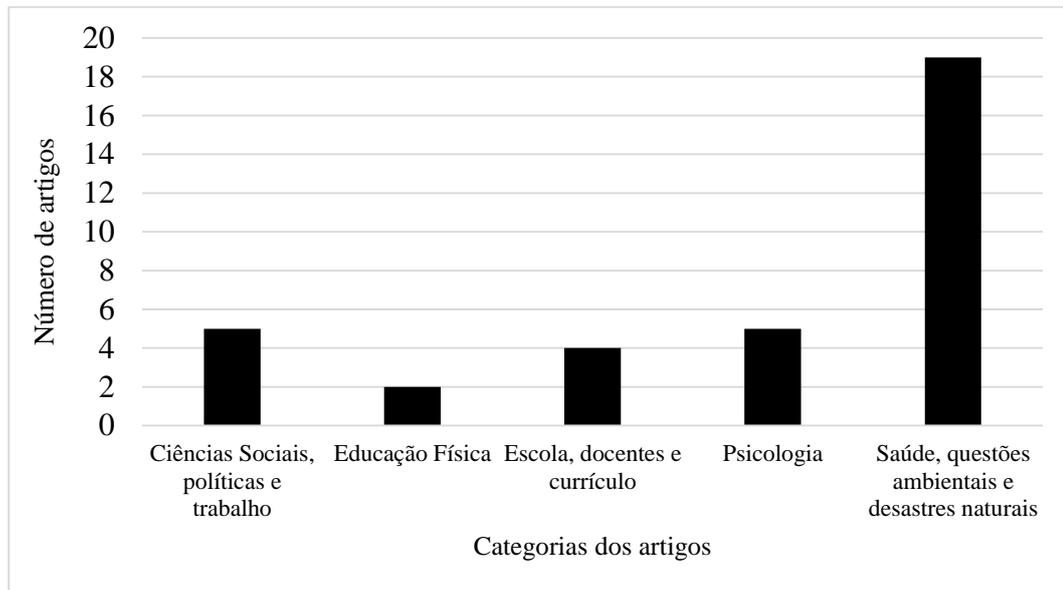
2.1.2.2 Sobre a Vulnerabilidade Social

Foram encontrados trinta e cinco (35) artigos sobre a Vulnerabilidade Social. Agrupá-los em categorias se tornou uma tarefa complicada pois, pessoas em situação vulnerável apresentam algumas características, comprovadas pela leitura dos artigos, que possibilitou agrupá-las em diversas categorias simultaneamente. Entretanto, procurou-se a característica mais marcante em cada trabalho para estabelecer as categorias que seguem a seguir:

- Ciências Sociais, políticas e trabalho: nessa categoria foram agrupados cinco (5) trabalhos que abordam questões sobre segurança, insegurança, questões trabalhistas, violência urbana, aspectos culturais e da vida social;
- Educação Física: enquadraram-se dois (2) trabalhos que abordam a temática dos esportes em prol da diminuição dos efeitos da vulnerabilidade social;
- Escola, docentes e currículo: nesse Grupo foram reunidos os quatro (4) trabalhos que abordam a prática profissional de docentes em escolas localizadas em zona de vulnerabilidade, como situações de risco afetam o dia-a-dia dessas escolas e a discussão sobre um currículo transformador para a formação inicial dos docentes que atuarão em escolas localizadas nessas condições;
- Psicologia: foram reunidos cinco (5) artigos que analisam os fatores de risco e os fatores de proteção que estão presentes na vida de crianças e adolescentes em situação de vulnerabilidade social. Além disso, mostra aspectos e traços psicológicos que surgem em determinadas situações de risco;
- Saúde, questões ambientais e desastres naturais: nessa categoria foram reunidos os dezoito (18) últimos artigos que abordam questões do meio ambiente e saúde em localidades que sofreram desastres naturais ou cujas pessoas se encontram em situação de vulnerabilidade social.

No gráfico da Figura 12 é possível observar a quantidade de artigos em cada categoria estabelecida e descrita anteriormente.

Figura 12 – Quantidade de artigos em cada categoria estabelecida



Em observação ao gráfico é possível ter uma dimensão maior de quais subáreas estão abordando a temática *Vulnerabilidade Social*. Antecipadamente, é necessário destacar que nenhum artigo relacionado ao ensino/educação em ciências foi encontrado. Isso fornece um indício bastante importante, já que nos últimos dezessete anos essa grande área vem enfrentando muitos problemas em suas metodologias e métodos empregados. Talvez fosse necessário dar mais atenção a esses aspectos que podem afetar o processo de ensino e aprendizagem com pesquisa de campo e pesquisa-ação.

Na categoria *ciências sociais, políticas e trabalho* tem-se agrupados cinco (5) trabalhos. Um deles intitulado *Traços e configurações do discurso da vulnerabilidade Social no brasil – modos de ser e gerenciar uma parcela da população* (SILVA; SILVA, 2015), apresenta uma proposta de análise e discussão dos discursos, presentes na constituição e outros documentos oficiais, que atualmente caracterizam algumas crianças e adolescentes como vulneráveis sociais. Os autores argumentam que com uma metodologia baseada na genealogia de Michel Foucault

foi possível esboçar uma trajetória da produção do discurso da vulnerabilidade social, percorrendo caminhos que vão desde o vínculo com a questão do direito internacional, penetrando na área da saúde e da temática da Aids/HIV, até adentrar as vias das condições socioeconômicas (SILVA; SILVA, 2015, p. 400).

Além disso, argumentam que esses discursos são construções que acabam por identificar e nomear, certa parcela da população, que acaba por ser controlada e corrigida. Contudo, é possível notar que

ações dirigidas a sujeitos vulneráveis produz-se a vulnerabilização dos mesmos, ou seja, são indivíduos que passam a existir a partir das características que lhes são atribuídas, compondo assim uma população a ser gerida, gerenciada, buscando atingir o equilíbrio ou mesmo uma espécie de homeostase da vida (SILVA; SILVA, 2015, p. 400).

Enquanto os autores citados anteriormente analisam o discurso por trás da vulnerabilidade social, Malvasi (2008) avalia a eficácia simbólica e os dilemas sobre o trabalho das ONGs com jovens em situação de vulnerabilidade social, nos últimos anos no Brasil. Com a apresentação de um estudo de caso, o autor salienta que o trabalho das ONGs se assemelham a reunião de Grupos sociais que vivem num mesmo espaço, mas que pouco convivem, sendo que um dos dilemas encontrados pelos jovens é o fato de ser imposta a eles uma cultura diferente da sua, mas que parece que precisam aprender para serem aceitos dentro da sociedade. Entretanto, existe

efeitos importantes conquistados pelas ONGs que trabalham com jovens em situação de vulnerabilidade por meio de atividades artístico-culturais. Elas têm estimulado o reconhecimento de habilidades e inteligências de uma parcela da juventude brasileira tantas vezes esquecida e estigmatizada. ONGs que utilizam o tema transversal cultura mostram-se eficazes simbolicamente sob a perspectiva dos jovens que aderem em grande número a este tipo de empreendimento por todo o Brasil, e também sob a perspectiva da opinião pública que aceita, apoia e divulga tais iniciativas. Entretanto, para o conjunto dos jovens consumidores de sua ideologia, aquelas organizações não garantem perspectivas concretas de atendimento às suas necessidades materiais, ilusões efêmeras de uma vida digna (MALVASI, 2008, p. 616).

Dois artigos dentro dessa categoria discutem a questão da relação da escolaridade com a inserção no mercado de trabalho. Um deles (COCKELL, 2014) analisa as trajetórias ocupacionais de aposentados que continuam trabalhando informalmente na construção civil, com o objetivo de complementar os valores recebidos de suas aposentadorias ou como uma forma de se manterem “ativos”. Através de entrevistas, a autora pode constatar que os trabalhadores, antes metalúrgicos, buscavam esse tipo de ocupação por terem baixo nível de escolaridade. Segundo a autora, os entrevistados não conseguiram manter-se na mesma função devido a um processo de reestruturação produtiva e tecnológica (COCKELL, 2014). Ou como ainda salienta “esses “(des) empregados” não percebem como os processos de reestruturação produtiva e de terceirização levaram à destruição das ocupações por eles exercidas, após a alta inserção de tecnologia e maior exigência de qualificação” (COCKELL, 2014, p. 469).

Para entender as relações entre os homicídios, as pessoas e seu contexto, Guimarães e Silva, Valadares e Souza (2013) fizeram estudos em dois municípios que apresentaram

comportamentos opostos se comparados às taxas de homicídios obtidas entre 1980 e 2007. Através do Modelo Ecológico (OMS, 2002, apud GUIMARÃES E SILVA; VALADARES; SOUZA, 2013) analisaram aspectos como a escolaridade, o uso de drogas, as relações familiares, religião, entre outros. Concluíram que,

a determinação dos homicídios parece ser permeada por um contexto que envolve a combinação de: vulnerabilidades, fragilidades, precariedades e rupturas de vínculos na dimensão individual e na vida social. No entanto, essas condições adversas são passíveis de ações de prevenção e enfrentamento que devem incluir a família, a escola e a comunidade, além de empenharem esforços no sentido de reduzir a exclusão e as desigualdades sociais. Tais ações devem ser implementadas em uma perspectiva inclusiva, interdisciplinar e intersetorial, com vistas à construção da cidadania (GUIMARÃES e SILVA; VALADARES; SOUZA, 2013, p. 545).

O último trabalho dessa categoria sob o título de *Educação, Trabalho e Vulnerabilidade Social: Reflexões sobre os Jovens Excluídos do Ensino Médio no Brasil* (MARCHELLI, 2016) traz a discussão de que embora, nos últimos anos, tenha crescido a escolaridade dos jovens entre 15 e 17 anos, cerca de 60% desses frequentam o ensino médio e cerca de 20% permanecem no ensino fundamental e o restante estão fora da escola. Além disso, o estudo propõe a discussão e “análise crítica dos pressupostos sociológicos, princípios políticos e indicadores educacionais que permeiam os estudos atualmente publicados sobre esse importante assunto” (MARCHELLI, 2016, p. 129), mostrando que o perfil dos jovens fora da escola os torna mais vulneráveis sociais.

Na categoria *Educação Física*, tem-se dois trabalhos que abordam o uso dos esportes como forma de reduzir os impactos provocados pela situação de vulnerabilidade social. Um deles (Hecktheuer; da Silva, 2011) analisam os projetos sociais que estão em vigor na cidade de Rio Grande – RS e abordam questões que os caracterizam como “sociais”. Para isso, investigaram aspectos da “responsabilização da sociedade e do indivíduo, as possibilidades de intervenção em educação não-formal, e o processo de segmentação de uma população de indivíduos nominados como vulneráveis – vulnerabilização (HECKTHEUER; DA SILVA, 2011, p. 115)”. Assim como na categoria anterior, onde alguns autores destacaram que ser vulnerável é uma questão de rotulação, os autores salientam que para governar é preciso tornar vulnerável alguns Grupos da sociedade, e que, de certa forma “o esporte, a dança, a música e outras manifestações culturais têm sido apropriadas como meio para estes fins” (HECKTHEUER; DA SILVA, 2011, p. 129).

O segundo artigo (LOPES; ISAYAMA, 2014) abordou a intervenção do profissional de Educação Física na gestão intersetorial do programa BH Cidadania/Belo Horizonte. Esse programa buscou a inclusão social de famílias com o objetivo de combater a pobreza,

estabelecendo sua gestão como forma de aproximar os serviços públicos dessas famílias. Através de entrevista semiestruturada e observações dos profissionais atuantes desse espaço, os autores concluíram que “o profissional educador na intervenção com práticas de esporte e lazer é essencial para o fortalecimento do tecido social nos territórios de vulnerabilidade” (LOPES; ISAYAMA, 2014, p. 912), pois se estabeleceu de forma motivacional para essas pessoas. Na categoria *Escola, docentes e currículo* tem-se reunidos quatro (4) artigos. Dois deles fazem pesquisas relacionadas ao contexto vulnerável em que a escola está inserida. A seguir, um Quadro com algumas ideias desses artigos.

Quadro 3 – Alguns resultados de dois artigos da categoria Escola, Docentes e Currículo

Autores	Contexto/ Objetivos	Metodologia de coleta de dados	Conclusões
(STOCO; ALMEIDA, 2011)	Analisar a relação entre as características do bairro e o desempenho escolar dos alunos.	<ul style="list-style-type: none"> • Descrição e identificação das características do contexto das escolas; • Cruzamento das características com o desempenho das escolas. 	“Os resultados revelaram que não há uma recorrência clara em relação à disposição espacial das escolas quando relacionadas ao seu desempenho”. (p. 813)
(CARVALHO-SILVA; BATISTA; ALVES, 2014)	“Explorar as relações com a escola de famílias que vivem em territórios metropolitanos de alta vulnerabilidade social”. (p.123)	<ul style="list-style-type: none"> • Entrevistas semiestruturadas; • Observação das famílias, moradoras na periferia da Zona Leste de São Paulo 	As mães investem esforços na escolha da escola, no acompanhamento dos filhos e na relação deles com o território. Existe “estratégias de evitação da escola situada no território que a setorização da matrícula impõe e do destino escolar que acarreta; trata-se de estratégias de evitação das relações de convívio e de sociabilidade dos filhos na rua e na escola com um universo do qual não querem fazer parte”. (p. 137)

Outro artigo dessa categoria aborda questões do desempenho escolar e a vulnerabilidade social (CALEJON, 2011). A autora, busca a partir de contribuições da Psicologia como o enfoque histórico-cultural, explicações sobre o desenvolvimento humano e suas relações com o aprendizado. Para isso, são apresentados fragmentos de ações educativas realizadas com dois sujeitos em situação de vulnerabilidade social. Em suas conclusões, a autora ressalta que o vínculo afetivo desenvolvido pelos sujeitos e suas relações com o desenvolvimento cognitivo.

O último artigo dessa categoria aborda questões das diferentes formas que o *bullying* pode envolver crianças e os papéis que essas podem assumir, como vítimas, agressoras ou vítimas-agressoras (ZEQUINÃO et al., 2016). No estudo, 409 estudantes do ensino fundamental participaram da pesquisa com o objetivo de descrever como o *bullying* ocorre em escolas localizadas em zonas de vulnerabilidade social. Os resultados mostraram que, 29,8% dos meninos e 40,5% das meninas relataram terem sido vítimas, e que, são as mais dispostas a ajudar quando percebem alguém sofrendo agressão; já 32,3% dos meninos e 24,6% das meninas relataram terem sido agressores. Segundo os autores, esses resultados são importantes para que se busquem alternativas para a redução do *bullying* escolar.

Um fato marcante e que merece destaque dentro da categoria *Escola, docentes e currículo* foi que nenhum dos trabalhos encontrados refere-se ao ensino de ciências. Esse é um indicativo de que mais estudos devem ser realizados sobre a vulnerabilidade social e suas relações com o ensino de ciências pois, os traços psicológicos e as condições que favorecem o abandono e o baixo desempenho escolar devem ser levados em consideração nos planejamentos escolares.

Na categoria *Psicologia* temos cinco (5) artigos agrupados. Um dos trabalhos usam a metodologia das narrativas autobiográficas para coleta de seus dados. Esse artigo analisa as autobiografias de três mulheres que residem em uma comunidade carente (BRANDÃO; GERMANDO, 2009). Um aspecto identificado foi que “as narradoras fazem uso terapêutico da entrevista, solicitando apoio e reivindicando retoricamente uma imagem positiva de si a partir da polaridade “frágil-forte”” (BRANDÃO; GERMANDO, 2009, p. 5).

Outro artigo de 2007, estudou as igualdades e dessimetrias da participação política em ONGs HIV/AIDS do Canadá e do Brasil (CASTRO-SILVA; HEWITT; CAVICHIOLI, 2007). Os autores analisaram documentos, questionários e entrevistas e puderam constatar que na ONG brasileira o processo de politização da temática AIDS se dá de forma intensa “a partir da ajuda ao próximo e das trocas de experiências” (p. 79). Já a ONG canadense “constitui-se um espaço através do qual cada participante individualmente acessa direitos já consolidados no país” (p. 79).

Outro trabalho dessa categoria aborda o tema vulnerabilidade social através de questões sobre as repercussões oriundas da gravidez na adolescência e a significação da morte em crianças. O trabalho analisou crianças que estão expostas às mortes decorrentes do tráfico de drogas e buscou evidenciar o surgimento de determinadas falas (JUCÁ et al., 2007). Os pesquisadores descobriram que “os pais encontram grandes dificuldades em abordarem o tema com as mesmas que não obstante trazem, principalmente para a escola, através da fala e das brincadeiras, as experiências vividas em sua comunidade” (JUCÁ et al., 2007, p. 122).

Um dos trabalhos trouxe uma revisão da literatura científica sobre a discussão dos contextos de vulnerabilidade e exclusão social de usuários de *crack* e outras drogas (TOLEDO; GÓNGORA; BASTOS, 2017). Os autores abordam uma variedade de marcos teóricos que contribuem para entender o fenômeno, assim como, apresentam diversos relatos de usuários de drogas e suas experiências de preconceito, exclusão e marginalização. Todos os relatos foram encontrados na literatura sobre o assunto.

O último artigo dessa categoria busca “compreender as representações sociais construídas sobre as famílias em situação de vulnerabilidade social” (PEREIRA; GUARESCHI, 2017, p. 1). Para isso, entrevistaram 21 psicólogas que atuavam em Centros de Referência de Assistência Social (CRAS). Um dos resultados evidenciou que muitas famílias se sentem culpadas pela situação em que encontram, quando na verdade, a situação de vulnerabilidade social se origina em questões de dimensões políticas, sociais e econômicas.

Os dezenove (19) artigos da categoria *Saúde, questões ambientais e desastres naturais* serão brevemente analisados a seguir. Quatro (4) desses artigos abordam estudos sobre a gravidez e a saúde materna. Um deles analisou dados do Ministério da Saúde sobre nascimento e morte e identificou, através de mapas temáticos, os locais onde mais necessitam de ações sociais de prevenção e auxílio às adolescentes (FERREIRA et al., 2012). Já o trabalho de Soares e Schor (2013) analisou e traçou o perfil de mulheres com alta fecundidade. Segundo as autoras, os resultados revelaram que o perfil é de uma

mulher migrante do interior do estado, residente há mais de dez anos na capital, vinda de família numerosa, com 35 anos em média e cinco anos de estudo, com mais de uma união, vivendo em união consensual, subempregada, com renda média aproximada de R\$ 600,00, responsável por sete dependentes ou mais (SOARES; SCHOR, 2013, p. 1041).

Outro estudo avaliou as desigualdades de saúde materna em migrantes em Porto (Portugal) e constatou que a saúde não depende somente do acesso, mas das oportunidades sociais, o que indica que ações de saúde pública devem fornecer o mesmo padrão de atendimento independente da cidade ou país de origem da paciente (ALMEIDA, 2014). Já um

artigo de 2011, analisou a recorrência da gravidez em adolescentes e pode constatar que os indicadores socioeconômicos baixam muito se comparados com a primeira gestação, sugerindo a implementação de políticas sociais que possibilitem melhores condições para essas mães (SILVA et al., 2011).

Ainda dentro dessa categoria, nove (9) trabalhos abordam outras questões relacionadas à saúde. Um exemplo disso é o artigo que analisou Grupos residentes em locais sem vulnerabilidade social, com Grupos residentes em localidades de média e alta vulnerabilidade de acordo com dados da Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (BARATA et al., 2011). Os resultados evidenciaram que o grau de felicidade é a variável de maior relação com o estado de saúde. Outro estudo evidenciou a necessidade de ações para auxílio de mulheres nordestinas queimadas por álcool que as faz serem rejeitadas socialmente (ARRUDA; BRAIDE; NATIONS, 2014). Já um estudo sobre a prevalência de parasitos intestinais na comunidade indígena Maxakali que vive em situação vulnerável, chamou a atenção para ações governamentais sobre essa população (ASSIS et al., 2013).

Dois estudos abordam questões do acesso à saúde e do diálogo com a população que vive em locais de vulnerabilidade social. O primeiro deles aborda a ampliação do acesso à saúde, através do Programa Mais Médicos, na região mais vulnerável do estado de São Paulo: o Vale do Ribeira (SILVA et al., 2016). Com a avaliação do acesso à saúde, os autores constaram que houve um aumento no número de consultas de crianças menores de um ano, adultos e idosos, pessoas com DST/AIDS e atendimento em Grupos. O que os autores esperam é que a médio prazo ocorra uma redução no número de internações, principalmente por se tratar de uma zona de alta vulnerabilidade social.

Outro estudo sobre o acesso à saúde descreve e problematiza “questões de operacionalização do trabalho de campo da pesquisa participante, ressaltando dilemas da relação pesquisador e sujeito-colaborador da pesquisa em contexto de atuação da Estratégia Saúde da Família” (MORAES et al., 2017, p. 205). A partir de um Grupo gestor criado para a pesquisa, os gestores e profissionais fizeram observações dos participantes englobando aspectos culturais, históricos, políticos e a organização do trabalho em saúde em locais de vulnerabilidade social. O diálogo estabelecido contribuiu para o entendimento de determinadas problemáticas sociais.

Um dos trabalhos analisou a relação entre as taxas de homicídios, os índices de vulnerabilidade social e de qualidade de vida urbana (TAVARES et al., 2016). Os resultados mostraram que a maioria dos óbitos ocorrem com homens de 15 a 24 anos, pretos/pardos, com ensino médio e solteiros. O estudo também mostrou que a distribuição das taxas de

homicídios é aleatória, ou seja, não há correlação espacial, entretanto, mostrou uma relação não só teórica, mas empírica sobre a associação entre vulnerabilidade social e homicídios.

A relação entre o envelhecimento da população e a necessidade dos cuidados no processo de morte são abordados por Combinato e Martin (2017). As autoras afirmam que a morte, muitas vezes, está relacionada ao contexto de vida, tais como suas relações como problemas sociais, como falta de acesso à serviços, econômicos e a forma como viviam. As autoras ressaltam “que as necessidades dos pacientes e familiares não são restritas ao momento de vida (proximidade da morte), mas referem-se, também, às condições de vulnerabilidade social” (COMBINATO; MARTIN, 2017, p. 1).

O trabalho de Poblacion et al. (2014) estudou a alimentação de crianças menores de cinco anos e constataram que cerca de 30,7% da insegurança alimentar moderada e grave estão concentradas nas regiões Norte e Nordeste e 34% nas classes econômicas D e E (POBLACION et al., 2014). Já o estudo de Palma e Mattos (2001) discutiu que existe uma visão reducionista e determinística sobre o discurso da saúde pública, o que faz com que seja interpretada como uma relação causal, sem levar em consideração aspectos referentes ao histórico do paciente (PALMA; MATTOS, 2001). Esses autores ainda argumentaram que os mais susceptíveis às interpretações errôneas sobre a saúde são as populações que vivem em situação vulnerável.

Outro trabalho que também aborda questões da alimentação é intitulado *Insegurança alimentar e estado nutricional entre indivíduos em situação de vulnerabilidade social no Brasil* (GODOY et al., 2017, p. 607). Esse estudo investigou a associação entre a insegurança alimentar e os indicadores antropométricos, entre os indivíduos beneficiários do programa *Restaurantes Populares*. Os resultados mostraram que esses usuários apresentam sobrepeso e alta percentagem de gordura corporal, o que indica que ações educacional e de saúde devem ser implementadas nas comunidades carentes e que são beneficiadas por este programa.

O artigo de Neves-Silva e Heller (2016) traz a discussão do direito à água e ao esgotamento sanitário como forma de promover a saúde às populações vulneráveis. Os autores afirmam que a promoção à saúde é fundamentada em fatores sociais que se alinham aos direitos humanos, como responsabilidade, participação e que não devem sofrer discriminação, pois, é um direito humano e essencial. Ainda assim, discutem que o acesso a esses serviços é dever do Estado e que não devem ser considerados como um ato de caridade para as populações mais vulneráveis, que já tem, muitas vezes, seus direitos violados.

Os quatro (4) últimos artigos dessa extensa categoria abordam questões sobre o meio ambiente e desastres naturais. Cartier et al. (2009) mostraram através de dados socioeconômicos, demográficos e de infraestrutura sobre o município de Botafogo (RJ) que

existe uma relação entre o risco ambiental e a vulnerabilidade social. Quanto pior o índice socioeconômico, mais próximas às indústrias estão localizadas as moradias (CARTIER et al., 2009). O trabalho de Habermann et al. (2014) analisou a exposição à poluentes e constatou que quanto melhor o índice socioeconômico, mais exposto à poluição atmosférica estão as pessoas (HABERMANN et al., 2014). Já o estudo de Freire, Bonfim e Natenzon (2014) analisou as populações afetadas por inundações em Alagoas e constatou que a vulnerabilidade social vai muito mais além de condições precárias de vida e, sim se estabelece como um ciclo vicioso de pobreza naqueles indivíduos que não evidenciam possibilidades de mudança (FREIRE; BONFIM; NATENZON, 2014).

Ferreira e Júnior (2016) abordam em seu trabalho a expansão do agronegócio no semiárido cearense e suas implicações nas relações com a saúde, o trabalho e o ambiente. Os autores puderam constatar que houve um crescimento econômico no país com a expansão da agricultura e seu uso com agrotóxicos, o que fez com que ocorresse um aumento no número de intoxicações, o surgimento de trabalho com condições insalubres e de conflitos territoriais, o que contribui para tornar a população mais vulnerável social.

2.2 METODOLOGIA DE COLETA DOS DADOS

A metodologia de coleta de dados escolhida para essa pesquisa foi o modelo experimental *Solomon Four – Group Design*, também conhecido como *Metodologia de Solomon, Plano Solomon de quatro Grupos* (JESUÍNO, 1989) ou simplesmente *Four – Group Design* (SOLOMON; LESSAC, 1968). Esse modelo consiste em avaliar os Grupos de tratamento e de controle antes e depois da intervenção.

O modelo experimental Solomon Four – Group Design (Figura 13) é um plano experimental puro, ou seja, há o controle das variáveis que condicionam a validade interna da pesquisa. Além disso, é caracterizado pela presença de dois Grupos controle e dois Grupos experimentais adicionais. Embora complexa, a estrutura dessa metodologia combate não só as variáveis que podem interferir na validade interna da pesquisa, mas também qualquer dificuldade relacionada aos pré-testes e pós-testes. Vale ressaltar que, a seleção dos sujeitos se dá de forma aleatória (Grupos randomizados).

Figura 13 – Modelo experimental Solomon Four – Group Design

Grupo Randomizado	Pré-teste	Tratamento	Pós-teste
Grupo A	●	●	●
Grupo B	●		●
Grupo C		●	●
Grupo D			●

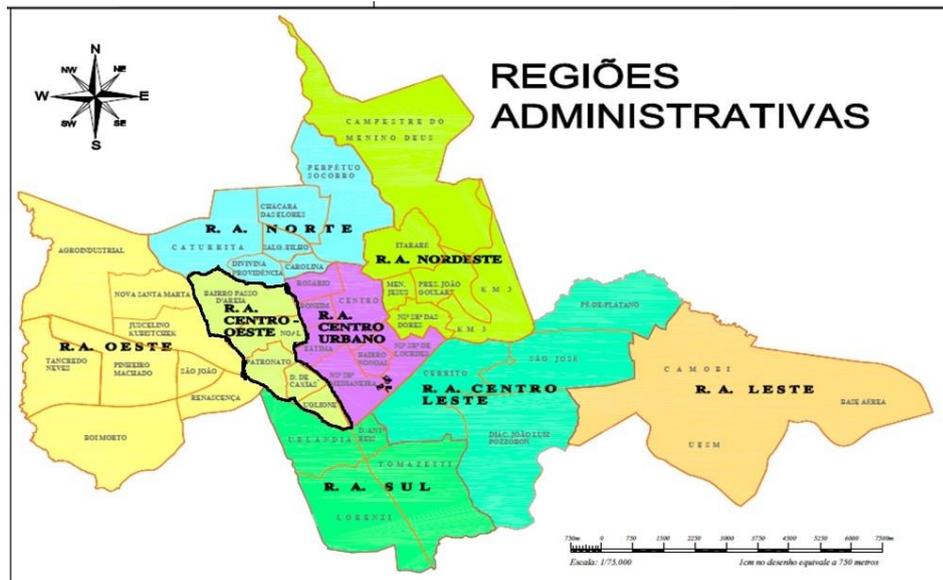
Na Figura 13 é possível observar que os Grupos controle, ou seja, aqueles que não receberam a intervenção baseada no MCH, são os Grupos B e D, já os Grupos A e C são os Grupos experimentais. Outras características que podem ser percebidas é que o pré-teste é aplicado a somente dois Grupos. Já os pós-testes são aplicados a todos os Grupos. Dos Grupos que receberam pós-testes, apenas um recebe o tratamento ou a nova intervenção, que reaparece num Grupo que não recebeu pós-teste.

A metodologia de Solomon apresenta vantagens e desvantagens em seu uso. A vantagem em usar essa metodologia consiste no controle sobre as variáveis que condicionam a validade interna, reduzindo as influências das variáveis que podem interferir na pesquisa. Por outro lado, a desvantagem encontra-se no fato de demandar tempo para que cada etapa seja implementada e na complexidade de sua análise, o que muitas vezes exige uma organização até mesmo antes do início de cursos de pós-graduação.

2.3 A ESCOLA E O PERFIL DOS PARTICIPANTES DA PESQUISA

A escola estadual a qual a pesquisa foi implementada está localizada na região administrativa centro-oeste de Santa Maria. Nas proximidades da escola, e de onde a maioria dos alunos são oriundos, estão as Vilas Lídia, Arco-Íris, Renascença e Natal que correspondem às regiões oeste e centro-oeste (destacada no mapa em cor preta) de Santa Maria (Figura 14). Essas localidades são caracterizadas pela vulnerabilidade social, onde a maioria dos moradores dependem de benefícios do governo federal e desempenham atividades de cunho informal.

Figura 14 – Mapa das regiões administrativas de Santa Maria - RS



Fonte: Prefeitura Municipal de Santa Maria.

Em entrevista com a equipe diretiva e coordenadores pedagógicos, foi possível constatar que para a construção e adequação do Projeto Político e Pedagógico vigente, foi implementada junto à comunidade escolar um questionário, onde pode-se constatar aspectos referentes ao meio onde os estudantes vivem. Os resultados do questionário mostraram que, embora a maior parte das famílias vivam em situação socioeconômica desfavorável, existe uma pequena parcela que desempenha atividades assalariadas, como as da construção civil, serviços gerais, entre outras, à qual contribui para uma situação mais favorável. Isso explica o fato de muitos estudantes trabalharem em turno inverso para ajudar nas despesas de casa ou participar de cursos profissionalizantes, também proporcionados por programas do governo Federal.

Outro dado bastante pertinente foi o fato de muitas famílias serem lideradas pelas mães, tendo os filhos mais velhos, a responsabilidade de cuidar dos irmãos menores, além de trabalhar. Além disso, um elemento alarmante detectado foi que muitos dos estudantes sofrem violência doméstica e estão suscetíveis ao uso de drogas, tendo em vista que muitos dos seus familiares são usuários. Por último, outro dado destacável, é que cerca de 10% dos familiares têm o ensino médio completo, muitos não são alfabetizados e um número muito pequeno têm ensino superior (vale ressaltar que o Projeto Político e Pedagógico não apresenta todos os números/resultados dos questionários, apenas uma breve descrição).

A escola possui oitocentos e onze alunos distribuídos entre o Ensino Fundamental, no turno da tarde e o Ensino Médio Politécnico, no turno da manhã. A equipe da escola conta

com cinquenta e dois (52) professores e dezessete (17) funcionários. O Ensino Médio Politécnico está organizado três em (3) anos, totalizando três mil (3000) horas-aula, sendo que cada ano tem duzentos (200) dias letivos.

Com relação à estrutura física da escola, alguns ambientes encontram-se em bom estado de conservação, entretanto outros precisam de reparos. Além de dezesseis (16) salas de aula; a escola conta com uma área verde onde são realizadas trilhas com os estudantes, por onde conhecimentos geralmente trabalhados em sala de aula podem ser praticados na própria área da escola. Além disso, a escola possui sala de vídeo, sala de leitura, laboratório de informática com doze (12) computadores e acesso à rede, ginásio de esportes, biblioteca, refeitório, pracinha, área coberta, sala de artes, sala de reunião, quadras de areia e laboratório de ciências.

O laboratório de ciências é um dos espaços da escola que mais precisam de reparos. Certa vez, o ambiente serviu como residência do zelador da escola, já que os materiais estavam encaixotados e não eram utilizados por nenhum dos professores da escola. Em um mutirão realizado em 2013, após a sala ser desocupada, os professores e alguns alunos selecionaram os materiais que podiam ser utilizados e que não representavam riscos à saúde, visto que ficaram por mais de dez (10) anos sem a intervenção de ninguém.

Do laboratório praticamente, restou a sala, a bancada para a realização dos experimentos e uma vasta vidraria de química, que apenas foi utilizada em experimentos alguns meses depois, quando alguns reagentes foram adquiridos pela escola. Entretanto, não foi possível a aquisição de materiais para as atividades de Física, pois a verba destinada à compra de materiais para esse fim foi insuficiente.

2.4 PROCEDIMENTOS DE COLETA DOS DADOS

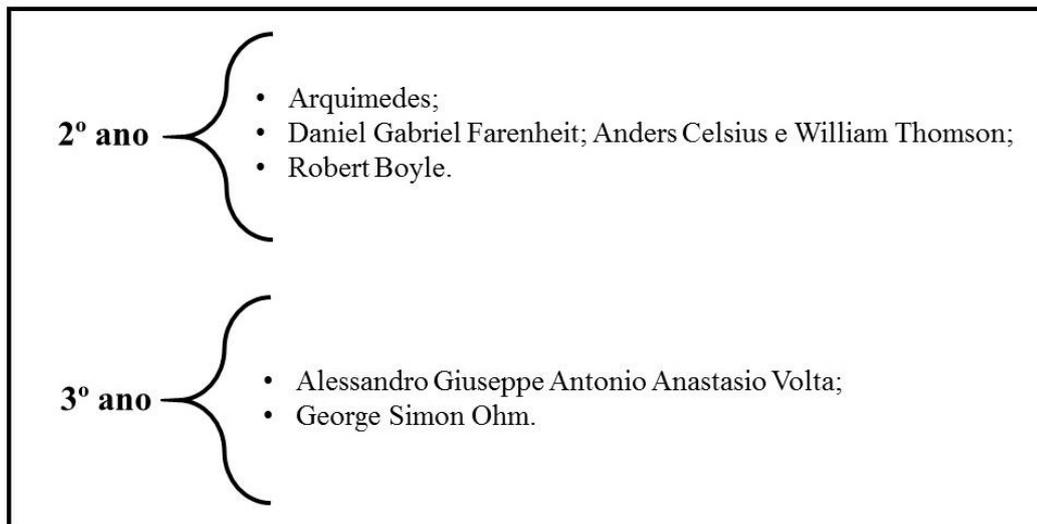
A coleta dos dados iniciou em 2013 e finalizou no ano de 2016, seguindo a metodologia de Solomon. A amostra de alunos será descrita para cada atividade no capítulo 3. Os participantes da pesquisa são alunos dos segundos e terceiros anos do Ensino Médio Politécnico de uma escola da rede pública de Santa Maria, Rio Grande do Sul, cuja faixa etária está compreendida entre 15 e 18 anos. Vale ressaltar também que, durante a coleta dos dados fui a única professora de Física da escola, onde, então, os estudantes conviveram comigo durante todo o ensino médio.

A intervenção baseada no MCH contou com um protocolo bem definido e fundamentado na metodologia de coleta de dados de Solomon, como descrito a seguir:

1. Pré-testes constituídos de duas questões com situações cotidianas, que servirão para a verificação de capacidades de raciocínio lógico e conhecimentos prévios dos estudantes.
2. A intervenção será composta de texto sobre a vida, carreira, contexto histórico e social e experimentos cruciais de cientistas escolhidos de acordo com conceitos fundamentais estudados por eles. Além disso, cada intervenção é composta pela explanação dos conceitos, conceitos, exemplos, problemas e por uma atividade prática, com roteiro, relacionada ao cientista estudado.
3. O pós-teste de cada cientista é composto de cinco questões de múltipla escolha.

A seguir, no esquema da figura 15 é possível ver a lista com os nomes dos cientistas trabalhados segundo o MCH. Quando há mais de um cientista em uma mesma linha, há a indicação de todos eles tiveram uma importante contribuição para o mesmo estudo.

Figura 15 – Listagem com os nomes dos cientistas trabalhados segundo o MCH



Além do protocolo seguido conforme descrito anteriormente, também foram empregados questionários e outras atividades com o objetivo de obter mais informações sobre a aprendizagem dos estudantes. Uma das atividades intitulada *O que faz um cientista?*, objetivou a investigação sobre as visões deformadas da ciência e a desconstrução delas. Mais detalhes dessas investigações serão descritos na próxima seção.

Todos os estudantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido para que suas informações pudessem ser utilizadas posteriormente nessa tese e em publicações relacionadas a ela, conforme modelo apresentado no APÊNDICE A.

Vale ressaltar que, cada uma das aulas que compuseram a coleta dos dados foi estruturada pautada no EE, com suas etapas bem definidas que serão descritas na seção 2.5 desse trabalho.

2.5 PROPOSTA METODOLÓGICA DA GESTÃO DOS APRENDIZADOS

Conforme a figura 7 (p. 42), o modelo PIC do Ensino Explícito (GAUTHIER; BISSONNETE; RICHARD, 2014) consiste em três etapas: a preparação (P), a interação (I) e a consolidação (C). Antes do próximo capítulo que é a apresentação das atividades, para o 2º e outra para o 3º ano do ensino médio politécnico, será esclarecida cada etapa do modelo PIC.

2.5.1 Atividades para o 2º ano do ensino médio

As atividades do 2º ano são intituladas Arquimedes; Daniel Gabriel Fahrenheit, Anders Celsius e William Thomson; e Robert Boyle.

a) Preparação

1. Objetivos de aprendizado:

- Ao final da atividade o aluno deverá ser capaz de compreender o Princípio de Arquimedes e as condições de flutuação de um corpo a partir da vida e obra de Arquimedes;
- Ao final da atividade o aluno deverá ser capaz de compreender os conceitos de temperatura e calor, entender as escalas termométricas e a absorção de energia térmica a partir da vida e obra de Daniel Gabriel Fahrenheit, Anders Celsius e William Thomson;
- Ao final da atividade o aluno deverá ser capaz de compreender a Lei da Transformação Isotérmica, analisar graficamente a curva isoterma a partir da vida e obra de Robert Boyle.

2. Ideias mestras:

- Analisar o raciocínio de Arquimedes sobre as condições de flutuação de um corpo, aplicando-as à diversas situações;
- Analisar o raciocínio de Daniel Gabriel Fahrenheit, Anders Celsius e William Thomson sobre a temperatura e suas medidas, aplicando-as à diversas situações;
- Analisar o raciocínio de Robert Boyle com relação à transformação isotérmica e aplicá-los em diversas situações.

3. Determinar os conhecimentos prévios sobre os conceitos: aplicação de pré-teste discursivo. As turmas que não receberam pré-testes têm os conhecimentos prévios detectados a partir das falas dos estudantes.

4. Integração entre os conhecimentos: contexto histórico da época da descoberta do empuxo/temperatura e calor/transformação isotérmica e contribuições de outros cientistas.

5. Estratégias cognitivas: leitura do texto sobre a vida dos cientistas (APÊNDICES B ao F) individualmente e em Grupo, realização da atividade experimental em Grupo com divisão de tarefas. Nas turmas que não receberam essa intervenção baseada no MCH, as estratégias cognitivas foram relacionadas a exemplos e esquemas orais e escritos.

6. Mecanismos de apoio ao aprendizado: mediação nas fases em Grupos e individualmente na realização dos exercícios durante a fase dos conteúdos.

7. Verificação do alinhamento curricular: ideias mestras coerentes com os PCN+ (BRASIL, 2002).

8. Roteiro da aula: aplicação de pré-testes; intervenção composta pela explanação dos conceitos, exemplos, problemas e por uma atividade prática, com roteiro, relacionada ao cientista estudado; pós-teste de cada cientista é composto de cinco questões de múltipla escolha. As turmas que não receberam os pré-testes e a intervenção tiveram o roteiro de aula baseado na explanação dos conceitos, exemplos e problemas.

b) Interação:

1. Maximizar o tempo de aprendizado em sala de aula: 10% apresentação de situações contextualizadoras do conteúdo, 20% explanação do conteúdo, 40% tempo de aprendizagem individual, 30% mediação.

2. Garantir uma taxa de sucesso elevada: verificação de que a aprendizagem está ocorrendo através de atividades menores.

3. Cobrir a matéria a apresentar aos alunos: apresentar a quantidade de conteúdos definidas nas ideias mestras.

4. Agrupamentos: as atividades em Grupo são de escolhas dos próprios estudantes, respeitando as diversidades.

5. Dar apoio ao aprendizado (*scaffolding*): fazer com os próprios alunos recordem a cada etapa o que viram.

6. Levar em conta diferentes formas de conhecimento: adequar os exemplos dos alunos que são relacionados aos conteúdos,

7. Utilizar linguagem clara e precisa: empregar instruções claras e com linguagem adaptada ao público.

8. Verificar a compreensão: verificar a compreensão dos estudantes a cada etapa no processo de aprendizagem.

9. Explicar, ilustrar através de modelagens, demonstrar: descrever os fenômenos em terceira pessoa (conhecidos como conhecimentos declarativos, que são as informações a respeito de fatos, conceitos, etc.); explicitar as estratégias, processos e etapas em segunda pessoa (conhecimentos procedurais); explicar em primeira pessoa a modelagem que utiliza para resolver um problema, entender um texto ou o enunciado de um exercício.

10. Manter o ritmo constante: aproveitar o tempo disponível para fazer a aula avançar.

11. Diferenciar de outra forma: estabelecer outras estratégias de ensino para os estudantes que não estão conseguindo acompanhar o ritmo da aula.

c) Consolidação

1. Deveres de casa: problemas e textos complementares.

2. Revisões cotidianas: retomada a cada aula dos conceitos e demais atividades das aulas anteriores.

3. Avaliar a transferência dos aprendizados: aplicação do pós-teste; aplicação de exercício mediado para verificação de aprendizagem para os estudantes que não receberam a intervenção baseada no MCH.

2.5.2 Atividades para o 3º ano do ensino médio

As atividades do 3º ano são intituladas Alessandro Giuseppe Antonio Anastasio Volta e George Simon Ohm.

a) Preparação

1. Objetivos de aprendizado:

- Ao final da atividade o aluno deverá ser capaz compreender a Lei geral dos Geradores, a construção da pilha a partir da vida e obra de Alessandro Giuseppe Antonio Anastasio Volta;
- Ao final da atividade o aluno deverá ser capaz de compreender as Leis de Ohm, a associação dos resistores e o efeito Joule a partir da vida e obra de George Simon Ohm.

2. Ideias mestras:

- Analisar o raciocínio de Alessandro Giuseppe Antonio Anastasio Volta com relação aos geradores e aplicá-los em diversas situações.
- Analisar o raciocínio de George Simon Ohm sobre as relações entre resistência elétrica, corrente elétrica e voltagem e aplicá-los em diversas situações.

3. Determinar os conhecimentos prévios: aplicação de pré-teste discursivo. As turmas que não receberam pré-testes têm os conhecimentos prévios detectados a partir das falas dos estudantes.

4. Integração entre os conhecimentos: contexto histórico da época da descoberta dos geradores/leis de Ohm e contribuições de outros cientistas.

5. Estratégias cognitivas: leitura do texto individualmente e em Grupo, realização da atividade experimental em Grupo com divisão de tarefas. Nas turmas que não receberam essa intervenção baseada no MCH, as estratégias cognitivas foram relacionadas a exemplos e esquemas orais e escritos.

6. Mecanismos de apoio ao aprendizado: mediação nas fases em Grupos e individualmente na realização dos exercícios durante a fase dos conteúdos.

7. Verificação do alinhamento curricular: ideias mestras coerentes com os PCN+ (BRASIL, 2002).

8. Roteiro da aula: aplicação de pré-testes; intervenção composta pela explanação dos conceitos, exemplos, problemas e por uma atividade prática, com roteiro, relacionada ao cientista estudado; pós-teste de cada cientista é composto de cinco questões de múltipla escolha. As turmas que não receberam os pré-testes e a intervenção tiveram o roteiro de aula baseado na explanação dos conceitos, exemplos e problemas.

b) Interação:

1. Maximizar o tempo de aprendizado em sala de aula: 10% apresentação de situações contextualizadoras do conteúdo, 20% explanação do conteúdo, 40% tempo de aprendizagem individual, 30% mediação.

2. Garantir uma taxa de sucesso elevada: verificação de que a aprendizagem está ocorrendo através de atividades menores.

3. Cobrir a matéria a apresentar aos alunos: apresentar a quantidade de conteúdos definidas nas ideias mestras.

4. Agrupamentos: as atividades em Grupo são de escolhas dos próprios estudantes, respeitando as diversidades.

5. Dar apoio ao aprendizado (*scaffolding*): fazer com os próprios alunos recordem a cada etapa o que viram.

6. Levar em conta diferentes formas de conhecimento: adequar os exemplos dos alunos que são relacionados aos conteúdos,

7. Utilizar linguagem clara e precisa: empregar instruções claras e com linguagem adaptada ao público.

8. Verificar a compreensão: verificar a compreensão dos estudantes a cada etapa no processo de aprendizagem.

9. Explicar, ilustrar através de modelagens, demonstrar: descrever os fenômenos em terceira pessoa (conhecidos como conhecimentos declarativos, que são as informações a respeito de fatos, conceitos, etc.); explicitar as estratégias, processos e etapas em segunda pessoa (conhecimentos procedurais); explicar em primeira pessoa a modelagem que utiliza para resolver um problema, entender um texto ou o enunciado de um exercício.

10. Manter o ritmo constante: aproveitar o tempo disponível para fazer a aula avançar.

11. Diferenciar de outra forma: estabelecer outras estratégias de ensino para os estudantes que não estão conseguindo acompanhar o ritmo da aula.

c) Consolidação

1. Deveres de casa: problemas e textos complementares.

2. Revisões cotidianas: retomada a cada aula dos conceitos e demais atividades das aulas anteriores.

4. Avaliar a transferência dos aprendizados: aplicação do pós-teste; aplicação de exercício mediado para verificação de aprendizagem para os estudantes que não receberam a intervenção baseada no MCH.

3 OS RESULTADOS E SUAS ANÁLISES

A seguir serão descritas e analisadas cinco implementações baseadas no MCH, um questionário sobre os interesses pela disciplina de Física, um questionário sobre a qualidade de vida e uma atividade objetivando superação das visões deformadas sobre a ciência, discutidas no capítulo 1.

Para análise qualitativa dos pré-testes foi utilizada uma proposta adaptada de Iachel (2011), onde siglas correspondem a tipos de respostas. Essa é uma forma de estabelecer categorias que posteriormente servirão para uma análise mais detalhada (CAUDURO; LÜDKE, 2015). As siglas, seus significados e características, podem ser vistos no Quadro 4.

Quadro 4 – Características das siglas utilizadas para análise qualitativa dos pré-testes.

Sigla	Significado	Características	Nota
SR	Sem resposta	Inexistência de resposta para análise.	0
CNC	Conhecimento não condizente	A resposta não está de acordo com o que foi perguntado.	1-3
CPC	Conhecimento parcialmente condizente	“O conhecimento prévio é parcialmente científico, ou seja, a resposta evidencia pequenas noções que explicariam a situação descrita”. (CAUDURO; LÜDKE, 2015, p. 161)	4-7
CC	Conhecimento condizente	A resposta está de acordo com o que foi perguntado.	8-10

No Quadro 4 também pode ser observada a última coluna que indica uma nota atribuída para as respostas. Essas notas têm um intervalo que variam de acordo com a qualidade da resposta dada, como sua forma e conteúdo de explicação. Essas notas foram utilizadas para a aplicação do teste da Análise da Variância que será descrito a seguir com o objetivo de verificar se os estudantes ingressaram com conhecimento prévio diferenciado e se isso pode ter influenciado nos resultados dos pós-testes.

Para a análise dos pós-testes e a verificação da existência ou não de efeitos provocados pelo tratamento com MCH foi utilizado o pacote SPSS (Statistical Package for Social Sciences) versão 18 (BISQUERRA; SARRIERA; MARTÍNEZ, 2004). Para tanto, os seguintes testes foram implementados:

- Análise descritiva das avaliações: avaliação do número de participantes, média, desvio padrão, máximo e mínimo;
- Aplicação da prova de Levene: é indicada para a verificação da possibilidade ou não da aplicação de um teste paramétrico a partir do grau de significação p . Se o valor p for menor que 0,05 (valor definido pelo programa, mas que também pode variar e ser 0,01) é um indicativo de que as variâncias são heterogêneas e que não se pode aplicar um teste ANOVA (análise da variância) para a verificação dos efeitos sobre a amostra. Nesse caso, dizemos que a amostra apresenta *heterocedasticidade*. Se p for maior que 0,05 pode-se aplicar o teste ANOVA. Se p for menor que 0,05, mas as amostras forem aproximadamente iguais, podemos aplicar o teste ANOVA pela exceção apresentada por Callegari-Jacques (2003), que afirma que podemos obter “resultados confiáveis mesmo com considerável heterocedasticidade” (CALLEGARI-JACQUES, 2003, p. 157).
- Aplicação do teste ANOVA (Análise da Variância) de uma (1) via: utilizado para a comparação das médias dos Grupos envolvidos, para a verificação da existência de diferenças significativas ou não entre os Grupos testados.

Além disso, para verificar o desenvolvimento dos estudantes em cada turma foi utilizada a Taxonomia de Bloom. A Taxonomia de Bloom é um instrumento de apoio ao planejamento didático-pedagógico que visa auxiliar na identificação e elaboração dos objetivos relacionados ao processo educacional (FERRAZ; BELHOT, 2010). Os objetivos educacionais segundo Bloom et al. (1972) “devem dar direção ao processo de aprendizagem e determinar a natureza dos dados que devem ser usados na avaliação dos efeitos das experiências de aprendizagem” (p. 2).

A Taxonomia de Bloom apresenta três domínios de desenvolvimento: cognitivo, afetivo e psicomotor. O primeiro domínio “inclui aqueles objetivos vinculados à memória ou reconhecimento e ao desenvolvimento de capacidades e habilidades intelectuais (BLOOM et al., 1979, p. 6). O segundo domínio “inclui objetivos que descrevem mudanças de interesse, atitudes e valores e o desenvolvimento de apreciações e ajustamento adequado” (BLOOM et al., 1979, p. 6). Já o domínio psicomotor refere-se a “habilidades físicas específicas” (FERRAZ; BELHOT; 2010, p. 423).

O *domínio cognitivo* é dividido em seis categorias hierárquicas como pode ser observado na Figura 16. Essas categorias além de se apresentarem como uma organização dos processos cognitivos, representa os resultados de aprendizagem esperados (FERRAZ; BELHOT, 2010).

Figura 16 – Categorias do domínio cognitivo da Taxonomia de Bloom



À essas categorias são associadas verbos que sustentam o propósito a qual foram criadas. A seguir, a descrição de cada uma das categorias do domínio cognitivo.

- a) *Conhecimento*: nessa categoria o aluno desenvolve as habilidades de especificar, lembrar, relembrar, reconhecer, identificar, coletar, listar, classificar, memorizar e distinguir conteúdos, informações, fatos, ideias e princípios (FERRAZ; BELHOT; 2010).
- b) *Compreensão*: o estudante consegue compreender e interpretar as informações recebidas (ARAÚJO et al., 2013; BLOOM et al., 1979). Pode-se perceber isso, quando o aluno consegue definir, descrever, explicar, resumir, prever e resolver situações relacionadas aos conteúdos estudados.
- c) *Aplicação*: nessa categoria é observável a “habilidade de usar informações, métodos e conteúdos aprendidos em novas situações concretas. Isso pode incluir aplicações de regras, métodos, modelos, conceitos, princípios, leis e teorias” (FERRAZ; BELHOT, 2010, p. 426). Os verbos associados a essa categoria incluem desenvolver, demonstrar, manipular, aplicar, resolver e modificar.
- d) *Análise*: está relacionada a capacidade de dividir o conteúdo em partes e identificar as relações entre elas (FERRAZ; BELHOT, 2010). Além disso, o estudante consegue classificar, comparar, deduzir, diferenciar, experimentar e questionar.
- e) *Síntese*: definida como “Habilidade de agregar e juntar partes com a finalidade de criar um novo todo” (FERRAZ; BELHOT, 2010, p. 426). É nessa categoria que pode ser identificada a categorização, compilação, construção, criação e projeção dos conteúdos abordados.

f) *Avaliação*: nessa categoria o aluno avalia o material de acordo com critérios como, por exemplo, sua relevância e organização (FERRAZ; BELHOT, 2010; BLOOM et al., 1979), sendo observados suas capacidades de justificar, escrever, resumir e relatar (FERRAZ; BELHOT; 2010).

O *domínio afetivo* da Taxonomia de Bloom é dividido em cinco categorias como pode ser observado na Figura 17. Esse domínio está associado a mudanças de comportamento e ao desenvolvimento de hábitos observáveis.

Figura 17 – Categorias do domínio afetivo da Taxonomia de Bloom



A seguir a descrição de cada uma das categorias do Domínio Afetivo.

a) *Acolhimento*: nessa categoria “estamos interessados em que aquele que aprende seja sensibilizado pela existência de certos fenômenos e estímulos, isto é, que esteja disposto a acolhê-los ou a eles prestar a atenção” (BLOOM et al., 1972, p. 97). Os verbos associados a essa categoria são ouvir, atender, aceitar, receber e favorecer. Alguns autores também se referem a essa categoria como *recepção ou receptividade* (FERRAZ; BELHOT, 2010).

b) *Resposta*: “Esta ação vai desde a simples obediência a determinações explícitas, até à iniciativa na qual se possa observar alguma expressão de satisfação por parte do estudante” (FONSECA; FONSECA, 2016, p. 61). O aluno reage aos estímulos recebidos, podendo ser observado com respostas, especificações, desenvolvimento, complementações e escrita.

c) *Valorização*: nessa categoria o comportamento do aluno demonstra que o que foi ensinado foi internalizado por ele (FONSECA; FONSECA, 2016). “Distingue-se do nível de resposta, pela consistência (não são esporádicos), persistência (prolongam-se para além do

período em que são ensinados) e pela persuasão (o aluno procura convencer outras pessoas da importância do valor) (FONSECA; FONSECA, 2016, p. 61). Os verbos associados a essa classe são aceitar, reconhecer, influenciar, indicar e participar.

d) *Organização*: os estímulos recebidos pelos estudantes são acomodados dentro do seu próprio padrão de referência o que faz com que surjam inter-relações entre eles, construindo, dessa forma, um novo sistema de valores (BLOOM et al., 1972). Os verbos associados a essa categoria são organizar, relacionar, julgar, associar e selecionar.

e) *Caracterização*: “O processo de internalização atinge o ponto em que o estudante passa a ser identificado pela sua comunidade como um símbolo ou representante do valor que ele incorporou” (FONSECA; FONSECA, 2016, p. 61). É possível observar esse comportamento quando o aluno revisa, modifica, aceita e julga.

O *domínio psicomotor* da Taxonomia de Bloom está associado ao desenvolvimento de habilidades motoras ou de manipulação. É dividido em cinco categorias como pode ser observado na Figura 18.

Figura 18 – Categorias do domínio psicomotor da Taxonomia de Bloom



A seguir a descrição de cada uma das categorias do Domínio Psicomotor da Taxonomia de Bloom.

a) *Imitação*: o estudante observa uma ação/situação dada pelo professor e a repete. Os verbos associados a essa categoria são imitar, reproduzir e repetir.

- b) *Manipulação*: nessa categoria o aluno realiza uma ação por meio de instruções que não necessariamente precisão ser observadas por ele (FONSECA; FONSECA, 2016). Nessa etapa o estudante é capaz de confeccionar, elaborar, construir, manejar e desenhar.
- c) *Precisão*: o estudante consegue reproduzir a ação/situação dada com um grau de exatidão maior. Os verbos associados estão relacionados ao manejo, reprodução e gestos.
- d) *Articulação*: “O estudante coordena uma série de ações, por intermédio do estabelecimento de uma sequência apropriada” (FONSECA; FONSECA, 2016, p. 60). É possível observar também que o estudante combina as habilidades aprendidas para a resolução de situações reais. Os verbos associados são adaptar, construir, combinar, formular e solucionar.
- e) *Naturalização*: o estudante fica mais independente a medida que adquire habilidades manipulativas e tarefas práticas. Os verbos relacionados são exibir, demonstrar, administrar, identificar (problemas em outras situações) e inventar.

Para a avaliação das categorias de cada domínio da Taxonomia de Bloom foi construída uma escala de nível de êxito. O valor mais alto corresponde a cinco sinais positivos (+).

3.1 ATIVIDADE PARA O 2º ANO: ARQUIMEDES

3.1.1 O pré-teste

O material para a atividade sobre Arquimedes encontra-se em APÊNDICE B. Seguindo o desenho da Metodologia de Solomon, os Grupos que receberam os pré-testes foram os Grupos A e B que, respectivamente, tiveram a participação de quarenta e quatro (44) e trinta e dois (32) estudantes.

A implementação ocorreu entre 2013 e 2014. Os resultados para a questão 1 do pré-teste, “*Por que uma pessoa com colete salva-vidas consegue flutuar com mais facilidade que uma sem?*”, para o Grupo A está no Quadro 5.

Quadro 5 – Análise dos pré-testes do Grupo A para a questão 1

Tipo de Resposta	Alguns Exemplos	Número de alunos
SR	-	1
CNC	“Porque com o peso da pessoa com o colete tente a afundar”.	2
CPC	“Porque o colete salva-vidas tem ar dentro dele e outros tem esponja”. “Por cause que o ar do colete faz diminuir o peso da pessoa”. “Porque é mais leve”.	7
CC	“Porque o corpo está imerso e por causa do volume que aumenta e diminui a densidade”. “Porque o colete de <i>salva-vida</i> tem ar e o ar tem o objetivo de <i>fica</i> em cima fazendo que o colete boie”. “Porque dentro do colete tem ar e o ar dentro do colete é maior que a força da água”.	34

A partir do Quadro 5 é possível observar que 77% dos estudantes foram classificados como CC, onde as respostas apresentadas estão relacionadas com a densidade e volume, o fato do colete conter ar e o surgimento de uma força que o mantém flutuando. Já as respostas com CPC (aproximadamente 16%) são mais simples e relacionam a flutuação com estar mais leve, o que não está errado, mas incompleto.

As classificações e exemplos de respostas para a questão 1 do Grupo B encontra-se no Quadro 6.

Quadro 6 – Análise dos pré-testes do Grupo B para a questão 1

Tipo de Resposta	Alguns Exemplos	Número de alunos
SR	-	-
CNC	“É porque a pressão que o colete passa sobre a água”. “Porque a intensidade da água é maior que o gás”.	7

(continua)

(conclusão)

Tipo de Resposta	Alguns Exemplos	Número de alunos
CPC	“Porque o ar que tem dentro do colete cria uma pressão”. “Porque o colete é algo leve”.	6
CC	“Porque a densidade da água é maior que a densidade do ar”. “Porque o material de que é feito o colete é muito mais leve e o permite flutuar”. “Por ele ter uma porcentagem de ar e por causa da pressão que ele tem dentro da água, assim fazendo que ele flutue”.	19

Para o Grupo B, aproximadamente 59% das respostas foram classificadas como CC e 22% CNC. As respostas com CC apresentam os conceitos de densidade e de pressão, como uma força que empurra o corpo e explicando a flutuação. É possível perceber que as respostas dessa categoria também apresentam a associação com a presença de ar, assim como as respostas classificadas como CPC do Grupo A, entretanto, as explicações do Grupo B foram um pouco mais completas. Já as respostas classificadas como CNC são incompletas e tornam ineficaz sua análise.

As respostas e suas classificações para a questão 2 do pré-teste, “*Por que conseguimos carregar uma pedra ou uma pessoa com mais facilidade dentro do mar do que na areia?*”, para o Grupo A encontra-se no Quadro 7.

Quadro 7 – Análise dos pré-testes do Grupo A para a questão 2

(continua)

Tipo de Resposta	Alguns Exemplos	Número de alunos
SR	-	2
CNC	“Porque a areia é mais pesada e o pé afunda na areia”. “Porque na areia não tem água”.	12
CPC	“Porque a água tira o peso da pedra”. “Porque a pessoa dentro da água fica com o peso mais leve e assim conseguimos carregar com mais facilidade”. “Porque ao carregar uma pessoa dentro do mar a pressão deixa seu corpo mais leve e na areia botamos todo o peso”.	10

(conclusão)

Tipo de Resposta	Alguns Exemplos	Número de alunos
CC	<p>“Pois a força da água nos ajuda pois a pressão <i>pucha</i> para não ficar a pedra no fundo. A agua leva a pedra com sua pressão fazendo não carregarmos muito peso”.</p> <p>“Porque ficamos mais leve dentro d’água, pois a água exerce uma pressão maior que o corpo”.</p> <p>“Porque a água exerce uma pressão maior que o corpo, fica mais leve <i>pq</i> nosso corpo flutua, a agua ameniza o peso”.</p>	20

Em análise ao Quadro 7, aproximadamente 45,5% das respostas dos estudantes foram classificadas como CC e 27% como CNC. As respostas classificadas como CC apresentam a ideia de uma força ou pressão que impede que a pessoa ou pedra afunde, facilitando carregá-la dentro d’água. Já as respostas classificadas como CNC são incoerentes com o que foi perguntado.

Para o Grupo B, algumas respostas e as classificações encontram-se no Quadro 8.

Quadro 8 – Análise dos pré-testes do Grupo B para a questão 2

(continua)

Tipo de Resposta	Alguns Exemplos	Número de alunos
SR	-	-
CNC	<p>“Porque o mar é mais leve”.</p> <p>“Porque a pessoa boia assim ela fica leve”.</p> <p>“A densidade do espaço, seria a água, a massa o peso do objeto e alguma coisa relacionada com a gravidade”.</p>	17
CPC	<p>“A água é mais densa que o ar, sendo assim tudo fica mais leve para o transporte”.</p> <p>“Porque na água o peso diminui”.</p> <p>“Porque na água facilita a locomoção da pessoa ou da pedra, porque quando o objeto <i>ta</i> na água ele perde peso”.</p>	11

(conclusão)

Tipo de Resposta	Alguns Exemplos	Número de alunos
CC	<p>“Porque a água faz um tipo de pressão para que o indivíduo tenha menos peso e flutua na água e <i>ta</i> menos pesado do que a força”.</p> <p>“Por causa do sal do mar, <i>da</i> uma pressão <i>pra</i> cima, mas não tanto quanto o ar”.</p>	4

Para o Grupo B, aproximadamente 53% das respostas foram classificadas como CNC, 34% como CPC e apenas 12,5% como CC. As respostas classificadas como CNC apresentam confusão entre os conceitos. Já as classificadas como CPC apresentam em sua essência o conceito de peso aparente, enquanto que as classificadas como CC são elaboradas em torno do conceito de pressão.

Com esses resultados é possível notar que os estudantes do Grupo A apresentaram melhores resultados para as duas questões, como pode ser visto no Quadro 9. Entretanto, aplicaremos a Prova de Levene para e o teste ANOVA para a verificação estatística dessas diferenças.

Quadro 9 – Resumo de alguns resultados das questões do pré-teste

Grupo	Questão 1	Questão 2
A	77% CC	45,5% CC e 27% CNC
B	59% CC	12,5% CC e 53% CNC

Na Tabela 4 encontram-se os valores da Prova de Levene para a análise quantitativa do pré-teste.

Tabela 4 – Prova da homogeneidade de variâncias – Prova de Levene para os pré-testes da atividade Arquimedes

Estatístico de Levene	df1¹	df2²	Sig.
0,301	1	74	0,585

¹ df1 são os graus de liberdade do numerador.

² df2 são os graus de liberdade do denominador.

Na Tabela 4 é possível observar que o valor de significância $p=0,585$. Como esse valor é maior que 0,05, dizemos que não existe *heterocedasticidade* entre as amostras e podemos aplicar o teste ANOVA. Os resultados desse teste podem ser conferidos na Tabela 5.

Tabela 5 – Resultados ANOVA - análise das variâncias.

	Soma dos quadrados	df ³	Média quadrática	F ⁴	Sig.
InterGrupos	15,793	1	15,793	4,892	0,030
IntraGrupos	238,878	74	3,228		
Total	254,671	75			

O resultado do teste ANOVA evidenciou que foram encontradas variações significativas entre as turmas nos resultados dos pré-testes pois, o valor de significância p foi menor que 0,05. Esse resultado indica que os Grupos ingressaram com conhecimentos prévios diferentes, o que pode ser constatado nas análises feitas anteriormente, que evidenciaram que o Grupo A apresentou melhores resultados para as duas questões. O nível de confiança para a ANOVA referente aos resultados da atividade Arquimedes foi $p < 0,05$ [$F(1, 74) = 4,892$, $p = 0,030$].

3.1.2 O tratamento

Nessa seção, assim como para as demais atividades, será descrita a aplicação do texto com a vida e obra dos cientistas e a atividade prática. As observações pertinentes ao desenvolvimento cognitivo dos estudantes, que ocorrem não somente com a leitura e atividade prática, mas também nas aulas após essa intervenção, serão descritas nas seções intituladas “*A análise da Taxonomia de Bloom*”, feita para cada atividade. A intervenção baseada no MCH foi aplicada, de acordo com o desenho da metodologia de Solomon, para os Grupos A e C em 2013 e 2015. Para ambas as turmas a intervenção com a biografia, contexto histórico, atividade prática, explicação dos conteúdos, exercícios e problemas teve a duração de cerca de três semanas.

Para o Grupo A, primeiramente foi realizada a leitura individual do texto sobre a vida e obra de Arquimedes. Logo após, foi feita a leitura em grande Grupo, onde os estudantes tiraram as dúvidas sobre as palavras desconhecidas, anotando seus conceitos no caderno. Os

³ df são os graus de liberdade.

⁴ F é o teste que analisa se existe relação entre a variável dependente e independente. Esse teste necessita de 1 grau de liberdade no numerador e (n-2) graus de liberdade no denominador.

estudantes perguntaram sobre o termo *quadratura da parábola* e *ourives* que aparecia entre um dos estudos do cientista e em uma das situações que ele se envolveu.

O que mais chamou a atenção dos estudantes foi a história em quadrinhos colocada com o objetivo de explicar de forma lúdica as ideias e experimento de Arquimedes para resolver o problema da coroa do rei Hierão, que suspeitava ter sido enganado pelo ourives que fez sua coroa. O rei convocou Arquimedes e o incumbiu de resolver esse problema pois, achava que o ourives tinha roubado uma parte do ouro fornecido para a confecção da coroa e colocado em seu lugar um pouco de prata, ou seja, ela era uma mistura de dois metais e não de ouro puro. Uma aluna comentou – *“A gente pode ver como ele fez e ver se as nossas alianças são puras. Vou fazer pra ver se não fui enganada!”* – e a turma começou a rir, mas pude ver que com interesse em saber como era o procedimento.

Como eles já haviam lido individualmente a história em quadrinhos, resolvi utilizar alguns objetos que deslocavam diferentes quantidades de água, para fazer uma demonstração dos procedimentos de Arquimedes, enquanto um aluno lia a história em pequenas partes. Arquimedes percebeu, enquanto tomava banho, que cada vez que entrava numa banheira, uma parte da água subia e até mesmo vazava. Ele pensou dessa forma, que se pegasse uma barra de ouro e uma de prata com a mesma massa da coroa do rei e mergulhasse cada uma delas, recolhendo a água que subia, que a coroa devia deslocar a mesma quantidade de água que a barra de ouro deslocou. Se ela fosse de ouro puro, as quantidades de água deveriam ser iguais. Nesse momento, enquanto um aluno lia a história coloquei objetos diferentes em um copo graduado e recolhi a água que os objetos deslocavam, guardando-as em pequenos frascos transparentes.

Para a surpresa de Arquimedes, a coroa deslocou uma quantidade de água que não correspondia nem ao ouro nem à prata, mas a um valor intermediário aos dois. Dessa forma, raciocinou que a coroa era uma mistura de ouro e prata. Os alunos, que estavam próximos à demonstração para ver melhor, apresentavam uma expressão de entendimento que não tinha visto com a leitura individual. Essa observação é válida também para o Grupo C.

Para a realização do experimento, os alunos foram separados em Grupos e dispunham de um pote com água, um dinamômetro, cascalho e um copo graduado. Os estudantes perguntaram o que era um dinamômetro e expliquei que servia para a verificação da massa do cascalho. Pedi que prestassem atenção no valor e na unidade de medida. Na figura 19, pode-se ver a montagem do conjunto.

Figura 19 – Esquema da montagem do experimento sobre Arquimedes



Os estudantes se perderam em alguns passos pois, começaram a fazer sem ler o roteiro. Pedi a eles que voltassem os procedimentos que tinham feito e que começassem novamente, lendo o roteiro e se organizando. Assim o fizeram.

Realizaram as medidas com o cascalho dentro do copo e verificaram que a medida do dinamômetro era diferente quando colocavam o cascalho dentro da água. *“Fica leve né professora?”*, um aluno perguntou. Perguntei a eles se já haviam tentado carregar uma pessoa dentro d’água. *“É muito mais fácil né professora!”* – exclamou outro aluno. *“Mas é mesmo, as pedras têm que ficar mais leve na água.”* – concluiu outro aluno.

Tive de auxiliá-los para a verificação de quanta água foi deslocada. Eles tiveram dificuldade em ver observar no copo graduado, mas ensinei uma das medidas e as outras não precisei mais auxiliar, apenas verificar a pedido dos estudantes pois, estavam um pouco receosos de fazer uma medida equivocada. Mediram também a massa da água deslocada e verificaram que era diferente da massa do cascalho fora d’água. Entretanto, verificaram que os níveis de água deslocada eram os mesmos.

Para o cálculo do peso aparente, os estudantes perguntaram se era *“aquela sensação de ser mais leve e de poder carregar uma pessoa com mais facilidade”*. Respondi que sim e expliquei que como fariam o cálculo, retomando alguns conceitos como o de peso e

explicando o empuxo e sua definição como o peso do fluido deslocado. Realizaram os cálculos e pude perceber que muitas ainda ajudaram seus colegas a fazê-lo.

Para o Grupo C, os procedimentos foram os mesmos: leitura individual e leitura em Grupo com demonstração, relatada anteriormente. Os estudantes tiveram dúvidas nos termos *quadratura da parábola*, *Guerras Púnicas* e *ourives*. Expliquei a eles e anotaram em seus cadernos os conceitos, assim como fez o Grupo A.

Um fato que chamou a atenção foi que Arquimedes teve sua casa invadida durante a Segunda Guerra Púnica quando desenhava figuras geométricas no chão. Um soldado se aproximou dele e Arquimedes insistiu que o deixasse terminar seu raciocínio, mas o soldado entendeu como uma afronta e o assassinou. Uma aluna comentou – “*Mas era visto que o soldado ia entender como um desaforo. Arquimedes preferiu a matemática que a vida*”. Respondi que não podemos criticar, já que o estudo para Arquimedes era muito importante e talvez ele não tenha entendido o perigo da situação pois, tinha projetado as máquinas que tentaram proteger a cidade e achava que estava seguro.

Durante o experimento, separados em Grupos assim como o Grupo A, expliquei e mostrei os materiais. Insisti que começassem lendo o roteiro e seguindo cada passo para evitar as confusões do Grupo A. Na figura 20 pode-se notar os estudantes realizando a atividade sobre Arquimedes. Para a realização das medidas, tive de ensiná-los a observar os valores marcados pelo dinamômetro e as unidades de medida que apareciam. Os alunos de uma forma geral apresentam certa resistência em apresentar os números com a unidade de medida, mas insisto afirmando que a unidade caracteriza nossa medida, já que não existe nenhuma outra grandeza que possa ser medida e escrita como a que estamos fazendo.

Figura 20 – Estudantes realizando a atividade sobre Arquimedes



Os estudantes verificaram que a massa do cascalho e a massa da água deslocada eram diferentes. Tive de ensiná-los, assim como para o Grupo A, a verificar a marcação no copo graduado e os conceitos de empuxo e peso, fazendo relações com a história em quadrinhos lida na primeira parte da atividade. Após, as explicações calcularam o peso aparente e alguns responderam – “*Fora da água deu 2,9N e dentro da água deu 0,6N*” e outro aluno complementou – “*A água empurra pra cima. É como um cabo de guerra empurrando e desconta a massa*”. Respondi a ele que realmente é uma força que a água faz e dá a aparência de sermos mais leves dentro dela, mas que temos que tomar cuidado pois, a massa não muda, porque não tiramos nenhum cascalho, o que muda é a força.

3.1.3 O pós-teste

Seguindo o desenho de Solomon, o pós-teste foi aplicado a todos os Grupos, iniciando em 2013 e finalizando em 2016. O número de alunos em cada amostra pode ser observado na Tabela 6.

Tabela 6 – Número de indivíduos em cada Grupo da pesquisa.

Amostra/Grupo	Número de indivíduos (N)
A	41
B	30
C	39
D	16

A análise descritiva por Grupos (Grupos A e C que receberam o tratamento baseado o MCH e os Grupos B e D que não receberam esse tratamento) para a atividade *Arquimedes* pode ser observada na Tabela 7.

Tabela 7 – Análise descritiva para a atividade Arquimedes

Grupo	N	Média	Desvio Padrão	Erro Típico	Intervalo de Confiança para a Média a 95%		Mín.	Máx.
					Limite inferior	Limite superior		
A e C								
Receberam o tratamento baseado no MCH	80	4,18	2,232	0,250	3,68	4,67	0	10
B e D								
Não receberam o tratamento baseado no MCH	46	3,48	2,288	0,337	2,80	4,16	0	8
TOTAL	126	3,92	2,268	0,202	3,52	4,32	0	10

Com relação à Tabela 7 pode-se observar que os Grupos que receberam o tratamento baseado no MCH obtiveram valores de média maiores do que os que não o receberam.

A Prova de Levene aplicada aos dados podem ser observados na Tabela 8.

Tabela 8 – Prova da homogeneidade de variâncias – Prova de Levene para a atividade Arquimedes

Estatístico de Levene	df1	df2	Sig.
0,149	1	124	0,701

A partir da Tabela 8 é possível notar que o valor de significância p é maior que 0,05 ($p=0,701$). Dessa forma, diz-se que as variâncias são homogêneas, ou seja, não existe heterocedasticidade entre as turmas e podemos aplicar o teste ANOVA (Tabela 9).

Tabela 9 – Resultados ANOVA - análise das variâncias

	Soma dos quadrados	df	Média quadrática	F	Sig.
InterGrupos	14,178	1	14,178	2,795	0,097
IntraGrupos	629,028	124	5,073		
Total	643,206	125			

Na Tabela 9 é possível observar que não foram encontradas variações significativas no desempenho dos alunos, pois $p > 0,05$. O nível de confiança para a ANOVA referente aos resultados da atividade Arquimedes foi $p > 0,05$ [$F(1, 124) = 2,795$, $p = 0.097$]. Dessa forma, podemos observar que, embora a média das notas dos estudantes dos Grupos A e C, que receberam a intervenção baseada no MCH, tenham sido melhores do que as médias dos Grupos B e D, os resultados para a aprendizagem do Princípio de Arquimedes não foram significativamente diferentes.

3.1.4 A análise da Taxonomia de Bloom

A avaliação das categorias de cada domínio da Taxonomia de Bloom para a atividade sobre Arquimedes encontra-se no Quadro 10. A avaliação foi feita baseada numa escala de nível de categorias observadas, onde cinco sinais positivos indicam um nível máximo em sua verificação/observação. A mesma avaliação foi utilizada para as demais atividades.

Quadro 10 – Avaliação das categorias da Taxonomia de Bloom para a atividade Arquimedes

Domínio	Categorias	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D
Cognitivo	Conhecimento	++++	++++	++++	++++
	Compreensão	+++++	++++	++++	++++
	Aplicação	+++++	+++	++++	++++
	Análise	+++++	+++	++++	++++
	Síntese	++++	+++	++++	+++
	Avaliação	++++	+++	++++	+++
Afetivo	Acolhimento	+++++	+++	+++++	+++
	Resposta	+++++	+++	+++++	+++
	Valorização	+++++	++++	+++++	++++
	Organização	++++	++++	++++	++++
	Caracterização	++++	++++	++++	++++
Psicomotor	Imitação	+++++	-	+++++	-
	Manipulação	++++	-	++++	-
	Precisão	++++	-	++++	-
	Articulação	++++	++++	++++	++++
	Naturalização	++++	++++	++++	++++

Com relação ao *Domínio Cognitivo* foi perceptível que todos os Grupos adquiriram as habilidades de reconhecer, lembrar e memorizar as ideias principais que envolviam o Princípio de Arquimedes. Durante as aulas, a maioria dos estudantes realizavam as tarefas de aula e traziam as tarefas de casa resolvidas, participando da aula com exemplos vivenciados por eles, demonstrando que as categorias de compreensão, síntese e avaliação, com as capacidades de definir, descrever, projetar e relatar, estavam presentes. Além disso, foi perceptível no pós-teste, quando situações que não envolviam a água e o sim o ar estavam presentes, os estudantes conseguiram estender os conhecimentos a essas novas situações, evidenciando as categorias de aplicação e análise.

Para o *Domínio Afetivo*, embora os Grupos A e C tenham sido mais receptíveis às atividades, demonstrando possuir as competências das categorias acolhimento e repostas de forma mais rápida, os Grupos B e D também desempenharam as funções que lhe foram dadas de forma satisfatória como, por exemplo, os exercícios e problemas. Entretanto, os Grupos B e D apresentaram mais dificuldades em prestar atenção e se sensibilizar pelas atividades. Entretanto, foi possível observar que os estudantes de todos os Grupos adquiriram as competências presentes nas categorias de valorização, organização e caracterização.

Para o *Domínio Psicomotor*, os Grupos B e D não puderam ser avaliados nas categorias imitação, manipulação e precisão; entretanto para as categorias articulação e naturalização foram avaliadas suas habilidades de resolução dos exercícios e problemas e foi possível observar que, os estudantes desses Grupos conseguiram formular respostas e solucionar problemas, além de demonstrar isso no pós-teste. Já os Grupos A e C demonstraram possuir as capacidades de imitar, reproduzir e manipular os materiais, realizando as atividades. Além disso, também demonstraram conseguir formular respostas de maneira precisa e identificando situações para aplicar os conhecimentos no pós-teste.

3.2 ATIVIDADE PARA O 2º ANO: DANIEL GABRIEL FAHRENHEIT, ANDERS CELSIUS E WILLIAM THOMSON

3.2.1 O pré-teste

O material para a atividade sobre os cientistas Daniel Gabriel Fahrenheit, Anders Celsius e William Thomson encontra-se em APÊNDICE C. O Grupo A e o Grupo B tiveram, respectivamente a participação de trinta e quatro (34) e vinte e oito (28) estudantes, cuja implementação ocorreu entre 2013 e 2014.

Os resultados para a questão 1 do pré-teste, “*Por que, num dia de verão (em torno de 40°C), se sairmos com roupas escuras sentiremos mais calor do que se estivéssemos com roupas claras?*”, para o Grupo A encontra-se no Quadro 11.

Quadro 11 – Análise dos pré-testes do Grupo A para a questão 1

Tipo de Resposta	Alguns Exemplos	Número de alunos
SR	-	-
CNC	“Sim porque o calor esquenta mais não protege”. “Porque as roupas escuras transmitem algo mais forte, isto é, são mais concentradas. As roupas claras são usadas mais no verão, pois servem para deixar a gente com mais facilidade de se locomover, deixar a gente mais leve”.	3
CPC	“Porque a roupa escura puxa mais a luz do sol e faz com que a luz do sol penetre em roupas escuras, e faz com que sintamos mais calor”. “Porque na roupa escura o calor fica nela e na roupa clara ele sai rápido”.	6
CC	“Porque a cor preta atrai calor”. “Eu acho que é porque as roupas escuras atraem mais calor do que as roupas claras”. “Porque a roupa escura absorve mais calor do sol e a roupa clara é menor a temperatura”.	25

A partir dos resultados mostrados no Quadro 10, percebe-se que 73,5% dos estudantes apresentaram conhecimentos condizentes com o perguntado para a questão 1 do pré-teste no Grupo A. Também é perceptível a associação da palavra atrair no sentido de absorver mais a energia térmica. Para o Grupo B esses valores ficaram em torno de 53,6% para conhecimento condizente para a questão 1 do pré-teste, conforme Quadro 12.

Quadro 12 – Análise dos pré-testes do Grupo B para a questão 1

(continua)

Tipo de Resposta	Alguns Exemplos	Número de alunos
SR	-	-

(conclusão)

Tipo de Resposta	Alguns Exemplos	Número de alunos
CNC	<p>“Pois os raios solares não passam pela roupa preta, causando o calor”.</p> <p>“Dizem que o tecido das roupas escuras são mais grossos ou fabricados com um tecido diferente, o tecido de roupas “normais” são mais finos e o tecido de roupas pretas são mais “grossos” em relação ao de outras cores”.</p> <p>“Porque penetra na pele e o calor que a camiseta preta ela vai ter mais temperatura que o sol”.</p>	5
CPC	<p>“Porque a roupa escura puxa os raios solares para a roupa dando mais calor”.</p> <p>“Porque o sol penetra mais facilmente em roupas escuras do que em claras e roupas escuras tem uma temperatura maior”.</p> <p>“Porque nas roupas pretas o calor penetra mais forte que uma roupa clara”.</p>	8
CC	<p>“Porque as roupas escuras absorvem o calor”.</p> <p>“Porque as roupas escuras absorvem e guardam o calor”.</p> <p>“Porque o sol nas roupas escuras não reflete vai e volta, o sol penetra em roupas escuras e esquenta mais que roupas claras”.</p>	15

Para o Grupo B também é notável a associação da absorção de energia pelos corpos mais escuros para os estudantes classificados como CC. Já as respostas classificadas como CPC é possível ver noções de que as roupas escuras absorvem a energia térmica, entretanto, não são tão explícitas quanto as classificadas como CC.

A análise da questão 2, “*Explique por que num ambiente frio, sentimos um arrepio e os pelos do nosso braço ficam eriçados.*”, para o Grupo A está no Quadro 13.

Quadro 13 – Análise dos pré-testes do Grupo A para a questão 2

(continua)

Tipo de Resposta	Alguns Exemplos	Número de alunos
SR	-	2

(conclusão)

Tipo de Resposta	Alguns Exemplos	Número de alunos
CNC	<p>“Porque estaríamos com muito frio”.</p> <p>“Porque nosso corpo tem uma certa temperatura”.</p> <p>“Por causa a gente coloca roupa de lã e quando tira os pelos levantam, por causa da eletricidade a roupa serve como um isolante para não passar frio”.</p>	13
CPC	<p>“Por causa que essa é uma defesa do corpo contra o frio”.</p> <p>“Pois o nosso corpo está aquecido e entrando em conflito com o frio e nosso corpo conseqüentemente se arrepia”.</p> <p>“O arrepio serve como um alarme para avisar que ali a temperatura está baixa”.</p>	13
CC	<p>“Porque o frio passa por nossa pele e os pelos arrepiam para nos esquentar”.</p> <p>“Porque nossa temperatura está a um certo grau de agitação das moléculas diferente do ambiente frio”.</p> <p>“Porque os pelos tende a proteger o corpo do ar frio do ambiente se eriçando para manter o calor aonde está sendo aplicado o frio”.</p>	6

Para a questão 2 do pré-teste para o Grupo A, cerca de 55,8% dos estudantes foram classificados como CPC e CC e 38,2% como CNC. Nas respostas classificadas como CC percebe-se a noção da temperatura associada à agitação molecular e o fato dos pelos se eriçarem como um fenômeno que ocorre na tentativa de aumentar nossa temperatura. Também é perceptível essa noção nas respostas classificadas como CPC, entretanto, elas têm um alcance de explicação inferior.

Para o Grupo B, as respostas e suas classificações encontram-se no Quadro 14.

Quadro 14 – Análise dos pré-testes do Grupo B para a questão 2

(continua)

Tipo de Resposta	Alguns Exemplos	Número de alunos
SR	-	-
CNC	<p>“Porque estávamos num calor quente e quando vamos para um lugar frio, entramos em choque térmico”.</p> <p>“Por nosso corpo está quente, e quando ele recebe uma temperatura fria acontece o choque térmico”.</p> <p>“Porque o frio penetra na pele”.</p>	23

(conclusão)		
Tipo de Resposta	Alguns Exemplos	Número de alunos
CPC	<p>“É uma forma que o seu corpo <i>avizar</i> que está frio”.</p> <p>“Porque o nosso corpo está quente e reage ao ambiente fazendo com que nós sentimos um arrepio”.</p> <p>“Pelo fato do arrepio, a pessoa arrepia e o corpo reage ao ambiente frio”.</p>	5
CC	-	-

As respostas enquadradas como CPC, cerca de 17,9%, referem-se à uma reação do corpo à diferença de temperatura, o que não está errado, mas incompleto. Já para as respostas consideradas CNC, cerca de 82%, é perceptível uma confusão entre os conceitos de calor, temperatura e choque térmico.

Com esses resultados é possível notar que os estudantes do Grupo A apresentaram melhores resultados para as duas questões, como pode ser visto no Quadro 15.

Quadro 15 – Quadro resumo de alguns resultados do pré-teste

Grupo	Questão 1	Questão 2
A	73,5% CC	55,8% CC e CPC
B	53,6% CC	17,9% CC e CPC

Para a comprovação e a verificação de diferenças significativas entre os Grupos foi aplicada a Prova de Levene e o teste ANOVA ao pré-teste. Os resultados podem ser verificados na Tabela 10.

Tabela 10 – Prova da homogeneidade de variâncias – Prova de Levene para os pré-testes da atividade Fahrenheit, Celsius e Thomson

Estatístico de Levene	df1	df2	Sig.
4,803	1	60	0,032

Como o valor de significância p é menor que 0,05 ($p=0,032$) dizemos que existe *heterocedasticidade* entre as amostras e o teste ANOVA não poderia ser aplicado. Entretanto, como os Grupos tem aproximadamente o mesmo número de indivíduos, pela exceção comentada no capítulo 3, aplicamos o teste ANOVA para a verificação de variações significativas.

Tabela 11 – Resultados ANOVA - análise das variâncias

	Soma dos quadrados	df	Média quadrática	F	Sig.
InterGrupos	16,807	1	16,807	6,428	0,014
IntraGrupos	156,887	60	2,615		
Total	173,694	61			

O resultado do teste ANOVA evidenciou que foram encontradas variações significativas entre as turmas nos resultados dos pré-testes pois, o valor de significância p foi menor que 0,05. Isso significa que as turmas apresentaram conhecimentos prévios diferentes ao ingressar para realizar as demais atividades, o que pode ser evidenciado pelas porcentagens resumidas no Quadro 15, onde o Grupo A mostrou ter mais conhecimentos prévios do que o Grupo B, embora veremos que essa não é uma tendência das turmas. O nível de confiança para a ANOVA referente aos resultados da atividade Daniel Gabriel Fahrenheit, Anders Celsius e William Thomson foi $p < 0,05$ [$F(1, 60) = 6,428$, $p = 0,014$].

3.2.2 O tratamento

As atividades com o Grupo A começaram pela leitura individual do texto sobre a vida de obra de Daniel Gabriel Fahrenheit, Anders Celsius e William Thomson, os três cientistas que tiveram contribuições sobre o conceito e as medidas de temperatura. A implementação, para os Grupos A e C, teve duração de cerca de três semanas, tendo em vista todos os passos que envolvem a metodologia descrita no capítulo 2.

No material, os três aparecem em ordem cronológica de nascimento e não em ordem alfabética. Após a leitura individual, os estudantes passaram para a leitura e comentários em Grupo. Os comentários para Fahrenheit giraram em torno de sua morte por intoxicação por mercúrio. Muitos estudantes afirmaram ter em casa termômetros de mercúrio ou conhecer pessoas que também o tenham. Argumentei que esses termômetros estão proibidos de serem vendidos justamente pelo fato de que se quebrarem e as pessoas não tiverem o cuidado de limpá-los, podem se intoxicar e apresentarem problemas de saúde. “*E Fahrenheit não sabia disso?*” – perguntou um aluno. Respondi que estudos sobre o mercúrio e os efeitos sobre o corpo humano datam do século XX, quando desastres aconteceram e as pessoas começaram a se preocupar com o uso desse metal e a exposição a ele.

Daniel Fahrenheit era fabricante de instrumentos meteorológicos e, por isso, necessitava realizar medidas mais precisas de temperatura, o que o fez se dedicar ao estudo e aperfeiçoamento do termômetro. Os estudantes afirmaram que nunca tinham escutado esse nome da escala Fahrenheit. Argumentei que escalas termométricas, como essa, são formas diferentes de apresentar as medidas de temperatura e que essa escala é utilizada em alguns países de língua inglesa, o que num primeiro momento pode parecer diferente ou até mesmo estranha para nós que utilizamos a escala Celsius.

Anders Celsius, que dá nome a escala de temperatura utilizada aqui no Brasil, se destacou também por seus estudos relacionados à astronomia, mas sua maior contribuição foi com relação à construção da escala com os pontos de fusão e ebulição da água como 0°C e 100°C. *“Eu não sabia que era assim com dois pontos, achei que era mais.”* – falou um aluno. Respondi que são dois pontos de referência, e que a partir deles podemos encontrar qualquer outro ponto, se tivermos a relação certa. *“Essa a mesma que a gente ouve no rádio, os centígrados?”* – perguntou outro aluno. Sim, respondi, essa escala é chamada assim por ter um intervalo de 100 graus entre o ponto de fusão e o de ebulição.

Com certeza a biografia de maior alvoroço foi a de William Thomson, conhecido como lorde Kelvin. *“Como assim, ele entrou na faculdade com 10 anos?”* – gritou um aluno. Respondi que sim e que naquela época isso era comum, não precisando os estudantes cumprirem várias etapas até a faculdade, mas que conseguissem provar que tinham condições podiam ingressar. Muitos estudantes ainda indagaram que Thomson era muito estudioso e dedicado pois, contribuiu com os telégrafos, a temperatura, traduziu o livro e ainda era esportista.

Para a realização do experimento os alunos dispunham de uma meia de lã da cor preta, uma meia de lã da cor branca, dois termômetros e uma luminária com uma lâmpada “spot-light” de 60W, capaz de esquentar rapidamente. Na figura 21 pode-se ver os termômetros e as meias.

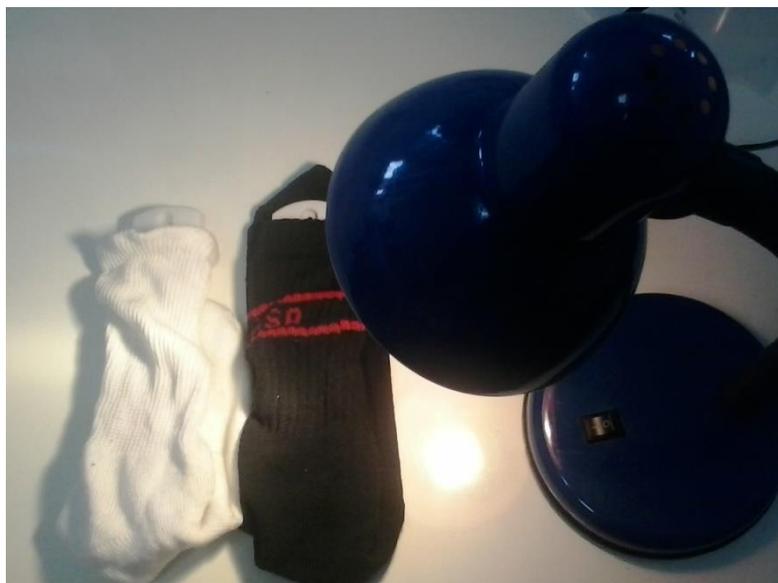
Figura 21 – Materiais utilizados no experimento sobre escalas de temperatura



Os materiais foram colocados numa mesma num canto da sala onde se encontrava a única tomada do ambiente. Todos os estudantes se aproximaram e um deles leu a primeira parte do roteiro que mencionava os materiais. Os estudantes perguntaram por que havia números diferentes no termômetro. Expliquei que esses termômetros marcavam duas escalas, a Celsius e a Fahrenheit, por isso, eles tinham números diferentes.

Pedi a eles que verificassem se os termômetros estavam marcando a mesma temperatura, para evitar erros na temperatura final que chegariam os termômetros ao serem aproximados da lâmpada. Em seguida, ao verificar que marcavam o mesmo valor, mencionei que essa era a temperatura ambiente e que eles pudessem seguir com o roteiro. Outro aluno começou a ler, enquanto outro manuseava os materiais e ia perguntando aos colegas se era isso mesmo que era para fazer, colocando um termômetro em cada meia, posicionando embaixo da luminária e acendo a luz, como pode ser visto na figura 22. Nos quinze minutos que ficaram esperando, alguns mencionaram que seus pais ou avós tinham termômetros parecidos com esses nas paredes de casa e que não sabiam verificar a temperatura porque não sabiam em qual lado do termômetro olhar. Respondi a eles que, como no Brasil usamos a escala Celsius, olhamos os valores marcamos do lado que aparece “°C”, o outro lado é outra medida.

Figura 22 – Esquema do experimento sobre Daniel Gabriel Fahrenheit, Anders Celsius e William Thomson



Um aluno perguntou – *“Professora no verão se eu saio com camiseta de banda eu quase morro de calor, chego a passar mal”*, referindo ao fato das camisetas serem da cor preta. *“Eu acho que a meia preta vai tá bem mais alta a temperatura”* – mencionou outro aluno. Vamos verificar daqui a uns minutos, respondi. Passados os quinze minutos, os estudantes seguiram o roteiro onde tiraram os termômetros de dentro das meias, anotando que a meia preta marcava 22°C e a branca 18°C. Vale ressaltar que era um dia de inverno que marcava, inicialmente, 10°C.

Perguntei aos estudantes se era muita diferença de temperatura de uma meia para outra. Alguns responderam que *“4 graus”* era pouco, mas outros estudantes argumentaram, que se fosse um dia de verão, *“4 graus”* faz diferença, ainda mais com uma camiseta preta. Os estudantes observaram no termômetro, na escala Fahrenheit, os valores e preencheram as lacunas do roteiro com os valores 71°F e 64,4°F, respondendo também que a cor preta absorve mais energia do que a cor branca.

Para o Grupo C, conforme esquema da metodologia de Solomon, a implementação das atividades seguiu o mesmo esquema de leitura individual e leitura em Grupo. Durante a leitura em Grupo, os estudantes perguntaram o que eram aerômetros, higrômetros e barômetros, os instrumentos aos quais Fahrenheit construía. Expliquei a eles, e eles anotaram em seus cadernos que aerômetros são instrumentos para a medida da densidade do ar, higrômetros para medir a umidade do ar e barômetros para medir a pressão atmosférica. Mais uma vez o fato desse cientista ter trabalhado com mercúrio e morrido por uma intoxicação por

esse metal, chamou a atenção dos estudantes. Perguntaram se tinham problemas com os termômetros que eles tinham em casa. Perguntei a eles se era de mercúrio e se fosse, eles tinham de tomar cuidado para não o quebrar, pois poderiam ter alguns problemas de saúde se não cuidassem o manuseio.

Para Anders Celsius, os estudantes perguntaram, mais uma vez se a os “centígrados” se referiam à escala Celsius, assim como fizeram o Grupo A. Respondi que sim e que isso se devia ao fato da escala ter cem subdivisões entre os pontos de vaporização e solidificação da água. Eles relataram que ouvem com frequência essa palavra na previsão do tempo dada pelas rádios AM.

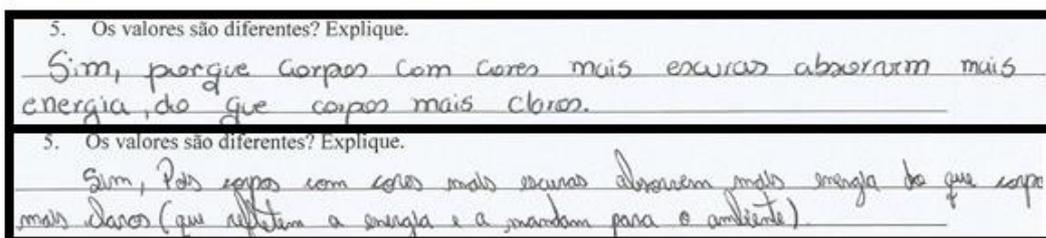
Assim como no Grupo A, os estudantes questionaram como William Thomson entrou na faculdade aos 10 anos de idade. Respondi que era comum isso acontecer quando se conseguia comprovar ter habilidades necessárias para cursar, que não era necessário o cumprimento de etapas, assim como expliquei para o Grupo A. “*Ele fazia bastante coisa, né professora*”- falou um aluno. Ele era bem dedicado pelo que podemos notar, mas não há nada que não possamos fazer se quisermos e nos dedicarmos também, respondi.

Durante a realização da atividade, também tivemos de colocar os materiais sobre uma mesa e levá-los até o canto da sala que possuía a única tomada. Mostrei os materiais e solicitei que um deles fosse lendo o roteiro para a realização da atividade. Ficaram curiosos com o termômetro que marcava duas escalas e perguntaram se funcionava mesmo. Respondi que sim e que depois, em um exercício de aula, íamos retomar os resultados com as expressões matemáticas utilizadas para as conversões, para verificar os valores.

Um dos estudantes se prontificou a colocar os termômetros nas meias e enquanto esperávamos perguntei a eles se os termômetros que eles tinham em casa era de mercúrio, se eles sabiam fazer a leitura quando suspeitavam que uma pessoa estivesse com febre. A maioria dos alunos respondeu que gostaria de aprender a “*ler o termômetro*”, pois muitos tinham os antigos termômetros de mercúrio, hoje com sua venda proibida. Em uma das aulas levei um desses termômetros e os ensinei a verificar a temperatura pois, embora com a venda proibida, muitos estudantes possuíam apenas esse instrumento em casa. Perguntei a eles também sobre as roupas escuras e eles responderam que no verão não dá para sair com camiseta preta porque sentem muito calor.

Passados quinze minutos das meias sob a luz, os alunos retiraram os termômetros e anotaram as marcações rapidamente nas duas escalas: 23°C ou 73,4°F para a meia preta e 18°C ou 64,4°F para a meia branca. Os demais itens do roteiro foram preenchidos sem problemas, como pode visto na figura 23, dois exemplos de respostas dos estudantes do Grupo C.

Figura 23 – Respostas dos estudantes do Grupo C



Na figura 23 é possível perceber a associação das cores escuras com a maior absorção de energia.

3.2.3 O pós-teste

O pós-teste, aplicado aos quatro Grupos, teve o número de alunos conforme descrito na Tabela 12.

Tabela 12 – Número de indivíduos em cada amostra da pesquisa

Amostra/Grupo	Número de indivíduos (N)
A	31
B	24
C	36
D	28

A análise descritiva por Grupos que receberam o tratamento baseado o MCH e os Grupos que não receberam esse tratamento para a atividade *Daniel Gabriel Fahrenheit, Anders Celsius e William Thomson* pode ser observada na Tabela 13.

Tabela 13 – Análise descritiva para a atividade Daniel Gabriel Fahrenheit, Anders Celsius e William Thomson

Grupo	N	Média	Desvio Padrão	Erro Típico	Intervalo de Confiança para a Média a 95%		Mín.	Máx.
					Limite inferior	Limite superior		
A e C Receberam o tratamento baseado no MCH	67	8,36	1,998	0,244	7,87	8,85	0	10
B e D Não receberam o tratamento baseado no MCH	52	5,38	2,040	0,283	4,82	5,95	2	10
TOTAL	119	7,06	2,495	0,229	6,61	7,51	0	10

Com relação às médias das notas pode-se observar que os Grupos que receberam o tratamento baseado no MCH (Grupos A e C) obtiveram valores maiores do que os que não o receberam.

A Prova de Levene aplicada aos dados podem ser observados na Tabela 14.

Tabela 14 – Prova da homogeneidade de variâncias – Prova de Levene para a atividade Fahrenheit, Celsius e Thomson

Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
0,084	1	117	0,773

A partir da Tabela 14 é possível notar que o valor de significância p é maior que 0,05 ($p=0,773$). Dessa forma, diz-se que as variâncias são homogêneas, ou seja, não existe heterocedasticidade entre as turmas e o teste ANOVA (Tabela 15) pode ser aplicado.

Tabela 15 – Resultados ANOVA - análise das variâncias

	Soma dos quadrados	df	Média quadrática	F	Sig.
InterGrupos	258,878	1	258,878	63,670	0,000
IntraGrupos	475,711	117	4,066		
Total	734,588	118			

Na Tabela 15 é possível observar que foram encontradas variações significativas no desempenho dos alunos, pois $p < 0,05$. O nível de confiança para a ANOVA referente aos resultados da atividade Daniel Gabriel Fahrenheit, Anders Celsius e William Thomson foi $p < 0,05$ [$F(1, 117) = 63,670$, $p = 0.000$]. As variações significativas nos desempenhos dos estudantes para a atividade sobre o conceito e as medidas de temperatura, envolvidas nas obras de Fahrenheit, Celsius e Thomson, encontram-se nas turmas que receberam a intervenção fundamentada no MCH, conforme análise das médias obtidas por esses Grupos.

3.2.4 A análise da Taxonomia de Bloom

A avaliação das categorias de cada domínio da Taxonomia de Bloom para a atividade sobre Daniel Gabriel Fahrenheit, Anders Celsius e William Thomson encontra-se no Quadro 16.

Quadro 16 – Avaliação das categorias da Taxonomia de Bloom para a atividade Daniel Gabriel Fahrenheit, Anders Celsius e William Thomson

(continua)

Domínio	Categorias	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D
Cognitivo	Conhecimento	++++	+++	++++	+++
	Compreensão	+++++	+++	++++	+++
	Aplicação	+++++	++	++++	+++
	Análise	+++++	++	++++	+++
	Síntese	++++	+++	++++	++
	Avaliação	++++	++	++++	+++
Afetivo	Acolhimento	+++++	+++	+++++	+++
	Resposta	+++++	+++	+++++	+++
	Valorização	+++++	+++	+++++	+++
	Organização	++++	+++	+++	+++
	Caracterização	++++	+++	++++	++++

(conclusão)

Psicomotor	Imitação	+++++	-	+++++	-
	Manipulação	++++	-	++++	-
	Precisão	++++	-	++++	-
	Articulação	++++	++	++++	++
	Naturalização	++++	++	++++	++

A partir da avaliação mostrada no Quadro 16 é perceptível, para o *Domínio Cognitivo*, que os estudantes que receberam a intervenção baseada no MCH apresentaram um desenvolvimento cognitivo superior aos que não receberam essa intervenção. Embora o Grupo A tenha ingressado com conhecimentos prévios superiores aos do Grupo B, os resultados evidenciaram seu melhor desempenho. Ao longo das aulas os estudantes dos Grupos B e D demonstraram muitas dificuldades na resolução dos exercícios que envolviam as escalas de temperatura, principalmente os matemáticos, por não compreenderem o significado do que estava sendo calculado.

Para os Grupos A e C as habilidades de identificar os fenômenos e situações que não as estudadas em aula, diferenciar, caracterizar e estender os conhecimentos foram mais perceptíveis. Além disso, o envolvimento e a capacidade de se expressar para procurar uma solução foram desenvolvidos ao longo da intervenção. Já os Grupos B e D demoravam mais para resolver os exercícios e tinham mais dificuldades em organizar o material para uma possível resolução de problema.

O envolvimento dos Grupos que receberam as atividades com o MCH é visível, já que em outras aulas eles retomavam suas folhas com os cientistas, onde procuravam elementos que justificassem suas respostas. Suas expressões ao prestar atenção e a perguntar sobre situações cotidianas como a verificação da febre, por exemplo, os fazia interagir de uma forma mais interessada do que os Grupos B e D. Dessa forma, o *Domínio Afetivo* recebeu escores mais altos para esses Grupos.

Para o *Domínio Psicomotor* foi possível observar que os estudantes dos Grupos A e C conseguiram realizar as atividades a partir de instruções, manipulando os equipamentos, registrando as medidas e interagindo com a situação, características das categorias de imitação, manipulação e precisão. Já as categorias de articulação e naturalização puderam ser vistas nas respostas às demais tarefas e aos resultados do pós-teste, onde os estudantes adaptavam seus conhecimentos para resolver outras situações. Conforme descrito anteriormente, as três primeiras categorias do domínio psicomotor não puderam ser avaliadas para os Grupos B e D, já que não receberam as atividades práticas. Entretanto, as categorias articulação e naturalização puderam ser avaliadas nas respostas dos exercícios, problemas e

pós-testes, onde pode constatar-se a presença de maiores problemas na interpretação e resolução dessas atividades.

3.3 ATIVIDADE PARA O 2º ANO: ROBERT BOYLE

3.3.1 O pré-teste

O material para a atividade sobre Robert Boyle encontra-se em APÊNDICE D. Os resultados da análise da questão 1 do pré-testes dos Grupos A e B estão dispostos nos Quadros 17 e 18, respectivamente. O Grupo A teve a participação de trinta e sete (37) estudantes, enquanto o Grupo B contou com vinte e seis (26) alunos. A implementação com esses Grupos se deu entre 2013 e 2014.

Quadro 17 – Análise dos pré-testes do Grupo A para a questão 1

Tipo de Resposta	Alguns Exemplos	Número de alunos
SR	-	-
CNC	<p>“A pessoa <i>ta</i> fazendo uma pressão sobre o recipiente e o volume e a quantidade de líquido de dentro do recipiente”.</p> <p>“A é a força que exerce e tal”.</p> <p>“A pressão e a força <i>exirda</i> pelo o rapaz pra baixo estado 2 e o líquido e o volume”.</p>	7
CPC	<p>“Quanto maior espaço o ar e mais espalhado e quanto maior o ar fica concentrado”.</p> <p>“A relação é que no estado 1 não está ocorrendo pressão e no estado 2 está ocorrendo uma pressão para baixo”.</p> <p>“Que a pressão exercida no 2º desenho é maior que a do primeiro”.</p>	11
CC	<p>“Pela imagem pude perceber que quanto maior a pressão menor o volume existente”.</p> <p>“Quanto mais a pessoa <i>preciona</i>, o volume se concentra mais”.</p> <p><i>Quando pressionamos a pressão aumenta e o volume tende a diminuir.</i></p> <p>“Quando você faz muita pressão o gás fica mais comprimido e quando você não faz muita pressão o gás já fica mais espalhado”.</p> <p><i>Quando empurramos o êmbolo, o gás dentro do recipiente, comprime-se e morçimo pessivel</i></p>	19

A partir da análise do Quadro 17 é possível notar que a maioria dos estudantes conseguiu formular uma resposta para a questão “Observe a figura. O que você pode dizer sobre o comportamento da pressão e do volume contido no recipiente?”, mesmo que faltando alguns elementos. Cerca de 51% dos estudantes deram respostas condizentes com a situação apresentada. Assim como nos exemplos transcritos acima, muitas respostas apresentam erros ortográficos, o que sempre são corrigidos em aula para diminuir as reincidências.

Em análise ao conteúdo, é possível notar a associação do volume com o recipiente e da pressão com a força sobre o aparato. Também pode-se observar a presença de palavras como “êmbolo”, vistos em conteúdos anteriores aos Gases, o que evidencia a conexão com a nomenclatura técnica da construção dos experimentos que foram assimilados pelos estudantes.

No Quadro 18 estão os resultados do pré-teste do Grupo B para a questão 1.

Quadro 18 – Análise dos pré-testes do Grupo B para a questão 1

Tipo de Resposta	Alguns Exemplos	Número de alunos
SR	-	-
CNC	-	-
CPC	<p>“Ocorreu a força que empurrou para baixo tendo uma pressão, que ao soltar para baixo o volume final, diferenciado do inicial”.</p> <p>“No 2º recipiente aumenta a pressão e as partículas ficam agitadas”.</p> <p>“Pressão diminui e aumenta e as partículas ficaram mais agitadas”.</p>	12
CC	<p><i>A medida que aumenta a pressão, o volume diminui.</i></p> <p>“O comportamento da pressão e do volume do gás contido no recipiente varia quando <i>preciona</i> a bomba. Aumenta a pressão e diminui o volume do gás no recipiente”.</p> <p><i>O AUMENTO da PRESSÃO diminui o volume</i></p> <p>“O volume diminui e a pressão aumentou, por isso as moléculas se agitam mais”.</p>	15

Para o Grupo B, resultados semelhantes foram encontrados, pois cerca de 55% dos estudantes também conseguiram formular uma resposta condizente com o perguntado, com a diferença de que todas as respostas foram parcialmente condizentes ou condizentes. Também é possível observar que em algumas respostas a relação entre volume e pressão foram acompanhadas da agitação molecular, exigindo mais uma grandeza física para descrever o estado do gás, a temperatura.

Os resultados da análise da questão 2 do pré-testes dos Grupos A e B estão dispostos nos Quadros 19 e 20, respectivamente.

Quadro 19 – Análise dos pré-testes do Grupo A para a questão 2

Tipo de Resposta	Alguns exemplos	Número de alunos
SR	-	1
CNC	<p>“Pressão”.</p> <p>“Por causa da pressão atmosférica”.</p> <p>“A pressão é diferente”.</p>	4
CPC	<p>“Quanto mais alto a pessoa estiver ela terá uma maior dificuldade para respirar e com isso uma pressão maior na cabeça”.</p> <p>“Quanto mais alto maior a pressão atmosférica”.</p> <p>“A pressão é maior e diminui o nível de gás oxigênio”.</p>	20
CC	<p><i>Quando uma pessoa está em uma altitude mais elevada há uma pressão menor, pois em lugares mais altos tem-se pouca ar na atmosfera.</i></p> <p>“Porque quanto maior a altitude menor a pressão e o ar fica escasso”.</p> <p><i>Quanto mais alto, menor é a pressão atmosférica e aí mais rápido diminuem os partículas de ar em uma quantidade.</i></p>	12

Em análise ao Quadro 19 pode-se perceber que 54% dos estudantes do Grupo A responderam à questão “A uma altitude acima de 3000m, uma pessoa começa a sentir dificuldades para respirar. Explique a relação entre a pressão e a quantidade de ar presente na atmosfera.”, associando a maior altitude com a maior pressão. Embora equivocada essa relação, eles foram classificados como conhecimento parcialmente condizente, por identificarem uma relação mesmo que errada. Em discussão posterior, foi possível identificar que essa relação parte muito do conhecimento cotidiano, principalmente visto em jogos de futebol disputados em locais de alta altitude. Entretanto quando perguntados o porquê de os

jogadores sentirem maior cansaço físico, os estudantes responderam que era pela menor quantidade de ar na atmosfera, mas não conseguiram associar com menor pressão, pois há menor quantidade de gás.

Ainda sobre a questão 2 para o Grupo A, cerca de 32% dos estudantes deram uma resposta plausível. Vale ressaltar que eles já haviam visto, em Hidrostática, a pressão atmosférica e sua relação com a altitude. A seguir, no Quadro 20, alguns exemplos e a quantidade de alunos para cada tipo de resposta.

Quadro 20 – Análise dos pré-testes do Grupo B para a questão 2

Tipo de Resposta	Alguns exemplos	Número de alunos
SR	-	-
CNC	-	-
CPC	<p>“Quanto maior vai ser a pressão menor vai ser o ar”.</p> <p>“Tem uma pressão menor e um volume maior de ar”.</p> <p>“Porque quanto mais alto mais aumenta a pressão e diminui o oxigênio no ar”.</p> <p>“Quanto mais alto a pessoa ir vai ser mas forte a pressão do ar”.</p> <p><i>Porque a quantidade de ar lá em cima é menor.</i></p> <p>“O ar fica mais rarefeito em lugares altos”.</p>	22
CC	<p>“Porque a pressão é menor e o ar é mais rarefeito”.</p> <p>“Diminui a pressão e tem pouco ar por causa da altitude”.</p> <p><i>Por ex: se subir uma montanha de 3000m ao chegar quase no topo a oxigenação vai diminuir devido a pressão da atmosfera.</i></p> <p>“Porque tem pouca pressão, e porque tem poucas moléculas de gás”.</p>	5

Pelas mesmas razões anteriores, cerca de 81% dos estudantes foram classificados como CPC. Cerca de 23% dos estudantes na mesma classificação apenas responderam sobre a quantidade de ar, que diminui com a altitude, entretanto, esqueceram da relação com a pressão. Cerca de 18% dos alunos responderam corretamente à questão 2.

Para a análise quantitativa dos pré-testes com o teste ANOVA, primeiramente foi aplicada a prova de Levene. Os resultados podem ser vistos na Tabela 16.

Tabela 16 – Prova da homogeneidade de variâncias – Prova de Levene para os pré-testes da atividade Robert Boyle

Estatístico de Levene	df1	df2	Sig.
1,811	1	62	0,183

Na Tabela 16 é possível observar que o valor de significância $p=0,183$. Como esse valor é maior que 0,05, dizemos que não existe *heterocedasticidade* entre as amostras e podemos aplicar o teste ANOVA. Os resultados desse teste podem ser conferidos na Tabela 17.

Tabela 17 – Resultados ANOVA - análise das variâncias

	Soma dos quadrados	df	Média quadrática	F	Sig.
InterGrupos	3,324	1	3,324	0,836	0,364
IntraGrupos	246,410	62	3,974		
Total	249,734	63			

Na Tabela 17, pode-se observar que o resultado da variância nos mostra que não foram encontradas variações significativas nos resultados dos pré-testes. O nível de confiança para a ANOVA referente aos resultados da atividade Robert Boyle foi $p>0,05$ [$F(1, 62) = 0,836$, $p = 0,364$]. O valor de significância maior que 0,05 ($p=0,364$) indica que não existem diferenças significativas entre as turmas, ou seja, nenhuma das turmas ingressou com conhecimento prévio substancialmente diferentes entre si, o que diminui erros na interpretação dos resultados.

3.3.2 O Tratamento

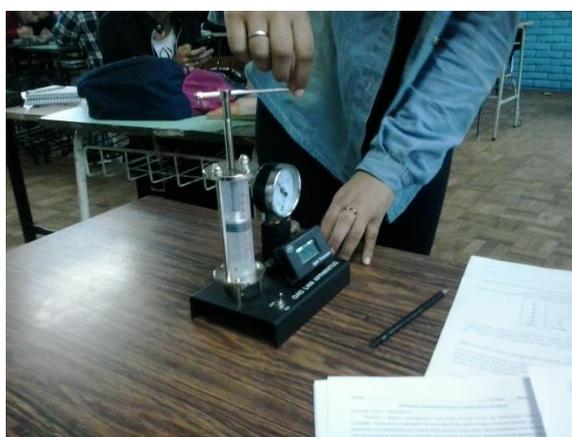
Conforme esquema da metodologia de Solomon, o tratamento foi aplicado aos Grupos A e C em 2013 e 2015, respectivamente. O tratamento conforme descrito anteriormente, consistiu no relato sobre a vida, obra e experimentos de Robert Boyle, seguido da atividade prática aplicada e explanação dos conceitos envolvidos na obra. Vale ressaltar que, para o Grupo A todo o tratamento se deu em torno de três semanas, tendo em vista, outras atividades que compõem a comunidade escolar.

O relato sobre Robert Boyle consistiu na leitura individual, seguido da leitura por parágrafos e pequenas demonstrações para facilitar o entendimento da obra, como por exemplo, o fato de Boyle ser um pouco desorganizado no tratamento de suas medidas. Outro fato destacável, foi a identificação de contribuições de outros cientistas, pois Boyle ouviu sugestões de outros colegas e do assistente de seu laboratório, Robert Hooke. Os estudantes ainda contribuíram para a leitura afirmando que em seus locais de trabalho (uma alta porcentagem dos estudantes trabalha em turno inverso para ajudar no sustento familiar) tinham dificuldades de ouvir críticas de seus colegas ou superiores. Entretanto, com o passar do tempo entenderam que muitas vezes eram para melhorar seu desempenho nas funções designadas a eles.

Alguns estudantes destacaram que nessa época, a maioria das pessoas que estudavam eram oriundas de famílias ricas. Essa observação foi feita de acordo com alguns momentos estudados na disciplina de História, como por exemplo, na Revolução Industrial, onde a mão-de-obra humana começou a ser substituída, em partes pela de máquinas, o que fez com que uma parte da população vivesse em condições de pobreza extrema, embora a época de Boyle não tenha sido a da Revolução Industrial. *“Quem conseguia estudar nessa época era os ricos, porque os pobres pediam esmola”* – destaca uma das alunas.

O experimento, feito antes da explanação dos conteúdos, consistiu na construção de Grupos, onde os estudantes realizavam as medidas de forma colaborativa, dividindo tarefas de medir, anotar, discutir e escrever as conclusões. Na mediação do experimento, sempre aspectos de Boyle eram retomadas, como por exemplo a forma como fazia suas medidas. Na figura 24 é possível ver uma das estudantes realizando o experimento (os demais estudantes estão localizados nas laterais e por isso, não apareceram na foto).

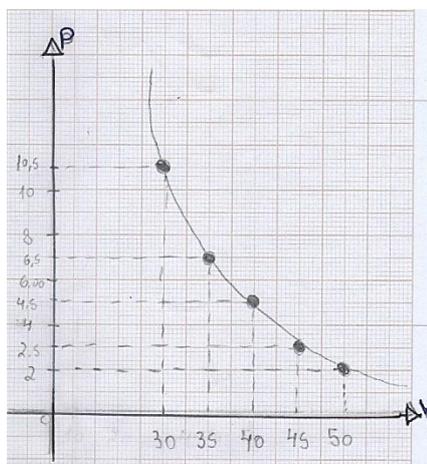
Figura 24 – Realização do experimento sobre Robert Boyle



Na atividade, os estudantes tinham de realizar cinco medidas e a partir dos dados contruir em papel milimetrado o gráfico da curva isotérmica. O aparato conte num reservatório com uma válvula que pode ser fechada, com o objetivo de confinar o gás. O equipamento também vem acompanhado de um manômetro e um termômetro. Os estudantes tinham de diminuir o volume do reservatório através da manivela superior, como mostra a aluna da figura 24 e observar o comportamento da pressão, pelo manômetro. Durante o experimento, a temperatura deveria ser controlada, de tal forma que ficasse constante. Para isso, os estudantes deveriam realizar as medidas de forma muito lenta, a fim de que o sistema pudesse se acomodar e não aumentar a agitação molecular.

Uma das estudantes, ao perceber que o termômetro aumentou alguns décimos, surpreendeu-nos com um grito, onde em seguida disse “*saiam de perto que vocês estão esquentando a coisa* (fez isso apontando para o equipamento)”. Argumentei que seria bem provável que estivéssemos contribuindo para aumentar a temperatura, pois estávamos muito próximos do aparato e erámos o “objeto” de maior temperatura próximo a ele. Imediatamente, outro aluno pegou o aparato e saiu correndo pela porta, ficando parado no pátio da escola esperando que o equipamento esfriasse, pois segundo ele a forma mais rápida de voltar à temperatura inicial do experimento seria colocá-lo “*no vento frio que estava lá fora*”. Nesse momento retomamos o experimento de Boyle, que mantinha a temperatura constante de seu experimento com banhos térmicos. Na figura 25, é possível observar o gráfico feito por um dos alunos no papel milimetrado.

Figura 25 – Gráfico em papel milimetrado feito por um dos estudantes



Os estudantes não conheciam o papel milimetrado, disseram que tinham usado o papel quadriculado em alguns de seus desenhos em Educação Artística. Para a construção do

gráfico, foi explicada a construção da escala, como colocar os dados e como traçar a curva. Não tiveram grandes problemas em construí-lo, pois como alguns alunos tinham mais facilidade e acabaram antes a construção do gráfico, eles mesmos se colocaram como ajudantes e auxiliaram os colegas, enquanto tirava as dúvidas de outros alunos.

Para finalizar, responderam a questão “Qual a relação entre pressão e volume que você obteve a partir do gráfico?”, onde identificaram que à medida que diminui o volume, a pressão aumenta, “pois fica mais apertado e não tem por onde se bater as moléculas”, comenta um aluno. Entretanto, argumentei que essa relação não é linear.

Para o Grupo C, o tratamento seguiu o mesmo protocolo descrito anteriormente, durando em torno de duas semanas. Foi feita a leitura individual pelos estudantes, a leitura em Grupo e a explanação de palavras e conceitos desconhecidos. Mais uma vez, o fato de Boyle ter aceitado contribuições de outros cientistas chamou a atenção dos estudantes pois, muitos deles comentaram que achavam que os cientistas trabalhavam de forma solitária e que tinham a ideia de que raramente eles ouviam os conselhos de outros profissionais.

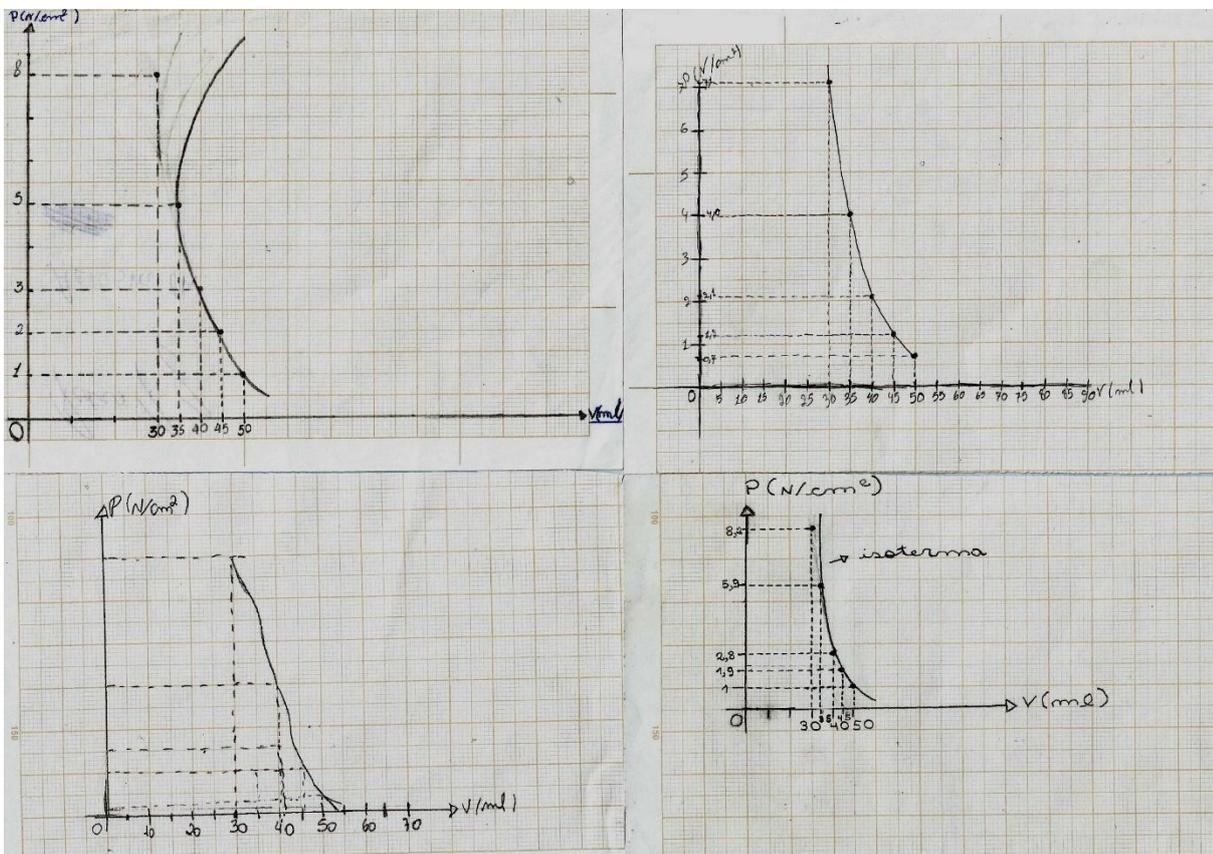
Durante a realização da atividade experimental, os estudantes se organizaram em pequenos Grupos, onde se aproximavam do experimento com suas folhas de anotação e lápis. Expliquei a cada Grupo como funcionava o equipamento e a Tabela que tinham de preencher. As dificuldades do experimento estavam em torno da leitura do manômetro pois, havia subdivisões que não mostravam números, então, os estudantes tinham de observar quantas divisões existiam e qual o valor de cada uma delas.

O dia da realização do experimento estava em torno de 20°C, o que fez com que a temperatura marcada no aparato subisse mais rápido do que quando realizado pelo Grupo A. Isso fez com que, mais de uma vez, tive que explicar que as variações de volume deveriam ser realizadas de forma muito lenta, para que o sistema conseguisse se adaptar e se acomodar sem variar tanto a temperatura ou que deveríamos encontrar uma forma de esfriar o aparato até a temperatura inicial. Um dos estudantes sugeriu que ligassem o ventilador e aproximassem o aparato com cuidado. Assim o fizeram.

Todos os alunos fizeram pelo menos uma das medidas. Uma das estudantes perguntou o porquê dos dados do Grupo dela serem diferentes dos dados de outro Grupo. Argumentei que são pessoas diferentes fazendo as medidas e a leitura dos dados também pode ser diferente, devido à várias características como, por exemplo, problemas de visão, o não cuidado na leitura e até mesmo o descuido com a temperatura que deveria ficar com o valor constante.

Assim como no Grupo A, os estudantes do Grupo C não conheciam o papel milimetrado e tive de explicar como se faz a contagem dos Quadros menores e maiores no papel. Todos conseguiram construir o gráfico, alguns fazendo regra de três para ajustar a escala. Auxiliei alguns estudantes e esses passaram a ajudar seus colegas na construção dos gráficos. Na figura 26 é possível ver alguns gráficos feitos pelos estudantes, onde é possível observar que todos nomearam os eixos e marcaram os pontos com linhas tracejadas, entretanto alguns, talvez por inexperiência não conseguiram ajustar a curva de maneira adequada, como nos gráficos em cima e embaixo à esquerda da figura 26.

Figura 26 – Gráficos em papel milimetrado feito por alguns estudantes do Grupo C



Para finalizar, a questão do roteiro foi respondida. A seguir, algumas respostas:

- “A relação que temos é que diminuindo o volume aumenta a pressão”.
- “Quanto mais diminui o volume, mais a pressão aumenta”.
- “A medida que a pressão aumenta o volume diminui assim vice-versa”.

3.3.3 O Pós-teste

Na Tabela 18 é possível observar o número de indivíduos em cada amostra/Grupo pesquisado, ressaltando que o pós-teste foi aplicado aos quatro Grupos de 2013 a 2016.

Tabela 18 – Número de indivíduos em cada amostra da pesquisa

Amostra/Grupo	Número de indivíduos (N)
A	31
B	33
C	33
D	28

A análise descritiva por Grupos para a atividade intitulada Robert Boyle pode ser vista na Tabela 19, onde podemos observar os valores dos números de indivíduos, a média das notas obtidas no pós-teste, o desvio padrão, os limites inferior e superior e os valores mínimo e máximo, para os Grupos que receberam o tratamento baseado o MCH (Grupos A e C) e os valores para os Grupos que não receberam esse tratamento (Grupos B e D).

Tabela 19 – Análise descritiva para a atividade Robert Boyle

Grupo	N	Média	Desvio Padrão	Erro Típico	Intervalo de Confiança para a Média a 95%		Mín.	Máx.
					Limite inferior	Limite superior		
A e C Receberam o tratamento baseado no MCH	60	6,87	2,251	0,291	6,29	7,45	2	10
B e D Não receberam o tratamento baseado no MCH	61	3,61	2,333	0,299	3,01	4,20	0	10
TOTAL	121	5,22	2,809	0,255	4,72	5,73	0	10

Com relação às médias das notas pode-se observar que as médias das notas no pós-teste para os Grupos que receberam o tratamento baseado no MCH foram maiores do que os que não o receberam.

A Prova de Levene aplicada aos dados podem ser observados na Tabela 20.

Tabela 20 – Prova da homogeneidade de variâncias – Prova de Levene para a atividade Robert Boyle

Estatístico de Levene	df1	df2	Sig.
0,163	1	119	0,687

Em observação à Tabela 20 é possível notar que o valor de significância p é maior que 0,05. Dessa forma, aceita-se H_0 (hipótese nula), que mostra que as variâncias são homogêneas (não existe heterocedasticidade entre as turmas) e podemos aplicar o teste ANOVA, que pode ser visto na Tabela 21.

Tabela 21 – Resultados ANOVA - análise das variâncias

	Soma dos quadrados	df	Média quadrática	F	Sig.
InterGrupos	321,484	1	321,484	61,163	0,000
IntraGrupos	625,491	119	5,256		
Total	946,975	120			

Nessa Tabela, pode-se observar que o resultado da variância nos mostra que foram encontradas variações significativas no desempenho dos alunos. O nível de confiança para a ANOVA referente aos resultados da atividade Robert Boyle foi $p < 0,05$ [$F(1, 119) = 61,163$, $p = 0.000$]. Os valores de significância baixos indicam que existe pelo menos uma diferença entre os Grupos analisados, o que pode ser observado pelos valores de médias mais elevados para os estudantes que receberam a intervenção baseada no MCH.

As variações significativas nos desempenhos dos estudantes para a atividade sobre a vida de Robert Boyle e as relações entre pressão e volume presentes na obra desse cientista, encontram-se nas turmas que receberam a intervenção fundamentada no MCH, conforme diagnóstico das médias obtidas por esses Grupos presentes na Tabela 19.

3.3.4 Análises da Taxonomia de Bloom

A análise através da Taxonomia de Bloom para a atividade Robert Boyle encontra-se no Quadro 21.

Quadro 21 – Avaliação das categorias da Taxonomia de Bloom para a atividade Robert Boyle

Domínio	Categorias	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D
Cognitivo	Conhecimento	++++	+++	++++	+++
	Compreensão	+++++	++	++++	++
	Aplicação	++++	+++	++++	+++
	Análise	+++++	+++	++++	+++
	Síntese	++++	+++	++++	+++
	Avaliação	++++	+++	++++	+++
Afetivo	Acolhimento	+++++	+++	+++++	+++
	Resposta	+++++	+++	+++++	+++
	Valorização	++++	+++	++++	+++
	Organização	++++	++++	+++	++++
	Caracterização	++++	+++	+++	++++
Psicomotor	Imitação	+++++	-	++++	-
	Manipulação	+++++	-	++++	-
	Precisão	++++	-	++++	-
	Articulação	++++	++	++++	++
	Naturalização	++++	++	++++	++

Com relação ao *Domínio Cognitivo* foi possível observar certa dificuldade em identificar situações diversas que envolviam resoluções semelhantes, explicar, sintetizar, organizar o conhecimento e justificar as respostas por parte dos Grupos B e D, os quais não receberam a intervenção baseada no MCH. Dessa forma, esses Grupos receberam escores baixos nas categorias do domínio cognitivo, diferentemente dos Grupos A e C.

Nos Grupos A e C a capacidade de identificar, classificar, explicar e resolver situações diferentes, características das categorias conhecimento, compreensão e aplicação, estavam presentes nesses Grupos e puderam ser vistas nas atividades de aula e no pós-teste. Além disso, a habilidade de relatar e tentar lembrar situações que se encaixam no conteúdo da Lei

de Boyle e a demonstração do entendimento das relações entre o volume e a pressão estavam presentes.

Para o *Domínio Afetivo* foi perceptível a aptidão de acolhimento pelas atividades propostas, a valorização e a resposta aos estímulos recebidos pelas turmas que receberam a intervenção baseada no MCH (Grupos A e C). Já para os Grupos B e D a capacidade de ouvir, atender e aceitar o conteúdo proposto teve escores baixos, pois, foi possível observar a dispersão dos estudantes e, pode-se dizer, uma insatisfação com as atividades propostas.

Para o *Domínio Psicomotor*, não foi possível observar as três primeiras categorias para os Grupos B e D pois, esses não receberam atividades práticas que faziam parte da intervenção com o MCH. Entretanto, as categorias articulação e naturalização, foram observadas durante a resolução de exercícios e problemas. O que pode ser constatado foi a dificuldade em identificar, solucionar problemas e demonstrar isso nas atividades propostas. Já os Grupos A e C puderam ser avaliados em todas as categorias do *Domínio Psicomotor* e foi possível observar uma capacidade de observação, manipulação e questionamentos sobre os experimentos e situações diferentes. Essas habilidades foram evidenciadas nas respostas dos exercícios, problemas e no pós-teste.

3.4 ATIVIDADE PARA O 3º ANO: GEORGE SIMON OHM

3.4.1 O pré-teste

O material para a atividade sobre George Simon Ohm encontra-se em APÊNDICE E. O Grupo A e o Grupo B teve, respectivamente a participação de vinte (20) e vinte e sete (27) estudantes, cuja implementação se deu entre 2013 e 2014. Os resultados para a questão 1 do pré-teste para o Grupo A está no Quadro 22.

Quadro 22 – Análise dos pré-testes do Grupo A para a questão 1

Tipo de Resposta	Alguns Exemplos	Número de alunos
SR	-	3

(continua)

(conclusão)

CNC	<p>“Acredito que os aparelhos aquecem porque eles exercem muita força para poder funcionar”.</p> <p>“Eles aquecem durante o seu funcionamento por que eles foram feito para aquecer. Porque o calor do aparelho se espalha em toda casa ao ponto de nos aquecer”.</p>	4
CPC	<p>“Por que há uma passagem de calor muito grande”.</p> <p>“Acho que eles aquecem pois recebem muita eletricidade ao serem ligados e assim recebem muito calor e acabam esquentando, pois a eletricidade estimula seu funcionamento”.</p>	6
CC	<p>“Porque as cargas quando estão em movimento se unem formando energia. A sei lá”.</p> <p>“Porque parte da energia que vem pra eles é disfarçado em forma de calor”.</p>	7

Em análise ao Quadro 22 é possível observar que, para a questão 1 do pré-teste, “*Por que os aparelhos eletrodomésticos aquecem durante seu funcionamento?*”, 65% dos estudantes conseguiram formular uma resposta condizente e parcialmente condizente, onde se pode notar a associação do movimento de cargas com a produção de calor. Uma porcentagem alta também foi encontrada para o Grupo B, cerca de 70% dos alunos conseguiu formular uma resposta condizente e parcialmente com o perguntado.

As respostas para a questão 1 do pré-teste, para o Grupo B, encontram-se no Quadro 23.

Quadro 23 – Análise dos pré-testes do Grupo B para a questão 1.

(continua)

Tipo de Resposta	Alguns Exemplos	Número de alunos
SR	-	2
CNC	<p>“Por causa da energia”.</p> <p>“Por causa da superconcentração de energia”.</p>	6
CPC	<p>“Por causa da eletricidade que faz com que eles aquecem durante seu funcionamento”.</p> <p>“Porque os aparelhos não são perfeitos”.</p>	5

(conclusão)

Tipo de Resposta	Alguns Exemplos	Número de alunos
CC	<p>“A temperatura de um condutor elétrico aumenta quando uma corrente passa por ele”.</p> <p>“Porque ficam ligados direto na luz e a corrente elétrica passa por ele e com isso esquentam”.</p>	14

No Quadro 23 também pode ser notado o conceito de energia elétrica sendo trocado por luz, o que é muito por praticamente todos os estudantes. Também é possível ver a associação da passagem de corrente elétrica com o aquecimento.

Para o Grupo A, as classificações para a questão 2 estão no Quadro 24.

Quadro 24 – Análise dos pré-testes do Grupo A para a questão 2

Tipo de Resposta	Alguns Exemplos	Número de alunos
SR	-	2
CNC	<p>“Porque é o melhor isolante, para não termos problemas frequentes na rede elétrica”.</p> <p>“Porque o cobre recebe energia sem ser danificado”.</p>	3
CPC	<p>“O cobre puxa mais energia”.</p> <p>“Acho que eles utilizam o cobre por ser mais resistente, mais “forte”, por ter uma capacidade elétrica maior do que o ferro e o latão que nesses casos não poderiam fazer essa função”.</p>	4
CC	<p>“Sim, porque ele permite melhor condução de energia”.</p> <p>“Acredito eu que o motivo especial seja porque o cobre é o que mais conduz eletricidade do que o ferro e o latão”.</p>	11

Para a questão 2 do pré-teste, “*Explique se existe algum motivo especial para ser utilizado o cobre nas instalações elétricas das casas, apartamentos e prédios ao invés de outros metais como ferro ou latão?*”, é possível notar que 55% dos estudantes do Grupo A conseguiram formular uma resposta condizente e 20% uma resposta parcialmente condizente. É possível perceber também a associação do cobre com a condução de energia elétrica, o que também pode ser notado para as respostas do Grupo B (Quadro 25), onde 37% formularam respostas condizentes com o perguntado.

Quadro 25 – Análise dos pré-testes do Grupo B para a questão 2

Tipo de Resposta	Alguns Exemplos	Número de alunos
SR	-	3
CNC	“Pois o cobre é mais leve e tem a mesma função”. “Porque o cobre é mais confiável”.	12
CPC	“Permite que a energia passa mais rápido”. “Ser mais barato e conduzir energia sem muita perda”.	2
CC	“Porque ele é um melhor condutor”. “Por questão financeira, por sua condutibilidade”.	10

Entretanto, no Quadro 25 também pode-se perceber que cerca de 44% dos estudantes formularam uma resposta não condizente. Muitos deles associaram o uso do cobre por causa de sua massa e não pela sua condutibilidade.

Na Tabela 22 encontram-se os valores da Prova de Levene para a análise quantitativa do pré-teste.

Tabela 22 – Prova da homogeneidade de variâncias – Prova de Levene para os pré-testes da atividade George Simon Ohm

Estatístico de Levene	df1	df2	Sig.
0,125	1	45	0,725

Como o valor de significância p é maior que 0,05 ($p=0,725$) dizemos que não existe *heterocedasticidade* entre as amostras e podemos aplicar o teste ANOVA, cujos resultados encontram-se na Tabela 23.

Tabela 23 – Resultados ANOVA - análise das variâncias

	Soma dos quadrados	df	Média quadrática	F	Sig.
InterGrupos	0,586	1	0,586	0,061	0,807
IntraGrupos	436,052	45	9,690		
Total	436,638	46			

O resultado do teste ANOVA evidenciou que não foram encontradas variações significativas entre as turmas nos resultados dos pré-testes pois, o valor de significância p foi maior que 0,05. Isso significa que as turmas apresentaram conhecimentos prévios semelhantes. O nível de confiança para a ANOVA referente aos resultados da atividade George Simon Ohm foi $p > 0,05$ [$F(1, 45) = 0,061$, $p = 0,807$].

3.4.2 O tratamento

As atividades envolvendo a vida e obra de George Simon Ohm foram implementadas em torno de três semanas, tanto para o Grupo A quanto para o Grupo C, de acordo com a metodologia de Solomon. Para isso, conforme mencionado anteriormente, começou-se com a leitura individual sobre os trabalhos de Ohm, leitura em Grupo com explicação de palavras desconhecidas e comentários pertinentes à obra, atividade prática e explicação dos conceitos envolvidos nas leis de Ohm.

Durante a leitura em Grupo, o comentário sobre o fato de Ohm ter sido filho e operário e ter necessitado trabalhar desde cedo, chamou a atenção dos alunos do Grupo A. Em todas as turmas, não somente nessa atividade, quando a vida dos cientistas envolvia situações de trabalho, os estudantes se identificavam – *“Eu também trabalho já faz tempo, professora e ajudo em casa”*, comenta um dos alunos.

Na época em que Ohm desenvolveu seus trabalhos ocorria o fim da 1ª Revolução Industrial, marcada pelo surgimento das máquinas térmicas, e começavam a surgir novas ideias: as máquinas elétricas. Alguns alunos comentaram que se lembravam das aulas de história e que a professora tinha ensinado sobre isso, mas que eles lembravam das máquinas térmicas, como a locomotiva a vapor e não da revolução que envolvia máquinas elétricas. Comentei, que por esse motivo, coloquei um Quadro comparativo das Revoluções Industriais, indicando também que vivemos a 3ª Revolução Industrial, caracterizada pela engenharia genética e o emprego de computadores e celulares. Um aluno mencionou – *“Claro, engenharia genética, depois de aperfeiçoar as máquinas tinham que olhar pra gente!”*.

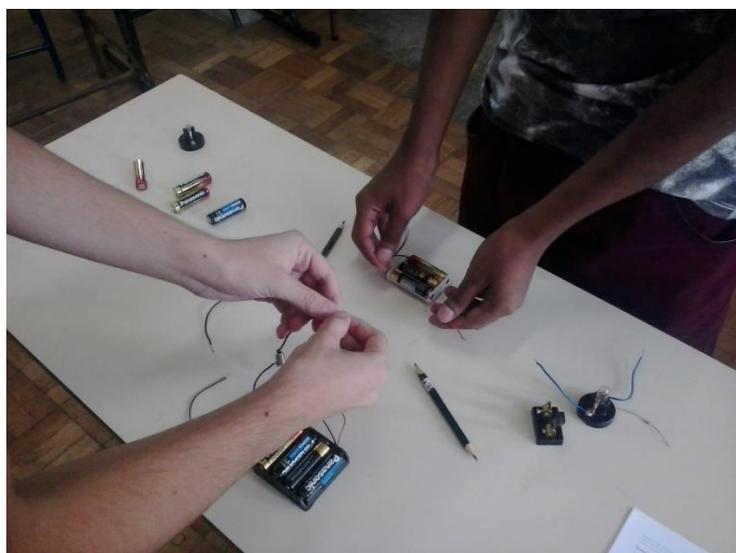
Os estudantes também indagaram sobre o fato de Ohm ter utilizado fios de espessuras diferentes. Eles perguntaram o porquê de ter diferentes *“tamanhos”*. Eles utilizaram a palavra tamanho com o sentido de espessura e não comprimento. Respondi a eles que as espessuras estão relacionadas com a capacidade de deixar passar mais ou menos corrente elétrica num circuito. Vale ressaltar que nesse momento ainda não tínhamos chegado ao conceito de

resistência elétrica e tensão elétrica. A corrente elétrica já era conhecida pelos alunos pois, haviam estudado sobre o choque elétrico e os efeitos no corpo humano em outra ocasião.

Outro questionamento foi sobre os fios que são utilizados nas redes públicas e nas casas. Um dos alunos comentou que é muito comum as pessoas roubarem as fiações de cobre e vendê-las. Questionei se eles sabiam qual era um outro metal melhor condutor do que o cobre. Eles responderam que era o ferro, o alumínio. Disse a eles que um melhor condutor era a prata. Ficaram espantados e perguntaram porque não faziam fios de prata. Expliquei que o cobre é mais utilizado devido ao seu custo.

Para a realização das atividades práticas, o Grupo A se dividiu em pequenos Grupos que se aproximavam das mesas colocadas no centro da sala. O roteiro era composto por três pequenas atividades. A primeira delas consistia em montar um circuito com uma lâmpada, quatro pilhas e dois pedaços de fios, onde uma das extremidades ficaria livre para que pudessem colocar materiais como lápis 2B, lápis 4B, um resistor de 33Ω e um fio de ligação. Os alunos deveriam avaliar se a lâmpada acendia e qual a intensidade do brilho. Na figura 27 pode-se ver dois estudantes montando a atividade.

Figura 27 – Alunos do Grupo A montando a atividade 1 sobre Ohm



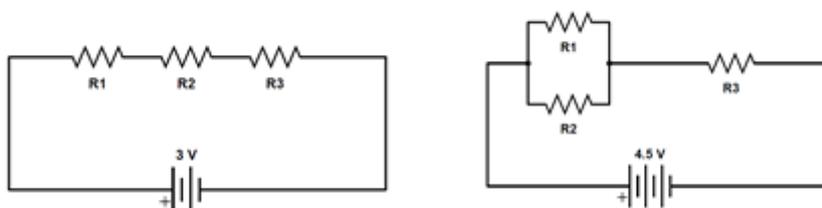
Para montarem o circuito, representado pelos símbolos utilizados na Física e não na realidade, tive de explicar que cada símbolo correspondia a um objeto na realidade. Expliquei que isso é feito pois, existem muitos tipos de lâmpadas e que saber o desenho específico para cada uma delas seria muito complicado, principalmente para uma pessoa que nunca viu um tipo particular de lâmpada. Para formar os 6V que aparecem no circuito, mostrei que em cada

pilha vem a informação de quantos volts ela pode fornecer ao circuito. Os alunos olharam e identificaram que cada pilha era de 1,5V. perguntei como podemos fazer para obter os 6V. “Pegando 4 pilhas?”, mencionou um estudante.

Com o circuito montado, antes de colocarem os objetos da lista no espaço livre, indaguei se com os lápis a lâmpada podia acender. Todos responderam que não, e a ideia que passaram era que somente materiais metálicos poderiam ser condutores. Ao experimentarem os materiais ficaram surpresos que a lâmpada acendeu com os lápis e com o fio, mas não acendeu com o resistor.

Para atividade 2, sobre as lâmpadas em série e em paralelo, perguntaram se os R_1 , R_2 e R_3 eram as lâmpadas, porque na atividade 1 o símbolo das lâmpadas era diferente. Respondi que sim e, que por uma questão histórica as lâmpadas podem ser representadas como resistores. Deixei eles pensando sobre a montagem e logo conseguiram montar a associação em série. Perguntei a eles qual a diferença entre os desenhos (Figura 28).

Figura 28 – Representações do roteiro sobre os tipos de arranjos do circuito.



Os estudantes responderam que na primeira representação, conforme eles montaram, ficava uma lâmpada do lado da outra. No outro circuito, que tive de ajudá-los a interpretar e montar, responderam que se ligava “duas pelos seus fios e outra ligava numa das pontas”, e além disso, “as pontas que sobram ligamos nas pilhas.”. Responderam as questões sem problemas.

Para a última atividade, sobre o efeito Joule, os estudantes tinham de montar o circuito com um interruptor, 4 pilhas e um resistor de 33Ω . Ao fechar o circuito, tinha de colocar o dedo sobre o resistor e verificar sua temperatura. Muitos ficaram com medo pois, achavam que tomariam choque e expliquei que isso não aconteceria, já que a corrente que passar tem um valor muito baixo. Em seguida tinham de trocar o resistor de 33Ω por um de 15Ω e comparar a temperatura, explicando o ocorrido.

Os estudantes responderam que o resistor de 15Ω esquentou mais do que o de 33Ω . Perguntei o porquê do ocorrido e eles responderam que o resistor de 15Ω “deixa passar mais

eletricidade”. Expliquei que o termo “*deixa passar mais eletricidade*” está relacionado à corrente elétrica e que quando maior a resistência elétrica menor a intensidade da corrente que passa por ele.

Para o Grupo C, a intervenção se deu nos mesmos parâmetros do que para o Grupo A. Durante a leitura em Grupo, os alunos também comentaram sobre Ohm ter sido filho de operário, ter trabalhado desde cedo e nunca ter largado os estudos, comentando que muitas vezes é difícil estudar e trabalhar. Argumentei que é muito difícil, mas que se a pessoa tem um objetivo e sente a necessidade de que pode fazer mais, evoluir e ter melhores condições de vida, os estudos são uma boa alternativa para isso.

Da mesma forma como para o Grupo A, os estudantes argumentaram que não conheciam a Revolução Industrial que era caracterizada pelo uso e desenvolvimento de máquinas elétricas e que somente lembravam do período caracterizado pelas máquinas térmicas. Dessa forma, expliquei não somente como era caracterizada essa época em que Ohm desenvolveu seus estudos, mas também as demais revoluções industriais.

Na leitura sobre os experimentos de Ohm, em que ele utilizava fios de espessuras diferentes, os estudantes também perguntaram o porquê de Ohm ter feito isso. Vale ressaltar dois aspectos, o primeiro é que assim como para o Grupo A, os alunos utilizaram a palavra “tamanho” para se referir à espessura, muitas vezes confundindo com o comprimento do fio. Outro fato é que eles já haviam estudado sobre a corrente elétrica, por isso, expliquei a eles que Ohm utilizou fios de espessuras diferentes pois, a passagem da corrente depende da espessura do fio, entre outros fatores como seu comprimento e material de que é feito.

Os alunos perguntaram também sobre os fios de cobre. Eles relataram que conhecem muitas pessoas que roubam os fios das ruas e de algumas casas abandonadas para vender. Perguntei a eles se eles sabiam de algum outro material que poderia ser melhor condutor de eletricidade que o cobre, assim como fiz para o Grupo A. eles responderam que poderia ser de ferro. Respondi que o ferro conduz menos eletricidade que o cobre e que o material que conduz de forma mais eficaz é a prata, mas que não é utilizado devido ao seu custo. “*Imagina professora se fizessem fios de prata, a gente tava sempre no escuro*”, argumentou um aluno.

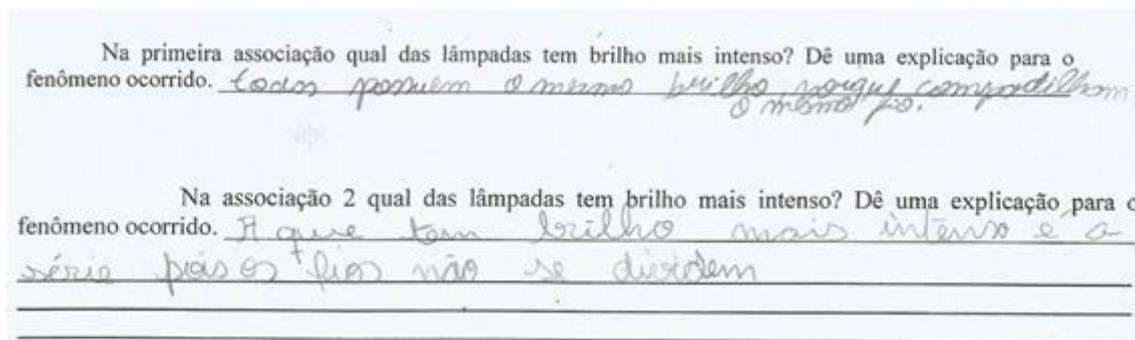
Algo que chamou a atenção dos alunos do Grupo C foi com relação às críticas negativas recebidas por Ohm. Uma das alunas relatou que em seu trabalho, em um supermercado, também recebe muitas críticas e nenhum elogio. “*Às vezes, a gente encontra gente invejosa, né professora*”, argumentou. Respondi que mesmo recebendo essas críticas, devemos fazer como Ohm fez, seguir em frente e continuar fazendo seu trabalho da melhor maneira possível.

Para as atividades práticas, os alunos também se dividiram em Grupos. Mesas com os materiais foram organizadas no centro da sala e os Grupos vinham e realizavam as atividades. Para a atividade 1, tive de ajudar os alunos nas representações utilizadas na Física e as empregadas na realidade, explicando a importância, assim como para o Grupo A sobre os diversos tipos de lâmpadas que temos e que seria difícil saber a representação de cada uma. Para conseguirmos os 6V, pedi para que eles olhassem nas pilhas e verificassem sua voltagem. Argumentei que todos os aparelhos devem ter essas especificações. Responderam que cada pilha é de 1,5V e que para obtermos 6V deveríamos juntar 4 pilhas.

Quando perguntados sobre os materiais da lista e quais deveriam acender a lâmpada quando colocados no circuito, responderam que os grafites não ligariam, os demais fariam a lâmpada acender. Quando colocaram os materiais no espaço, ficaram espantados com os grafites que acenderam a lâmpada e com o resistor que não acendeu. Perceberam os brilhos diferentes e marcaram a Tabela sem problemas.

Para a atividade 2, perguntaram o que eram “*os risquinhos em ziguezague*” que apareciam nos circuitos. Respondi que era a representação dos resistores, como o utilizado na atividade 1, mas que historicamente, as lâmpadas também podem ser representadas como resistores. Perguntei sobre a diferença das associações e eles tiveram de montá-las para responder que na primeira (em série) “*elas ficam ligadas no fim de uma e no início da outra*”, respondeu uma aluna. Já a segunda “*amarra duas nas duas pontas delas e a outra amarra em uma das pontas*”, respondeu outra aluna. Com relação ao brilho das lâmpadas, podemos ver a resposta de uma das alunas na figura 29, onde é possível notar, para a primeira questão, a associação em série relacionada com “*compartilhar o mesmo fio*”, ou estar em fila como comentaram. Já para a associação em mista (duas em paralelo e em série com a terceira), é possível notar a associação em paralelo associada com a divisão dos fios.

Figura 29 – Respostas de uma das alunas para a atividade 2

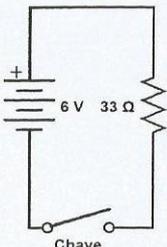


Para a atividade 3, os estudantes sentiram dificuldades em colocar o interruptor no circuito, por isso, tive de auxiliá-los. Assim como no Grupo A, o Grupo C ficou com medo de verificar a temperatura do resistor, receando o choque elétrico. Expliquei a eles que esse risco eles não corriam. Na figura 30, é possível notar as respostas de um dos alunos para a atividade 3.

Figura 30 – Respostas de um dos alunos para a atividade 3

Atividade 3 – Efeito Joule

Primeiramente monte o circuito conforme a representação mostrada na figura abaixo.



Em seguida, feche o circuito. Coloque um dedo sobre o resistor e espere alguns segundos. O que você pode perceber com relação à temperatura do resistor? A temperatura aumentou.

Agora troque o resistor de 33Ω por um de 15Ω . Compare a temperatura dos resistores. Explique porque isso ocorreu. Aumentou a temperatura também por que a corrente aumentou

Na figura 30, é possível notar que com a diminuição da resistência, ocorre o aumento da corrente e consequentemente o aumento de temperatura.

3.4.3 O pós-teste

O número de alunos em cada amostra para a atividade sobre George Simon Ohm pode ser observado na Tabela 24.

Tabela 24 – Número de indivíduos em cada amostra da pesquisa

Amostra/Grupo	Número de indivíduos (N)
A	15
B	32
C	17
D	30

A análise descritiva por Grupos (Grupos A e C que receberam o tratamento baseado o MCH e os Grupos B e D que não receberam esse tratamento) para a atividade George Simon Ohm pode ser observada na Tabela 25.

Tabela 25 – Análise descritiva para a atividade George Simon Ohm

Grupo	N	Média	Desvio Padrão	Erro Típico	Intervalo de Confiança para a Média a 95%		Mín.	Máx.
					Limite inferior	Limite superior		
A e C Receberam o tratamento baseado no MCH	32	7,00	2,272	0,402	6,18	7,82	2	10
B e D Não receberam o tratamento baseado no MCH	62	5,06	2,394	0,304	4,46	5,67	0	10
TOTAL	94	5,72	2,516	0,260	5,21	6,24	0	10

Com relação às médias das notas pode-se observar que os Grupos que receberam o tratamento baseado no MCH obtiveram valores maiores do que os que não o receberam.

A Prova de Levene aplicada aos dados podem ser observados na Tabela 26.

Tabela 26 – Prova da homogeneidade de variâncias – Prova de Levene para a atividade George Simom Ohm

Estatístico de Levene	df1	df2	Sig.
0,043	1	92	0,836

A partir da Tabela 26 é possível notar que o valor de significância p é maior que 0,05 ($p=0,836$). Dessa forma, diz-se que as variâncias são homogêneas, ou seja, não existe heterocedasticidade entre as turmas e podemos aplicar o teste ANOVA (Tabela 27).

Tabela 27 – Resultados ANOVA - análise das variâncias

	Soma dos quadrados	df	Média quadrática	F	Sig.
InterGrupos	79,067	1	79,067	14,270	0,000
IntraGrupos	509,742	92	5,541		
Total	588,809	93			

Na Tabela 27 é possível observar que foram encontradas variações significativas no desempenho dos alunos, pois $p < 0,05$. O nível de confiança para a ANOVA referente aos resultados da atividade foi $p < 0,05$ [$F(1, 92) = 14,270$, $p = 0.000$]. Conforme os valores das médias apresentados na Tabela 25, as variações significativas encontram-se para as turmas que receberam o MCH baseado na biografia de George Simon Ohm e as relações entre tensão elétrica, corrente elétrica e resistência elétrica mostradas por ele em sua obra.

3.4.4 A análise da Taxonomia de Bloom

A avaliação das categorias de cada domínio da Taxonomia de Bloom para a atividade sobre George Simon Ohm encontra-se no Quadro 26.

Quadro 26 – Avaliação das categorias da Taxonomia de Bloom para a atividade George Simon Ohm

(continua)					
Domínio	Categorias	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D
Cognitivo	Conhecimento	++++	+++	++++	+++
	Compreensão	+++++	+++	++++	+++
	Aplicação	+++++	++	+++++	+++
	Análise	+++++	++	++++	+++
	Síntese	++++	+++	++++	++
	Avaliação	++++	++	++++	+++
Afetivo	Acolhimento	+++++	+++	+++++	+++
	Resposta	+++++	+++	+++++	+++
	Valorização	+++++	+++	+++++	+++
	Organização	++++	+++	+++	+++
	Caracterização	++++	+++	+++	++++

(conclusão)

Psicomotor	Imitação	++++	-	++++	-
	Manipulação	++++	-	++++	-
	Precisão	++++	-	+++	-
	Articulação	++++	+++	++++	+++
	Naturalização	++++	+++	++++	+++

Em análise ao *Domínio Cognitivo* da Taxonomia de Bloom foi possível perceber que as turmas que receberam a metodologia baseada no MCH tiveram o desenvolvimento de habilidades como lembrar, memorizar, classificar, definir e descrever as situações e conteúdos propostos de forma mais eficaz, evidenciando um comportamento diferente em suas atitudes e respostas, do que os estudantes que não receberam esse método. As relações entre a tensão elétrica e corrente elétrica, a resistência elétrica e suas propriedades, os condutores e isolantes e suas características foram descritas nos exercícios e evidenciadas no pós-teste. Os estudantes dos Grupos B e D apresentaram mais dificuldades em analisar os exercícios e problemas e resolvê-los, sendo necessário mais tempo para se expressarem e para organizarem as ideias e, ainda assim, demonstraram mais equívocos em suas respostas.

Para o *Domínio Afetivo*, foi possível perceber a dificuldade em fazê-los prestar atenção na proposta das atividades para os Grupos que não receberam as atividades baseadas no MCH. Os Grupos que receberam foram instigados a fazer associações com outras situações e lembrá-las na resolução das atividades práticas e exercícios. Além disso, as tarefas extraclasse eram resolvidas com mais frequência pelos estudantes dos Grupos A e C do que pelos alunos dos Grupos B e D.

Para o *Domínio Psicomotor*, não temos informações para os Grupos B e D para as três primeiras categorias desse domínio, pois, não receberam atividades práticas. Entretanto, para as categorias *articulação* e *naturalização* foram avaliadas as respostas dos exercícios, problemas e pós-teste, onde foi possível perceber algumas dificuldades em identificar as grandezas físicas e a solucionar situações matemáticas. Já para os estudantes dos Grupos A e C, embora, algumas vezes, com um pouco de receio para mexer nos equipamentos, esses estudantes se envolveram na atividade e com pequenos auxílios, conseguiram cumprir os objetivos, montando, fazendo as medidas e observações necessárias para completar a atividade. Além disso, demonstraram melhores resultados no pós-teste e na extensão dos conhecimentos aprendidos à situações diferentes.

3.5 ATIVIDADE PARA O 3º ANO: ALESSANDRO GIUSEPPE ANTONIO ANASTASIO VOLTA

3.5.1 O pré-teste

O material para a atividade sobre Alessandro Giuseppe Antonio Anastasio Volta encontra-se em APÊNDICE F. Os resultados da análise da questão 1 do pré-testes dos Grupos A e B estão dispostos nos Quadros 27 e 28, respectivamente. O Grupo A teve a participação de dezessete (17) estudantes, enquanto o Grupo B contou com vinte e oito (28) alunos. A implementação com esses Grupos se deu entre 2013 e 2014.

Quadro 27 – Análise dos pré-testes do Grupo A para a questão 1

Tipo de Resposta	Alguns Exemplos	Número de alunos
SR	-	2
CNC	<p>“Porque cada um tem seus V”.</p> <p>“Porque os objetos requerem tamanhos diferentes, e com o passar do tempo o tamanho diminui ou aumento mas permaneceu a mesma capacidade de energia”.</p> <p>“Em minha opinião, eu acho que o valor de V de cada pilha não importa”.</p>	3
CPC	<p>“Porque os objetos requerem tamanhos diferentes”.</p> <p><i>Para poderem encaixar nos diversos tipos e tamanhos do suporte.</i></p> <p>“Existem pilhas de tamanhos diferentes porque não são todos os aparelhos que pode ser usado as mesmas pilhas, do mesmo tamanho”.</p>	8
CC	<p>“Porque cada pilha tem uma carga para cada equipamento elétrico”.</p> <p>“O tamanho define a quantidade de <i>Amper</i>”.</p> <p>“Porque os objetos e aparelhos requerem e necessitam de tamanhos de pilhas diferentes para uma maior resistência também”.</p> <p><i>Acuidito que existem pilhas de tamanhos diferentes porque além dos aparelhos exigem determinados tamanhos, acuidito que a usinância de uma é maior que a outra.</i></p>	4

A partir da análise do Quadro 8 nota-se que a maioria dos estudantes (70,5%) conseguiu formular uma resposta para a questão “*Por que existem pilhas de 1,5V de tamanhos diferentes? (Pilha média, pilha palito)*”. Entretanto, mesmo que faltando alguns elementos, 47,0% dos estudantes conseguiram formular uma resposta parcialmente condizente, enquanto que 23,5% conseguiram formular uma resposta condizente.

Com relação ao conteúdo, observa-se que a maioria dos estudantes associa o tamanho da pilha apenas com o tamanho do suporte onde ela ficará, o que os classifica como parcialmente condizente. Vale ressaltar que, no momento em que o pré-teste foi aplicado, os estudantes já haviam visto os conteúdos referentes às pilhas na disciplina de Química.

No Quadro 28 estão os resultados do pré-teste do Grupo B para a questão 1.

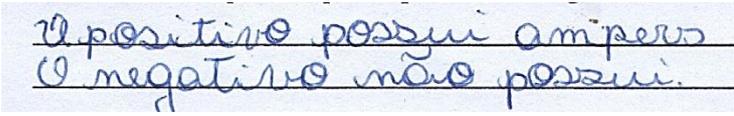
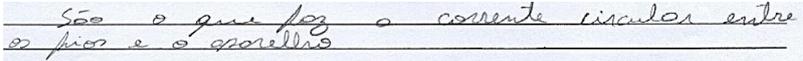
Quadro 28 – Análise dos pré-testes do Grupo B para a questão 1

Tipo de Resposta	Alguns Exemplos	Número de alunos
SR	-	1
CNC	<p>“Por que cada pilha tem uma função diferente”.</p> <p>“Porque os objetos que não usam fio condutores de energia precisam das pilhas que vão agir como geradores”.</p>	3
CPC	<p>“Para se adaptar a aparelhos de tamanhos diferentes”.</p> <p><i>Porque quanto maior o aparelho maior a pilha</i></p> <p>“Quanto mais energia o aparelho precisar, maior deve ser a pilha”.</p>	18
CC	<p>“Por causa que certos aparelhos necessitam de uma maior amperagem de energia para durar mais tempo”.</p> <p>“Normalmente o tamanho da pilha define sua capacidade de <i>amper</i>”.</p>	6

Para o Grupo B, cerca de 85,7% dos estudantes também conseguiram formular uma resposta condizente, sendo que 21,4% classificados como CC. Mais uma vez é possível observar a relação entre o tamanho da pilha com o suporte que ela ficará instalada. Outro fato destacável é o aparecimento da palavra amperagem, uma associação da corrente elétrica necessária para o funcionamento do aparelho, confirmado pela discussão com os estudantes, em momentos de mediação.

Os resultados da análise da questão 2 do pré-testes dos Grupos A e B estão dispostos nos Quadros 29 e 30, respectivamente.

Quadro 29 – Análise dos pré-testes do Grupo A para a questão 2

Tipo de Resposta	Alguns Exemplos	Número de alunos
SR	-	1
CNC	<p>“São as cargas de uma pilha”.</p> 	7
CPC	<p>“As pilhas tem que ter um positivo e negativo para funcionar”.</p>  <p>“Porque os aparelhos exigem que essa corrente da pilha passe a carga da pilha”.</p>	4
CC	<p>“Porque os aparelhos exigem das pilhas duas cargas diferentes para que possam funcionar”.</p> <p>“Polo positivo é por onde os elétrons entram, e o negativo por onde saem”.</p>	5

Em análise ao Quadro 29 pode-se perceber que cerca de 53% dos estudantes do Grupo A responderam à questão “O que são polos positivo e negativo de uma pilha?”. Do total, 29% conseguiram explicar (CC) que os polos são necessários para que haja a passagem de elétrons e que esses precisam estar em patamares diferentes.

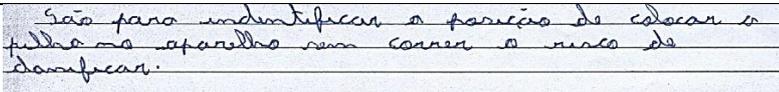
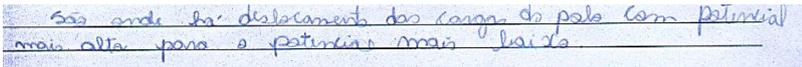
Ainda sobre a questão 2 para o Grupo A, cerca de 23,5% (CPC) dos estudantes deram uma resposta associada ao movimento das cargas, sem definir o sentido. A seguir, no Quadro 30, alguns exemplos e a quantidade de alunos para cada tipo de resposta do Grupo B.

Quadro 30 – Análise dos pré-testes do Grupo B para a questão 2

Tipo de Resposta	Alguns Exemplos	Número de alunos
SR	-	2
CNC	<p>“São polos que se atraem”.</p> <p>“Para dar um circuito”.</p> <p>“As duas barras são ligadas por um fio condutor de eletricidade e, em um ponto de fio”.</p>	12

(continua)

(conclusão)

Tipo de Resposta	Alguns Exemplos	Número de alunos
CPC	 <p>“É os locais por onde a pilha fornece energia para o aparelho”.</p>	9
CC	<p>“Por que é assim que circulam os elétrons pelo condutor: do polo negativo para o positivo”.</p> 	5

A partir do Quadro 30, pode-se notar que 50% dos estudantes conseguiram formular respostas que se enquadram em CPC (32%) e CC (18%). É possível observar que os 18% classificados como CC, explicaram o sentido em que a corrente elétrica passa pelos polos da pilha, que demonstram indícios de associação com outros conhecimentos. Por outro lado, 50% dos estudantes não conseguiram formular uma resposta para o que estava sendo pedido.

Para a análise quantitativa dos pré-testes foi aplicada a prova de Levene. Os resultados podem ser vistos na Tabela 28.

Tabela 28 – Prova da homogeneidade de variâncias – Prova de Levene para os pré-testes da atividade Alessandro Volta

Estatístico de Levene	df1	df2	Sig.
0,030	1	43	0,863

Na Tabela 28 é possível observar que o valor de significância $p=0,863$. Como esse valor é maior que 0,05, dizemos que não existe *heterocedasticidade* entre as amostras e podemos aplicar o teste ANOVA. Os resultados desse teste podem ser conferidos na Tabela 29.

Tabela 29 – Resultados ANOVA - análise das variâncias

	Soma dos quadrados	df	Média quadrática	F	Sig.
InterGrupos	0,826	1	0,826	0,114	0,737
IntraGrupos	311,485	43	7,244		
Total	312,311	44			

Na Tabela 29, pode-se observar que o resultado da variância nos mostra que não foram encontradas variações significativas nos resultados dos pré-testes. O nível de confiança para a ANOVA referente aos resultados da atividade Alessandro Volta foi $p > 0,05$ [$F(1, 43) = 0,114$, $p = 0,737$]. O valor de significância maior que 0,05 ($p = 0,737$) indica que não existem diferenças significativas entre as turmas, ou seja, as turmas ingressaram com conhecimentos prévios semelhantes.

3.5.2 O tratamento

A implementação baseada no MCH para as turmas A e C teve duração de cerca de quatro semanas e consistiu no relato sobre a vida, obra e experimentos de Alessandro Giuseppe Antonio Anastasio Volta, seguido da atividade prática aplicada e explanação dos conceitos envolvidos na obra.

Primeiramente, os estudantes fizeram uma leitura individual para que em seguida, em grande Grupo, pudessem ler novamente cada parágrafo e explicitar cada termo ou situação não entendida. Os primeiros comentários giraram em torno do fato de que Volta, embora de família com dificuldades financeira, conseguiu estudar e se dedicar ao que tinha interesse, às ciências. *“Com dedicação, não importa da onde a gente vem né professora?”*, argumentou um estudante. Respondi positivamente e acrescentei que se realmente queremos algo temos que ter persistência, pois os resultados podem demorar para poderem ser vistos, o que caracteriza o trabalho dos cientistas.

Outro fato destacável foram as parcerias de Volta e as contribuições que possibilitaram desenvolver seus trabalhos. *“Se não fosse o lixeiro, quem tinha que juntar o lixo de todo mundo era a gente né profe?”*, argumentou uma estudante. *“Mesmo que seja indiretamente, vale.”*, continuou a mesma aluna. Nas falas dos alunos sempre é possível notar certa associação, seja com o trabalho que exercem em turno inverso ao da escola, seja com a realidade vivida no bairro, pois muitos estudantes têm pais ou parentes que tiram o sustento da coleta de materiais recicláveis. Isso fica claro numa das falas: *“Tem gente que fala mal dos que catam latinha e papelão. Mas é um lixo que vai ser reaproveitado e não vai pra dentro do arroio”*. O arroio a que se refere é o Arroio Cadena, que passa próximo à maioria das casas da maioria dos estudantes e que é local de despejo de todos os tipos de lixo, o que o tornou poluído há mais de trinta anos.

Volta se dedicou ao estudo da eletricidade mesmo numa época em que se desenvolvia mais estudos relacionados às máquinas térmicas. Um estudante comentou que na época da

Revolução Industrial substituíram as pessoas por máquinas térmicas e que posteriormente, substituíram mais as pessoas, pois as máquinas elétricas são mais eficientes. A pilha criada por Volta, fez surgir a questão do lixo eletrônico. *“Professora, e as pilhas no meio ambiente? Onde eu moro tem um monte de televisão, computador e pilha que as pessoas colocam no lixo.”* – argumentou um aluno. Expliquei que o lixo eletrônico, é um problema muito sério e que as pilhas podem soltar substâncias capazes de contaminar os lençóis freáticos.

O experimento, feito antes da explanação dos conteúdos, consistiu em pequenos Grupos que mais uma vez dividiam as tarefas e discutiam. Na figura 31, é possível ver os estudantes realizando o experimento em colaboração.

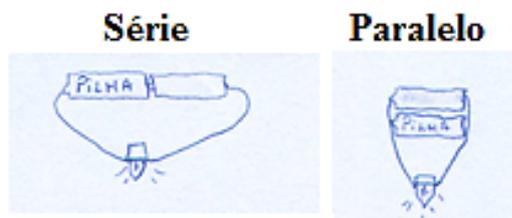
Figura 31 – Realização do experimento sobre Volta



Para o experimento foram necessárias duas pilhas de 1,5V cada, uma lâmpada de 2,5V e fita isolante. No roteiro entregue aos estudantes, havia o esquema do circuito a ser montado de acordo com as representações utilizadas na Física. Uma das tarefas exigia que os estudantes desenhassem o circuito na realidade e identificassem que tipo de ligação (série, paralelo ou mista) estava sendo montado, pois em conteúdos anteriores, como as Leis de Ohm, percebeu-se certa dificuldade em fazer essa distinção.

Na Figura 32 é possível observar os desenhos feitos por um dos estudantes. Nela pode-se notar as representações na realidade e sua representação esquemática, ou seja, como vemos na teoria de dois tipos de associação. Esse exercício se faz muito importante, pois mostra a capacidade interpretativa e de transposição da teoria para a realidade.

Figura 32 – Respostas do experimento sobre Volta

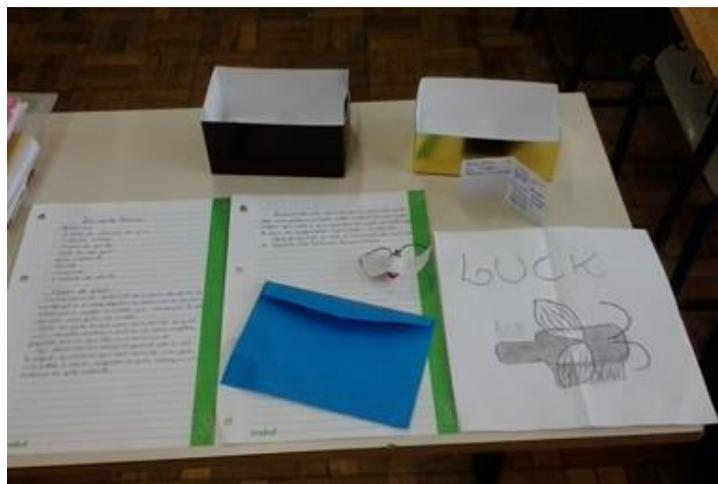


Outra dificuldade apresentada por alguns alunos foi a identificação do tipo de associação. Entretanto, mostrei a eles que se ao polo positivo de uma pilha colocamos o polo negativo de outra pilha, teremos a ligação em série. Da mesma forma, para uma ligação em paralelo, foram necessários pedaços de fio para que as ligações pudessem ser concretizadas.

Algo muito interessante ocorreu alguns dias após a realização do experimento. Com a ideia de que realizamos trabalhos, descobertas em conjunto e não sozinhos, os estudantes perguntaram se não havia uma forma de aproximarmos o que estávamos vendo em aula com um colega que estava hospitalizado à espera de um transplante de rins. Deram como sugestão fazer uma *Baratinha Elétrica* e presentear o colega.

A *Baratinha Elétrica*, disponível no *site* Manual do Mundo (<http://www.manualdomundo.com.br/2012/02/barata-eletrica-mini-robo-caseiro/>), é um mini robô feito com motor de vibrador do celular, pilhas de relógio, escova de dentes cortada, fios e fita isolante. Os estudantes se mobilizaram, trouxeram o material, montaram o mini robô e escreveram uma carta ao colega, explicando a forma como foi construída, como ela funciona, explicando a ligação em série das pilhas, e o que ele deveria fazer para vê-la se mexer. O resultado pode ser visto na Figura 33, onde a baratinha recebeu o nome de *Luck* (sorte em inglês). Além disso, com autorização dos pais e diretora, fomos pessoalmente entregar as invenções ao colega, que aparentemente se sentiu muito bem em saber que não fora esquecido pelos demais alunos.

Figura 33 – Baratinha Luck, presente ao colega que não compareceu a aula por estar hospitalizado à espera de transplante



Para o Grupo C, o tratamento seguiu as mesmas etapas descritas anteriormente. Foi feita a leitura individual pelos estudantes, a leitura em Grupo e a explanação de palavras e conceitos desconhecidos. Assim como para o Grupo A, o fato de Alessandro Volta ter vindo de uma família com dificuldades financeiras chamou a atenção dos alunos. Volta teve a necessidade de ir morar com um tio e contava com materiais doados por um amigo para fazer seus experimentos, mas nunca desistiu da carreira. Muitos estudantes se identificaram com essas dificuldades e argumentaram ter interesse em se dedicar a determinadas áreas como, por exemplo, administração e que para chegarem até a faculdade, se dedicam a fazer cursos para adquirir experiência e conhecimento, como os cursos do Projeto Jovem Aprendiz do governo Federal.

A imagem de Volta com a pilha chamou a atenção dos alunos. “*Professora, a pilha era uma pilha de coisas mesmo?*”, indagou um estudante. Argumentei que sim, eram pilhas de discos de prata, zinco e flanelas de salmoura. “*Nunca imaginei que era por causa disso.*”, argumentou outro aluno. Expliquei que faltou para Volta entender o porquê de colocar as flanelas embebidas em salmoura. A questão envolvia o conceito de eletrólise, que somente foi explicada em 1832 por Auguste de La Rive, quando Volta já havia falecido.

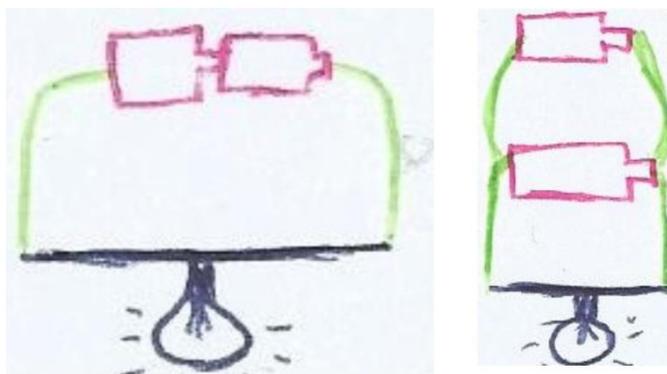
A questão do descarte das pilhas em lixo comum também surgiu. Muitos estudantes relataram não saber onde jogar o lixo eletrônico como pilhas, lâmpadas e aparelhos eletrônicos que não usam mais. Entretanto, eles tinham o conhecimento de que não devem jogar em lixo comum. Argumentei que devemos ficar atentos aos lugares que recolhem esses tipos de materiais, como lojas, instituições de ensino, etc. Expliquei também sobre os riscos à

saúde e a contaminação do meio ambiente. “*Não custa nada a gente guardar e levar tudo de uma vez, né professora?*”, comenta um aluno.

Durante o experimento os alunos perguntaram sobre o tamanho das pilhas e a energia que elas fornecem. Expliquei que o tamanho diferente não é só para caber em diferentes circuitos, mas que o tamanho está relacionado com a máxima corrente em cada uma delas. Por exemplo, para uma mesma diferença de potencial, a corrente em uma pilha AAA (pilha palito) é menor do que na AA (pilha média). A energia fornecida é a mesma.

Uma das dificuldades do experimento foi na montagem e nas representações na Física e na realidade. Inicialmente ficaram com receio de mexer nos materiais, achando que levariam choque ao manuseá-los. Expliquei e demonstrei que não era possível isso acontecer. Outro fato é que ficaram envergonhados e confusos em montar o circuito com as representações na Física. Tive de explicar que cada elemento dos desenhos representavam um objeto na realidade e que eles tinham de montar como estavam vendo nos desenhos. Argumentei também que era importante tentar, mesmo que errado. Depois do ocorrido, montaram os circuitos e responderam as questões sem dificuldades, a não ser nos desenhos na realidade que tive de explicar mais uma vez.

Figura 34 – Representações feitas por uma das alunas



Na Figura 34 é possível observar os esquemas feitos por uma das alunas para os circuitos em série e paralelo, respectivamente.

3.5.3 O pós-teste

Na Tabela 30 é possível observar o número de indivíduos em cada amostra/Grupo pesquisado para a atividade sobre Alessandro Volta.

Tabela 30 – Número de indivíduos em cada amostra da pesquisa

Amostra/Grupo	Número de indivíduos (N)
A	18
B	28
C	25
D	23

A análise descritiva por Grupos para a atividade pode ser observada na Tabela 31.

Tabela 31 – Análise descritiva para a atividade Alessandro Giuseppe Antonio Anastasio Volta

Grupo	N	Média	Desvio Padrão	Erro Típico	Intervalo de Confiança para a Média a 95%		Mín.	Máx.
					Limite inferior	Limite superior		
A e C								
Receberam o tratamento baseado no MCH	43	6,79	1,807	0,276	6,23	7,35	2	10
B e D								
Não receberam o tratamento baseado no MCH	51	5,10	2,091	0,293	4,51	5,69	0	8
TOTAL	94	5,87	2,131	0,220	5,44	6,31	0	10

Com relação às médias das notas pode-se observar que as médias das notas no pós-teste para os Grupos que receberam o tratamento baseado no MCH foram maiores do que os que não o receberam. Enquanto que para os que não receberam as médias ficaram em 5,10, para os que receberam as médias foram de 6,79.

A Prova de Levene aplicada aos dados podem ser observados na Tabela 32.

Tabela 32 – Prova da homogeneidade de variâncias – Prova de Levene para a atividade Alessandro Volta

Estatístico de Levene	df1	df2	Sig.
1,527	1	92	0,220

Em observação à Tabela 32 é possível notar que o valor de significância p é maior que 0,05. Dessa forma, dizemos que não existe heterocedasticidade entre os Grupos e podemos aplicar o teste ANOVA, que pode ser visto na Tabela 33.

Tabela 33 – Resultados ANOVA para a atividade Alessandro Volta

	Soma dos quadrados	df	Média quadrática	F	Sig.
InterGrupos	66,842	1	66,842	17,292	0,000
IntraGrupos	355,626	92	3,866		
Total	422,468	93			

Na Tabela 33 pode-se observar que o resultado da variância nos mostra que foram encontradas variações significativas no desempenho dos alunos pois, $p < 0,05$. O nível de confiança para a ANOVA referente aos resultados da atividade Alessandro Volta foi $p < 0,05$ [$F(1, 92) = 17,292$, $p = 0.000$]. As diferenças significativas encontram-se nas turmas que receberam a intervenção fundamentada no MCH pois, obtiveram médias superiores aos que não receberam essa intervenção.

3.5.4 Análises da Taxonomia de Bloom

A avaliação das categorias de cada domínio da Taxonomia de Bloom para a atividade sobre Alessandro Volta encontra-se no Quadro 31.

Quadro 31 – Avaliação das categorias da Taxonomia de Bloom para a atividade Alessandro Volta

Domínio	Categorias	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D
Cognitivo	Conhecimento	++++	+++	++++	+++
	Compreensão	+++++	+++	++++	+++
	Aplicação	+++++	++	+++++	+++
	Análise	+++++	++	++++	+++
	Síntese	++++	+++	++++	+++
	Avaliação	++++	++	++++	+++
Afetivo	Acolhimento	+++++	+++	+++++	+++
	Resposta	+++++	+++	+++++	+++
	Valorização	++++	+++	++++	+++
	Organização	++++	+++	+++	+++
	Caracterização	++++	+++	+++	++++
Psicomotor	Imitação	++++	-	++++	-
	Manipulação	++++	-	+++	-
	Precisão	++++	-	++++	-
	Articulação	++++	+++	++++	+++
	Naturalização	++++	+++	++++	+++

Com relação ao *Domínio Cognitivo* os estudantes que receberam a intervenção se mostraram mais dispostos a contribuir com seus conhecimentos sobre lixo eletrônico e trabalho em Grupo, diferentemente dos Grupos B e D, mesmo morando na mesma comunidade. A capacidade de síntese e avaliação receberam escores baixos, já que os estudantes dos Grupos B e D apresentam mais dificuldades em identificar as relações entre os geradores, sua força eletromotriz, a resistência interna, a corrente e a tensão fornecida ao circuito e compilar as informações para resolver problemas e exercícios. Os estudantes dos Grupos B e D, muitas vezes, não realizavam as tarefas de casa, necessitando de um espaço em aula para fazê-las com meu auxílio, evidenciando baixas habilidades de aplicação, síntese, análise e avaliação.

Para o *Domínio Afetivo* não foi possível observar de maneira eficaz, para os Grupos que não receberam a intervenção baseada no MCH as capacidades de valorização, ou seja, a demonstração de que o que foi estudado foi internalizado. As repostas eram mais lentas, com não tão boa qualidade quanto aos demais Grupos e com a necessidade de intervenção para

avançarem em seu entendimento. O acolhimento às atividades também foi mais complicado pois, havia muita dispersão, não conseguindo, os estudantes, prestarem atenção por muito tempo nas tarefas propostas.

Para o *Domínio Psicomotor* foi possível perceber a capacidade, para os Grupos A e C, de manipulação, imitação, articulação e precisão nas medidas. Entretanto, para o Grupo C isso apenas foi perceptível após conversa pois, os estudantes estavam com receio de mexer nos materiais por medo do choque elétrico e por não saberem montar de acordo com o desenho proposto. A articulação e a naturalização foram observadas nas respostas do pós-teste, onde os estudantes formularam e adaptaram os conhecimentos aprendidos em situações diferentes às estudadas.

Para os Grupos B e D não se tem informações para as categorias de imitação, manipulação e precisão, pois, eles não receberam atividades práticas que faziam parte da intervenção com o MCH. Entretanto, a articulação e naturalização, onde é possível ver os estudantes combinando os conhecimentos e ações e, os adaptando para resolver situações diferentes, recebeu escores baixos devido às dificuldades na resolução das questões do pós-teste e exercícios propostos em aula.

3.6 ATIVIDADE: INFERÊNCIAS PESSOAIS DO CIENTISTA COMO PROFISSÃO

A atividade *O que faz um cientista?* Foi sugerida aos alunos com o objetivo de investigar as possíveis visões deformadas da ciência (CACHAPUZ et al., 2005; BORGES et al., 2010; ZANON; MACHADO, 2013) existentes nos estudantes. Para isso, a atividade foi composta de quatro (4) partes (APÊNDICE G):

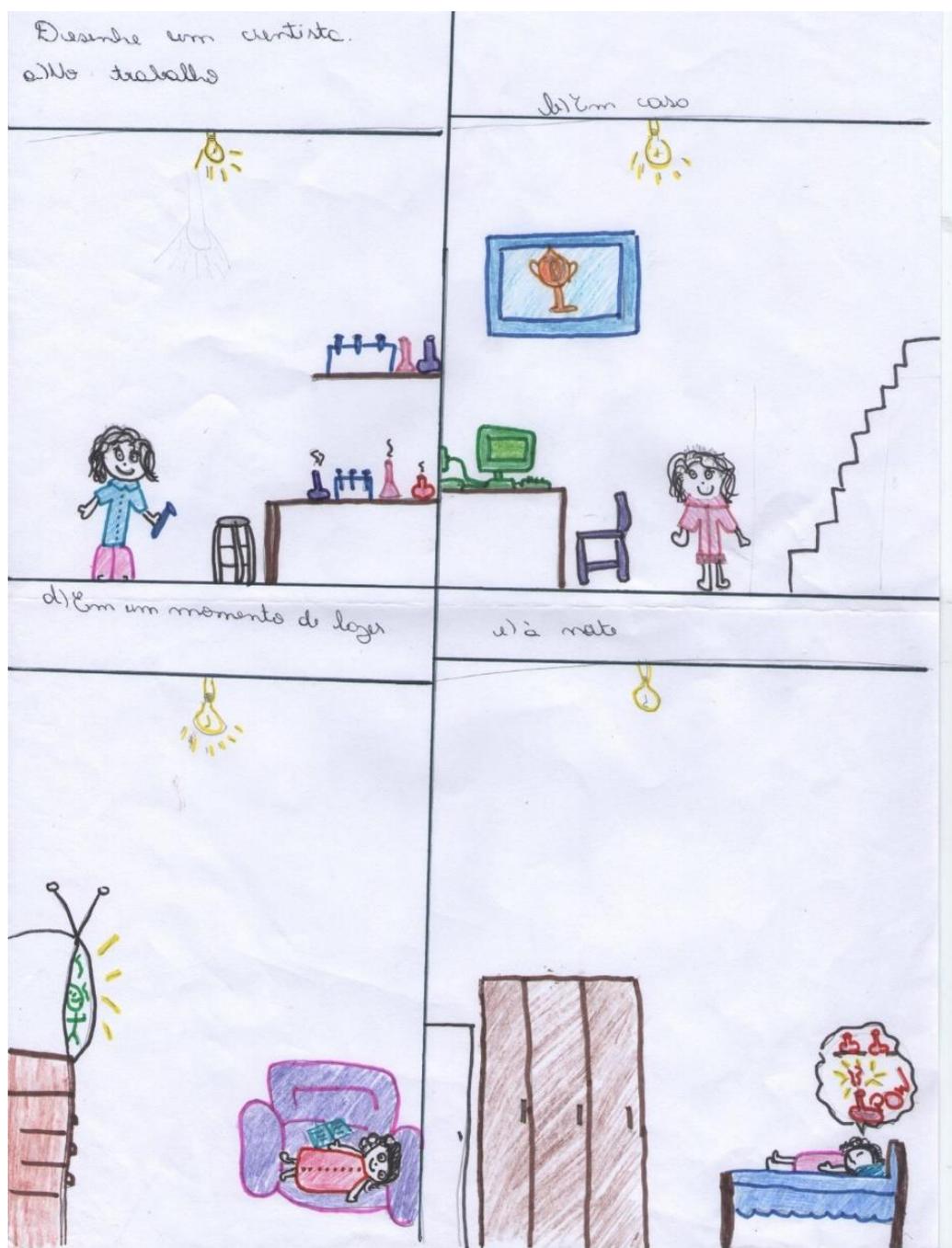
1. Desenhar um cientista conforme modelo de Borges et al. (2010) nos seguintes momentos: no trabalho, em casa, em seu momento de lazer e à noite.
2. Responder o questionário sobre visões da ação profissional do cientista.
3. Discussão sobre os desenhos e as respostas do questionário.
4. Atividade em Grupo: o que melhor representaria a ciência na opinião de vocês?

A primeira parte da atividade consistiu em desenhar o cientista nos quatro momentos citados anteriormente. Noventa e sete (97) estudantes de duas turmas de 2º e duas turmas de 3º anos fizeram a tarefa solicitada. Nas figuras 35 e 36 é possível observar as representações feitas por dois alunos.

Figura 35 – Representações de um estudante do 2º ano



Figura 36 – Representações de uma estudante do 3º ano



A partir da análise das representações, alguns pontos puderam ser destacados, conforme pode-se observar no Quadro 32.

Quadro 32 – Características das representações do cientista na atividade 1

Desenhar o cientista	Características das representações do cientista
No trabalho	<ul style="list-style-type: none"> • 89,4% dos alunos desenharam o cientista em um laboratório, repleto de vidrarias. (Figuras 35 e 36) • Apenas dois alunos representaram o cientista com um colega de laboratório. (Figura 35)
Em casa	<ul style="list-style-type: none"> • 20% dos estudantes representaram o cientista lendo em casa; (Figura 35) • 20% representaram o cientista olhando televisão; • 17% realizando atividades domésticas; • 98% dos desenhos mostram o cientista sozinho em casa. (Figuras 35 e 36)
Em seu momento de lazer	<ul style="list-style-type: none"> • Das 14 representações do cientista passeando, 11 delas o evidenciam sozinho, 1 com amigos e 2 com companheiro (a); (Figura 35) • 15% praticando esportes sem companhia; • 13% lendo ou pensando sobre o trabalho. (Figura 36)
À noite	<ul style="list-style-type: none"> • 10 alunos representaram o cientista observando as estrelas com lunetas e telescópios; (Figura 35) • 2 desenharam o cientista sonhando com vidrarias de laboratório; (Figura 36) • 42% dormindo.

Outras características que devem ser destacadas dos desenhos e das respostas do questionário (Atividade 2) são que 78,7% dos estudantes representaram cientistas homens. As pessoas que desenharam cientistas mulheres o fizeram com dúvidas, pois foi possível ouvi-las perguntar aos demais colegas “se podia ser uma menina”. Quando discutido em Grupo (Atividade 3), argumentei que havia uma inconsistência entre os desenhos e as respostas do questionário, já que a maioria concordou que as mulheres fazem ciência, tem capacidade para fazê-la, entretanto recebem menos reconhecimento pelo seu trabalho, o que fez com que os estudantes, desenhassem homens, segundo os próprios.

Outro aspecto é que nenhum aluno desenhou um cientista negro como o personagem principal dos quadrinhos. Apenas um deles desenhou como um colega de trabalho (Figura 3). Sabe-se que não é o principal pelos demais desenhos. Perguntei a eles o porquê e responderam-me que em filmes e desenhos animados, que é sua principal fonte de conhecimento sobre a ciência fora da escola, nunca viram um cientista negro, e sim brancos e principalmente japoneses. Muitos personagens, citados pelos estudantes, como o Dr. Emmett L. Brown (trilogia, *De volta para o futuro*), Jimmy Neutron (desenho animado, *As aventuras*

de *Jimmy Neutron*) e o Professor Utonium (desenho animado, *As meninas superpoderosas*) representam um homem/menino branco como cientista. Outro fato destacável é que uma das alunas respondeu que achou melhor usar o lápis cor de pele (Figura 37) em seus desenhos. Indaguei a ela que aquela não era a cor de sua pele e nem da colega que estava ao lado. Respondi a ela que deve ter sido colocado por alguém que não enxergava direito, e que seria melhor chamarmos de *um tom de rosa*.

Figura 37 – Lápis cor da pele, segundo uma das estudantes



Do total, 83% fizeram desenhos que representaram o cientista sozinho, o que demonstra a falta de relações sociais que a imagem da pessoa que faz ciência mostra para a sociedade. Os estudantes argumentaram que como o cientista trabalha muito, ninguém quer namorar com ele ou estabelecer amizade, pois ele acaba se “tornando uma pessoa chata por ser muito inteligente”. Mais uma vez combati a resposta com os dados do questionário, onde a maioria discordou que o cientista é uma pessoa solitária, que a ciência só se faz sozinho e que “os cientistas só estudam”. Ainda pelas respostas do questionário é possível perceber que a maioria concorda que a ciência é feita em Grupo e que os cientistas utilizam de estudos de outros cientistas. Os estudantes responderam que antes de ler as questões não tinham pensado sobre o assunto.

A maioria dos estudantes também demonstrou a existência da concepção de que o cientista trabalha apenas no laboratório, utiliza equipamentos esquisitos e usa jaleco branco. Mostrei a eles que existem outros locais de trabalho, como os biólogos que muitas vezes tem seu campo de estudo em locais abertos para coletas de exemplares. Surgiu também, pelos próprios estudantes, se a pessoa que trabalha com ciências sociais e humanas também é um cientista. Eles argumentaram que lembraram disso pois, no parecer descritivo de final de trimestre, aparece as *Ciências humanas e suas tecnologias*. Respondi a eles que sim, eles também são cientistas e são um exemplo dos que não utilizam jaleco.

A visão positivista dos estudantes foi detectada em análise às questões número 17 e 19. Nas respostas, a maioria dos estudantes concorda que as teorias são elaboradas a partir da observação e experimentação da natureza. Além disso, concordam que a ciência é feita por etapas rígidas e bem definidas. Entretanto, discordam que seja feita por pessoas muito inteligentes e que seja acessível a apenas pessoas com poder aquisitivo mais alto.

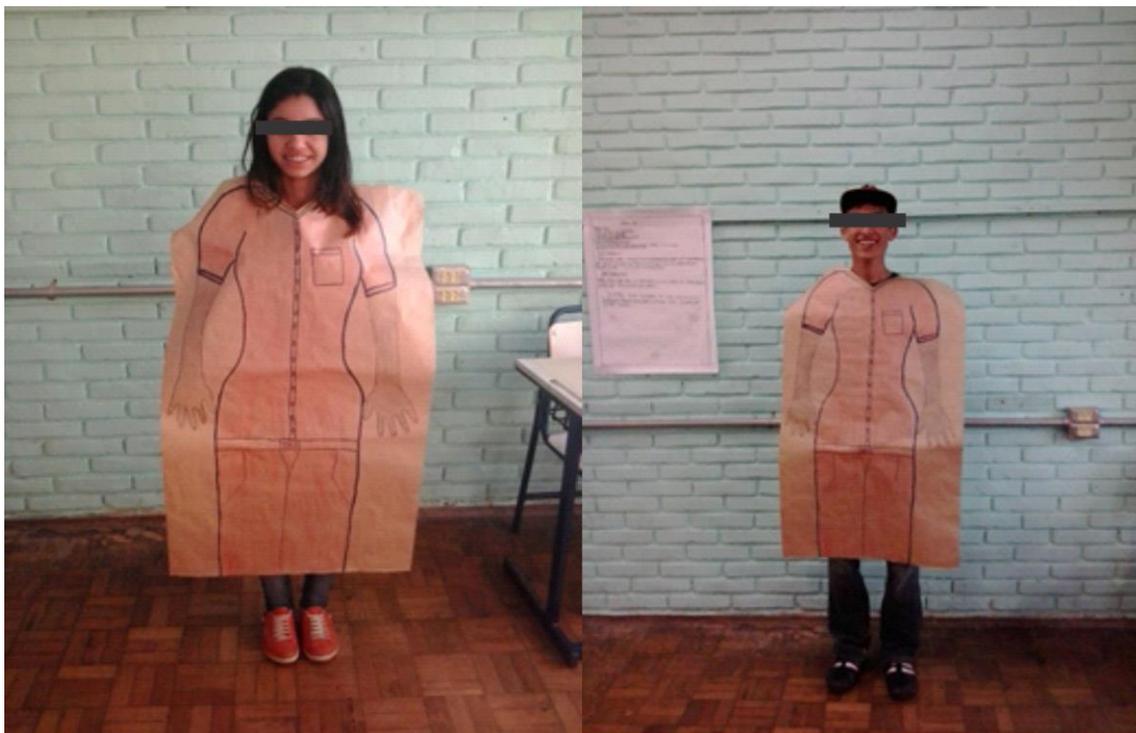
A última etapa da atividade, consistiu na reunião do grande Grupo, onde todos os alunos discutiram e decidiram elaborar algo que representasse a ciência, depois das discussões sobre os desenhos e o questionário. Uma das turmas resolveu colocar em um único desenho, feito em folha de papel pardo (Figura 38), aquelas características que eles desenharam e que foram discutidas como rótulos que a sociedade coloca nas pessoas e em algumas profissões, como por exemplo, o cientista homem, branco e de jaleco branco. A turma ainda afirmou que existem outros *preconceitos* em outras situações, como *as pessoas acima do peso não podem ser bonitas*, o que é visto em novelas, revistas, filmes e outros programas de televisão distribuídos no Brasil.

Figura 38 – Todos os rótulos em um único desenho. (Foi necessário o recorte da imagem para evitar a identificação dos autores)



Outra turma decidiu fazer o molde de uma roupa, em papel pardo, onde ao prende-la na roupa com fita adesiva, representava o cientistas em suas diversas faces. Essas faces eram os próprios alunos (Figura 39).

Figura 39 – Todos podem ser cientistas



A partir da análise das representações da atividade *O que faz um cientista?* é possível notar aspectos que indicam algumas inconsistências sobre a atividade científica. Dentre elas está a presença de uma concepção positivista, onde a ciência é resumida basicamente pela observação da natureza e experimentação, onde as hipóteses e argumentações são descartadas, exaltando as atividades práticas como mais importantes que as teóricas. Outro fato destacável é da imagem do cientista como sendo homem, branco, trabalhando e na maioria das vezes, sendo representado em outros momentos do dia sozinho.

3.7 QUESTIONÁRIO SOBRE OS INTERESSES EM FÍSICA

Com os estudantes dos 2º e 3º anos foi implementado um questionário Likert validado (TALIM, 2004) para estudantes brasileiros sobre os interesses pela disciplina de Física (ANEXO A). Talim (2004) avaliou as respostas de quinhentos e dois (502) estudantes de escolas de ensino médio das redes estadual, municipal e particular e construiu uma escala onde se pode analisar as atitudes e os interesses dos alunos pela Física. Segundo ele, a atitude que um aluno apresenta em relação a uma disciplina pode influenciar no seu aprendizado (TALIM, 2004). Na Tabela 34 é possível ver os resultados obtidos em comparação com os de Talim (2004)

Tabela 34 – Análise descritiva do questionário referente às atitudes frente à disciplina de Física

	Número de alunos	Média
Talim (2004)	502	92,0
Grupos (A, B, C e D)	139	92,4

De acordo com os resultados apresentados por Talim (2004), um valor de média “acima de 84 indica uma atitude mais favorável em relação à Física” (p. 316), ou seja, subentende-se que não há problemas dos estudantes em participar dessa disciplina na escola, o que pode ser detectado com o valor de média correspondente a 92,4.

A partir dos resultados dos questionários escolheu-se algumas afirmativas para uma análise mais detalhada. As escolhidas são as de número 2, 9, 10, 16, 20, 22 e 24, pois expressam os sentimentos dos estudantes com a disciplina de Física de forma mais específica. Para melhor organizar os dados Tabelas foram criadas reunindo as porcentagens para as assertivas com sentidos semelhantes. Na Tabela 35, estão os resultados para a afirmativa 2, “Eu não gosto de Física” e 16, “Gosto muito da Física”.

Tabela 35 – Análise das questões 2 e 16 do questionário sobre interesses em Física

Grupo	Afirmativa 2: Eu não gosto de Física.		Afirmativa 16: Gosto muito da Física.	
	17% Respostas Positivas	63% Respostas Negativas	40% Respostas Positivas	30% Respostas Negativas
Grupos (A, B, C e D)				

A partir da Tabela 35 é possível observar que a maioria dos estudantes apresentaram respostas negativas à afirmativa “Eu não gosto de Física”. Isso significa que eles discordam dessa afirmativa, ou seja, tem atitudes mais positivas com relação à disciplina. Esse sentimento é confirmado pela afirmativa “Gosto muito da Física”, que apresentou um percentual mais alto de respostas positivas com relação à Física.

Na Tabela 36, estão as análises da afirmativa 9, “Física é a matéria que mais me interessa” e 10, “Estudar Física para mim é perda de tempo”.

Tabela 36 – Análise das questões 9 e 10 do questionário sobre interesses em Física

Grupo	Afirmativa 9: Física é a matéria que mais me interessa		Afirmativa 10: Estudar Física para mim é perda de tempo	
Grupos (A, B, C e D)	12% Respostas Positivas	62% Respostas Negativas	6% Respostas Positivas	75% Respostas Negativas

Na Tabela 36 estão os resultados da questão “Física é a matéria que mais me interessa” e “Estudar Física para mim é perda de tempo”. Pode-se notar que a Física não é a disciplina que mais interessa aos alunos. Entretanto, mesmo não sendo a preferida, os Grupos têm o consentimento que a disciplina é importante, e com propósito bem definido dentro da escola.

A análise quantitativa das afirmativas 20 (Sinto-me completamente perdido quando estudo Física), 22 (Quando estudo Física, sinto-me estimulado a aprender) e 24 (Sinto-me bem resolvendo problemas de Física) está disposta na Tabela 37.

Tabela 37 – Análise das questões 20, 22 e 24 do questionário sobre interesses em Física

Grupo	Afirmativa 20		Afirmativa 22		Afirmativa 24	
Grupos (A, B, C e D)	22% Respostas Positivas	61% Respostas Negativas	50% Respostas Positivas	17% Respostas Negativas	37% Respostas Positivas	35% Respostas Negativas

É possível observar que a maioria dos estudantes dos Grupos analisados não se sente perdido quando estuda física (questão 20). Outro fato importante é que a maioria se sente estimulada a aprender física (questão 22). Entretanto, a questão 24 apresentou porcentagens muito parecidas de respostas positivas e negativas, apenas o resultado um pouco mais alto para os que se sentem bem resolvendo as atividades de Física.

3.8 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO DE QUALIDADE DE VIDA

O questionário WHOQOL-BREF, abreviatura de World Health Organization Quality of Life – Bref é um instrumento de investigação sobre a qualidade de vida. A expressão *qualidade de vida* tem recebido vários significados segundo Almeida, Gutierrez e Marques (2012) e Kluthcovsky e Kluthcovsky (2009). A revisão bibliográfica feita por Kluthcovsky e Kluthcovsky (2009) mostrou que 15% dos 75 artigos analisados sobre a área da saúde

apresentaram uma definição sobre a qualidade de vida e que muitas vezes não está associada a fatores objetivos e sim subjetivos, mas que fornecem indícios para compreender o paciente (KLUTHCOVSKY; KLUTHCOVSKY, 2009).

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) a definição de qualidade de vida está associada “a percepção do indivíduo de sua inserção na vida no contexto da cultura e sistemas de valores nos quais ele vive e em relação aos seus objetivos, expectativas, padrões e preocupações” (THE WHOQOL GROUP, 1997, p. 1). Da mesma forma, existem outras concepções que definem a qualidade de vida como algo multidisciplinar, pois envolveriam amplos aspectos, que poderiam variar até mesmo de indivíduo para indivíduo dentro de um mesmo sistema cultural (CARR; GIBSON; ROBINSON, 2001; apud KLUTHCOVSKY; KLUTHCOVSKY, 2009).

Pensando num instrumento que pudesse ser aplicado a todos a diversos tipos culturais e que pudesse fornecer dados sobre a qualidade de vida dos indivíduos, o Grupo de Qualidade de Vida da OMS (WHOQOL) criou um instrumento padronizado e validado de avaliação utilizando um enfoque transcultural (FLECK, 2000). Para a elaboração do questionário, foram selecionados Grupos de diversos países, que apresentavam “diferenças no nível de industrialização, disponibilidade de serviços de saúde, importância da família e religião dominante, entre outros” (FLECK, 2000, p. 34).

O questionário WHOQOL-BREF (versão reduzida) é composto por vinte e seis (26) perguntas (ANEXO B), sendo duas com enfoque geral (questões 1 e 2) e 24 facetas que compõem quatro domínios: Físico, Psicológico, Relações Sociais e Meio Ambiente. A escala utilizada nesse instrumento é a escala Likert, sendo que quanto maior a pontuação total do questionário, maior a qualidade de vida do indivíduo em análise. No Quadro 33 estão representados os domínios e as facetas.

Quadro 33 – Domínios e facetas do questionário WHOQOL-BREF

(continua)

Domínio	Facetas	Cálculo do domínio
Físico	3. Dor e desconforto 4. Energia e fadiga 10. Sono e repouso 15. Mobilidade 16. Atividades da vida cotidiana 17. Dependência de medicação ou de tratamentos 18. Capacidade de trabalho	Somar os valores das facetas e dividir por 7.

(conclusão)

Domínio	Facetas	Cálculo do domínio
Psicológico	5. Sentimentos positivos 6. Pensar, aprender, memória e concentração 7. Autoestima 11. Imagem corporal e aparência 19. Sentimentos negativos 26. Espiritualidade/religiosidade/crenças pessoais	Somar os valores das facetas e dividir por 6.
Relações Sociais	20. Relações pessoais 21. Suporte (apoio) social 22. Atividade sexual	Somar os valores das facetas e dividir por 3.
Meio Ambiente	8. Segurança física e proteção 9. Ambiente no lar 12. Recursos financeiros 13. Cuidados de saúde e sociais: disponibilidade e qualidade 14. Oportunidades de adquirir novas informações e habilidades 23. Participação em, e oportunidades de recreação/lazer 24. Ambiente físico: (poluição/ruído/trânsito/clima) 25. Transporte	Somar os valores das facetas e dividir por 8.

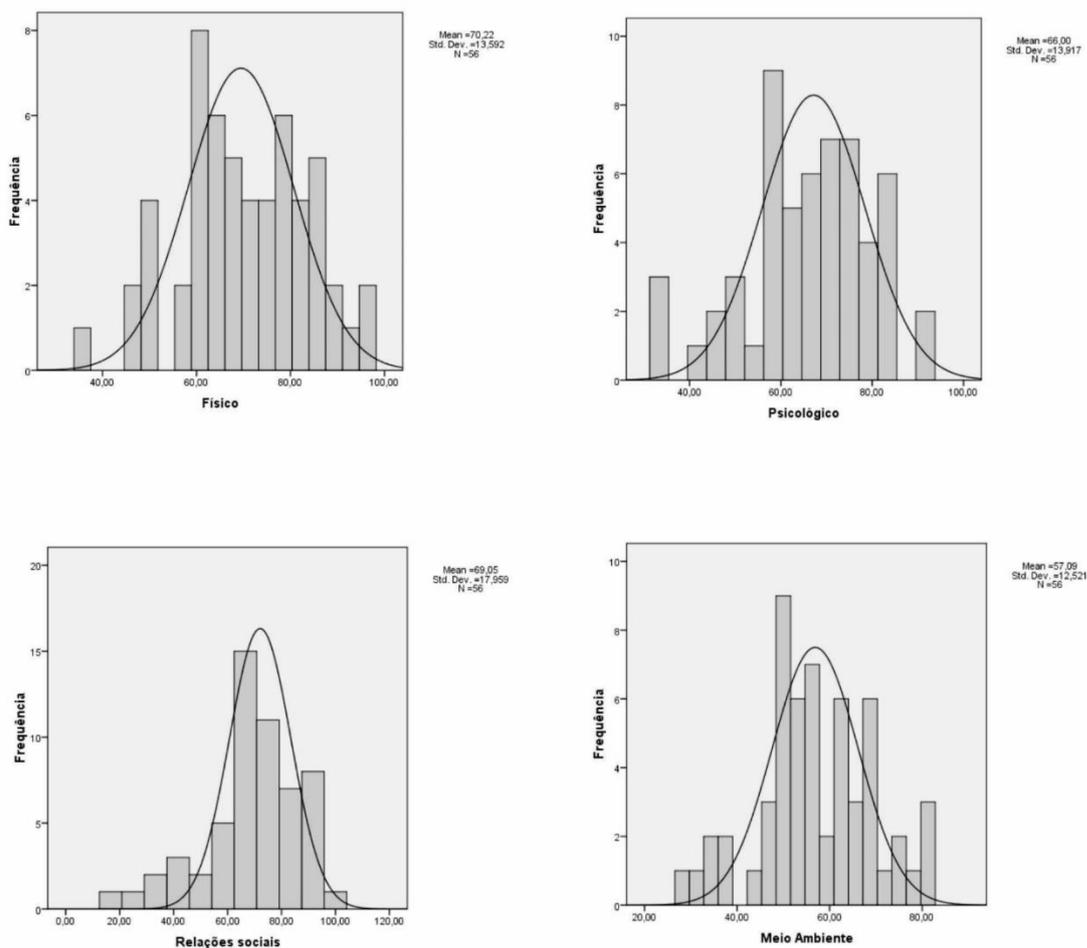
O questionário WHOQOL-BREF foi aplicado a 56 alunos de 2º e 3º anos do ensino médio. A necessidade da implementação desse instrumento se deu pelo fato de investigar se os aspectos que classificam os estudantes como vulneráveis influenciam na aprendizagem deles. Além disso, o questionário WHOQOL-BREF é de rápida aplicação e fornece a características de quatro dimensões, conforme descritas anteriormente. Na Tabela 38 é possível notar os valores encontrados em porcentagem para todos os domínios. Quanto mais próximo de 100%, melhor é a qualidade de vida dos estudantes.

Tabela 38 – Resultados em porcentagem da qualidade de vida

Domínio Físico	Domínio Psicológico	Domínio Relações Sociais	Domínio Meio Ambiente
70,22%	66,00%	69,05%	57,09%

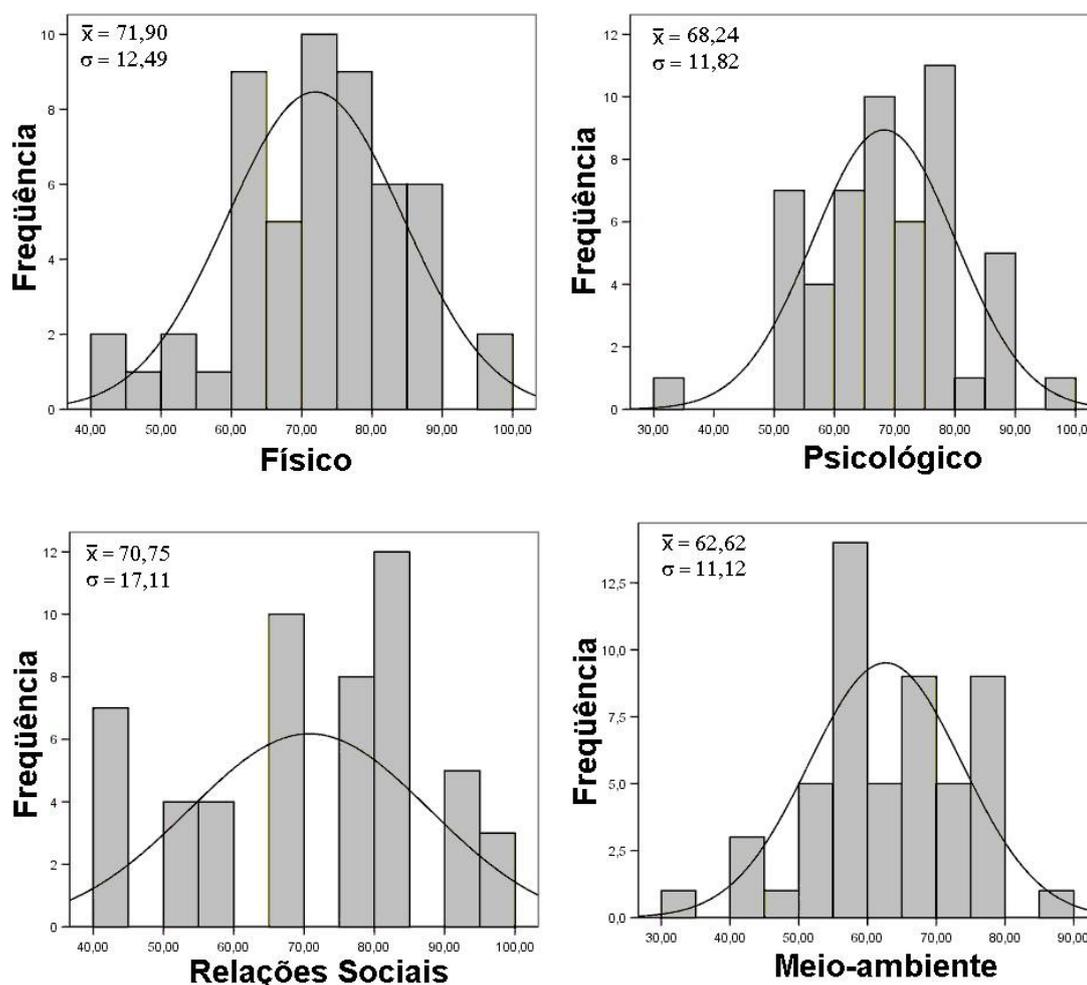
A seguir, na figura 40 é possível observar as curvas obtidas após análise com o auxílio do software SPSS versão 17.0, de acordo com a metodologia padrão de análise do questionário preconizado pela OMS.

Figura 40 – Análise do questionário WHOQOL-BREF para 56 estudantes de escola localizada em zona de vulnerabilidade social



Através da análise dos resultados é possível observar altos percentuais apresentados pelos estudantes. Em um trabalho publicado por Lüdke e Lüdke (2011), os autores analisaram uma amostra de 53 jovens santa-marienses, com faixa etária compreendida entre 17 e 19 anos, estudantes de um curso pré-vestibular e oriundos de zona central de não-vulnerabilidade social. Segundos os autores, além desses estudantes terem concluído o ensino médio, em sua maioria em escolas particulares, esses jovens eram sustentados por suas famílias de classe média e média-alta, e por isso, tinham a oportunidade de apenas estudar, sem precisar dispendir tempo para trabalhar ou desempenhar outra atividade que lhes desse suporte (LÜDKE; LÜDKE, 2011). Na Figura 41, estão os resultados obtidos por esse Grupo a partir da análise feita pelo software SPSS.

Figura 41 – Análise do questionário WHOQOL-BREF para 53 estudantes de cursinho pré-vestibular



Fonte: Lüdke e Lüdke (2011).

Organizando da mesma forma que para a amostra desse trabalho, os resultados obtidos pelos autores foram organizados na Tabela 39.

Tabela 39 – Resultados em porcentagem da qualidade de vida dos estudantes de zona de não-vulnerabilidade social

Domínio Físico	Domínio Psicológico	Domínio Relações Sociais	Domínio Meio Ambiente
71,90%	68,24%	70,75%	62,62%

A partir desses resultados é possível fazer uma comparação direta entre os dois públicos: os oriundos de zona de vulnerabilidade social e os vindos de zonas de não-vulnerabilidade social sem o rigor de análises da estatística não-paramétrica. Segundo alguns

autores já comentados anteriormente como da Silva e Rapoport, (2013), Silva (1979), Yannoulas, Assis e Ferreira (2012) e tantos outros citados na revisão bibliográfica, existe uma relação entre as condições socioeconômicas, o desempenho e a qualidade de vida dos estudantes.

A relação mais forte que se tem é que estudantes oriundos de zonas de vulnerabilidade social tendem a apresentar menores desempenhos em sua vida escolar. Esse foi um dos fatos que chamaram a atenção dos governos estadual e federal, a fim de reunir ações que pudessem diminuir os índices de reprovação e abandono escolar. Entretanto, em uma breve comparação das duas amostras descritas anteriormente, os dados mostraram altas médias em todos os domínios para os dois públicos. Isso indica que não é possível afirmar que o fato de viver em condições menos favoráveis seja um fator que contribua para um baixo desempenho ou evasão escolar.

Em análise aos domínios físico e psicológico por exemplo, os resultados entre as amostras diferem em 2,3% e 3,3%, respectivamente. Os estudantes do cursinho pré-vestibular obtiveram um leve aumento nesse quesito. Entretanto, as duas amostras apresentaram altos valores médios, o que segundo Lüdke e Lüdke (2011) indica que são Grupos “de qualidade de vida bem acima da média daqueles encontrados em países subdesenvolvidos, sendo comparáveis com aqueles nos valores encontrados para as classes médias de países europeus de alto nível socioeconômico” (p. 243).

Com relação ao domínio de relações sociais é possível observar médias muito próximas. Entretanto, os estudantes do cursinho pré-vestibular apresentaram valores estratificados e com maiores variâncias (LÜDKE; LÜDKE, 2011). Segundo os autores, quando indagados, os estudantes demonstraram desinteresse em estabelecer relações ou vínculos de amizade, sendo a família a maior responsável por eles interpessoais (LÜDKE; LÜDKE, 2011), o que não se confirma com os estudantes de vulnerabilidade social da amostra estudada na presente tese. Embora algumas vezes apresentem conflitos familiares, quando perguntados sobre esse quesito, afirmaram que mesmo com problemas dentro de suas casas, sempre há amigos, vizinhos ou outros parentes que dão suporte e fortalecem os vínculos afetivos.

Com relação ao domínio meio-ambiente, os estudantes da escola pública obtiveram médias 8,8% mais baixas do que os participantes do curso pré-vestibular, embora ambas as médias são altas. Isso pode ser explicado devido aos recursos financeiros disponíveis, ao acesso e qualidade aos serviços de saúde e transporte; e a um ambiente mais favorável ao seu desenvolvimento.

4 DISCUSSÕES

Os dados divulgados pelo Censo Escolar da Educação Básica referente ao ano de 2016 (INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA, 2017) mostraram que existem muitas escolas que necessitam de auxílio dos governos para melhorarem a estrutura oferecida aos seus estudantes. Outros dados como os divulgados pela OCDE (ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, 2016), mostraram que o Brasil é um dos países que investem um percentual do PIB acima da média dos demais países participantes. Entretanto o país investe pouco por aluno, o que faz com que uma parte dos recursos seja empregada de forma insatisfatória e insuficiente, não chegando realmente à escola e contribuindo para o aumento do número de reprovações e evasão escolar, conforme os dados do último Censo Demográfico (BRASIL, 2012) apresentados na seção 1.2 (Justificativa: identificando a problemática da pesquisa).

Muitos autores defendem que existe uma relação entre a vulnerabilidade social e o desempenho de estudantes oriundos dessas localidades, o que foi comprovada posteriormente em alguns trabalhos da revisão bibliográfica. Segundo esses autores, os estudantes que são oriundos de zonas de vulnerabilidade social estão mais susceptíveis à repetência e à evasão escolar, embora o índice de vulnerabilidade social no país tenha diminuído, como pode ser visto nos dados divulgados pelo IPEA (BRASIL, 2015).

Foram esses fatores que levaram o governo do estado do Rio Grande do Sul e o governo Federal a repensarem a forma como o ensino médio estava e está sendo estruturado e oferecido aos estudantes. Alguns dados disponíveis pela própria SEDUC - RS mostram que nos últimos 40 anos, principalmente as escolas estaduais e municipais apresentaram altos índices de reprovação e abandono escolar. Já o último Censo Escolar (INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA, 2017) também evidenciou que no Rio Grande do Sul, em 2015, esses índices atingiram patamares que exigem intervenção rápida e eficiente no trabalho pedagógico realizado no ambiente escolar.

Tendo como base essas informações, buscou-se uma metodologia que entrasse em consonância com os documentos oficiais da educação brasileira, como LDB (BRASIL, 1996), PCN (BRASIL, 2000) e PCN+ (BRASIL, 2002) e com as necessidades emergentes. Para tanto, o Método Cognitivo-histórico, proposto por Nersessian (2008) busca na essência da prática científica as razões pelas quais os seus autores desenvolveram seus projetos e

contribuíram para o engrandecimento sociocultural da humanidade por meio da mudança conceitual e da forma de interpretar os fenômenos naturais.

Com a implementação desse referencial teórico, o aluno vulnerável pode receber a oportunidade de analisar os conceitos científicos das ciências da natureza de forma ampla, analisando os processos utilizados pelo cientista para a resolução dos problemas identificados e vinculados ao contexto histórico e social. Além disso, contribui para que a ciência não seja vista como uma atividade pronta e acabada; e sim como algo em constante reconstrução, sujeita a erros, contribuições e que poderia contar com o aluno que porventura decidisse ser um cientista.

Após o esclarecimento sobre a necessidade da implementação de uma metodologia que atendesse às necessidades educacionais e que estivesse de acordo com o que se espera dos anos finais da educação básica, delimitou-se a questão da pesquisa: “*O Método Cognitivo-histórico pode ser utilizado na disciplina de Física como agente operacional capaz de contribuir para a aprendizagem de estudantes de escola localizada em zona de vulnerabilidade social?*”. A fim de responder a essa questão foram estabelecidos os objetivos que abordam a realização de uma revisão bibliográfica sobre os temas *Método Cognitivo-histórico*, *vulnerabilidade social* e *ensino explícito*; o desenvolvimento de materiais teóricos e práticos baseados no Método Cognitivo-histórico; a implementação de pré-testes e pós-testes de verificação de aquisição de conhecimentos pelos alunos; e a avaliação dos pré-testes e pós-testes utilizando recursos da metodologia quantitativa e qualitativa.

A revisão bibliográfica foi realizada com o objetivo de analisar os trabalhos relacionados aos temas e como mais uma forma de justificar essa pesquisa. Para tanto, foram analisados duzentos e trinta e cinco (235) periódicos entre os anos de 2000 e 2017. Desses, foram encontrados dois (2) artigos sobre o *ensino explícito* e trinta e cinco (35) sobre a *vulnerabilidade social*, entretanto nenhum sobre o *método cognitivo-histórico*. Vale ressaltar que nenhum dos trabalhos sobre a vulnerabilidade social são da área de educação/ensino de ciências. Esses resultados reforçam a tese de que existem poucos trabalhos que abordam a educação em contextos de vulnerabilidade social, principalmente com relação às ciências; evidenciam também que a metodologia do ensino explícito, eficazmente comprovada, necessita de mais estudos e adaptações, além de que confirmam a necessidade da implementação da metodologia diferenciada proporcionada pelo Método Cognitivo-histórico que até então, não foi implementada. Contudo, a revisão bibliográfica confirma o caráter inédito da presente tese, pois poucos trabalhos foram encontrados sobre as temáticas pesquisadas.

O Ensino Explícito (GAUTHIER; BISSONNETE; RICHARD, 2014), citado anteriormente na revisão bibliográfica, foi escolhido como método de ensino. Já para a metodologia experimental de coleta dos dados foi escolhido o *Plano Solomon de quatro Grupos*. A implementação dos materiais baseados no MCH ocorreu entre 2013 a 2016 com estudantes de uma escola da rede pública de Santa Maria – RS, localizada na região administrativa centro-oeste da cidade, caracterizada pela vulnerabilidade social.

Com a finalidade de obter informações sobre a influência dos contextos vulneráveis no desempenho dos estudantes, foi aplicado o questionário WHOQOL – bref da OMS (ANEXO B) sobre a qualidade de vida. Os resultados mostraram que, na prática, os estudantes ditos “vulneráveis”, têm alta qualidade de vida, o que indica que mesmo com fatores socioeconômicos desfavoráveis que podem contribuir para a ausência e reprovação; eles não se sentem fragilizados. O conceito de vulnerabilidade social, muito mais do que uma definição dada pelos governos, que é importante para a distribuição e implementação das políticas públicas de incentivo, é também um sentimento associado ao pertencimento a um lugar/Grupo, a uma capacidade de saber onde procurar e o que fazer. Dessa forma, é necessário definir a vulnerabilidade social também pelo ponto de vista das pessoas que se encontram na classificação governamental.

Além disso, a aplicação do questionário sobre os interesses pela Física proposto por Talim (2004), mostrou que os estudantes apresentaram uma média acima de 84, o que segundo Talim (2004), indica uma atitude muito favorável com relação à disciplina, o que indica que os estudantes não têm problemas em participar dessa disciplina na escola.

As três atividades aplicadas com turmas de 2º ano intituladas *Arquimedes; Daniel Gabriel Fahrenheit, Anders Celsius e William Thomson; Robert Boyle*; e as duas implementadas com turmas de 3ºano denominadas *George Simon Ohm e Alessandro Giuseppe Antonio Anastasio Volta* foram compostas por uma estrutura bem definida. O protocolo consistiu na implementação de pré-teste, analisado qualitativamente; na intervenção, composta de texto sobre a vida e obra de cientistas, explanação dos conceitos, problemas e por uma atividade prática, com roteiro; e pós-teste composto de cinco questões de múltipla escolha, analisadas quantitativamente. Vale ressaltar que o planejamento inicial consistia em quatro atividades para cada ano. Entretanto, ocorreram situações que impediram o recolhimento de dados para a análise, como greves, paralisações e o fato de a escola ter ficado três meses sem energia elétrica, o que fez com que os estudantes fossem liberados mais cedo das aulas (com a aprovação da Secretaria de Educação do Estado do Rio Grande do Sul).

As questões escolhidas para os pré-testes foram satisfatórias para a coleta de dados, pois conseguiram fornecer indícios de como os estudantes explicam situações presentes em seu dia-a-dia ou vistas em meios eletrônicos. Para análise qualitativa dos pré-testes foi utilizada uma proposta adaptada de Iachel (2011), onde siglas correspondem a tipos de respostas. Já para a análise quantitativa foi aplicado o teste ANOVA para a averiguação da existência de diferenças significativas entre os conhecimentos prévios entre os Grupos A e B.

Para a análise dos pós-testes e a verificação da existência ou não de efeitos provocados pelo tratamento com o MCH foram aplicados alguns testes com o auxílio do pacote SPSS (Statistical Package for Social Sciences) versão 18 (BISQUERRA; SARRIERA; MARTÍNEZ, 2004). Para tanto, foram feitas a análise descritivas, para avaliação do número de participantes, média, desvio padrão, máximo e mínimo; a aplicação da prova de Levene, para a verificação da possibilidade ou não da aplicação de um teste paramétrico e a aplicação do teste ANOVA, para a comprovação ou não da existência de diferenças significativas entre os Grupos que receberam e os que não receberam o tratamento com o MCH. Além disso, para a verificação da aquisição de competências pelos alunos em cada atividade foi utilizada a Taxonomia de Bloom.

Para a atividade *Arquimedes*, a análise qualitativa dos pré-testes evidenciou que a maioria dos estudantes dos Grupos A e B apresentava conhecimentos prévios relacionando a flutuação dos corpos à sua densidade e volume ou à uma força que os mantinha na superfície. Além disso, carregar uma pessoa com mais facilidade dentro do que fora d'água foi explicado pela maioria dos alunos do Grupo A, como sendo associado a uma pressão que ajudaria no carregamento. Para o Grupo B, a maioria dos estudantes não conseguiram apresentar uma resposta plausível para a situação. Já a análise quantitativa evidenciou que os estudantes do Grupo A ingressaram com conhecimentos prévios superiores aos do Grupo B.

Embora os estudantes que receberam a intervenção baseada no MCH tenha obtido médias levemente superiores a aqueles que não receberam, o teste ANOVA aplicado para a atividade *Arquimedes* mostrou que não existiram diferenças significativas entre os Grupos nos resultados do pós-teste. Uma hipótese para os resultados terem sido significativos para as demais atividades e para *Arquimedes* não, pode ser o fato de os estudantes já terem se habituado com a metodologia empregada, já que a atividade *Arquimedes* foi a primeira a ser implementada. Ainda assim, a análise de aquisição de competências pela Taxonomia de Bloom evidenciou que todos os Grupos, para o *domínio cognitivo*, adquiram as habilidades de reconhecer, lembrar e memorizar as ideias principais que envolviam a flutuação dos corpos e o Princípio de Arquimedes. Para o *domínio afetivo*, todos os Grupos conseguiram cumprir

os objetivos de resolução de exercícios e problemas de forma satisfatória, entretanto, os estudantes que receberam a intervenção com o MCH se mostraram mais receptivos às atividades e com maior capacidade de prestar atenção ao que estava sendo proposto. Já para o *domínio psicomotor* os alunos que receberam a intervenção demonstraram ter adquirido as capacidades de imitar, reproduzir e manipular os materiais, realizando as atividades de maneira satisfatória, identificando e formulando respostas de maneira precisa quando a eles situações diferentes eram apresentadas, como no pós-teste.

Para a atividade sobre os cientistas Daniel Gabriel Fahrenheit, Anders Celsius e William Thomson, a análise qualitativa do pré-teste mostrou que os estudantes dos Grupos A e B apresentaram conhecimentos prévios que associam a maior absorção de energia pelos objetos de cor escura. Além disso, os estudantes do Grupo A também apresentaram conhecimentos prévios relacionando a temperatura à agitação molecular, diferentemente do Grupo B, onde a maioria apresentou confusão entre os conceitos de calor, temperatura e choque térmico, não conseguindo formular uma resposta coerente com o perguntado. Entretanto, alguns alunos associaram o fato de uma pessoa arrepiar quando entra num ambiente frio a uma reação do corpo, o que não é errado, mas incompleto. Para finalizar, a análise quantitativa evidenciou que os estudantes do Grupo A ingressaram com conhecimentos prévios superiores aos do Grupo B.

A análise quantitativa do pós-teste mostrou que foram encontradas variações significativas nos desempenhos dos estudantes. Em análise às médias, foi possível constatar que os estudantes que receberam o MCH obtiveram resultados superiores a aqueles que não o receberam, apresentando uma diferença de cerca de três pontos. Já a análise da Taxonomia de Bloom para o *domínio cognitivo*, mostrou que, embora os estudantes do Grupo A tenham ingressado com conhecimentos prévios substancialmente diferentes, os resultados evidenciaram que todos os Grupos que receberam o MCH apresentaram melhores desempenhos em relação aos que não o receberam, ressaltando possuir habilidades de diferenciar, caracterizar os conceitos de temperatura e calor e estender os conhecimentos adquiridos a outras situações, diferentemente dos Grupos B e D que apresentaram dificuldades na resolução matemática dos exercícios. Para o *domínio afetivo* o envolvimento durante as atividades e a maior facilidade em prestar atenção eram habilidades presentes nos Grupos que receberam a intervenção com o MCH. Já para o *domínio psicomotor* os Grupos A e C apresentaram habilidades de imitação, manipulação, precisão, articulação e naturalização, o que não pode ser vista nos demais Grupos pois, não receberam as atividades práticas.

A análise qualitativa do pré-teste para a atividade sobre Robert Boyle mostrou que os Grupos A e B apresentaram conhecimento prévios relacionando o volume do recipiente com a pressão aplicada sobre ele. Além disso, os estudantes do Grupo A associaram, de forma equivocada, que à medida que se aumenta a altitude, a pressão aumenta. Já os estudantes do Grupo B mostraram associação da altitude com a menor quantidade de ar, entretanto, esqueceram de mencionar a pressão. O resultado da análise da variância mostrou que não foram encontradas variações significativas nos resultados dos pré-testes, ou seja, os estudantes ingressaram com conhecimentos prévios diferentes.

A análise quantitativa do pós-teste evidenciou que foram encontradas variações significativas no desempenho dos alunos, sendo que os Grupos que receberam a intervenção baseada no MCH obtiveram médias cerca de três pontos superiores aos estudantes que não receberam. Para o *domínio cognitivo* da Taxonomia de Bloom foi possível observar as habilidades de identificar, classificar, explicar, resolver situações diferentes que envolviam as relações entre o volume e a pressão para os estudantes dos Grupos que receberam a intervenção sobre a vida e obra de Boyle. Para o *domínio afetivo* foi perceptível para os Grupos B e D que as capacidades de ouvir, atender e aceitar as atividades eram menos presentes, pois, foi possível observar a maior facilidade de dispersão dos estudantes. O *domínio psicomotor*, avaliado para os Grupos A e C, ressaltou a presença de capacidade de observação, manipulação dos materiais, questionamentos sobre o experimento e demonstração de habilidades de cálculo e construção de gráficos.

A análise qualitativa do pós-teste para a atividade George Simon Ohm evidenciou a presença de conhecimentos prévios que associam a produção de calor em aparelhos eletrônicos com a movimentação de cargas elétricas, tanto para o Grupo A quanto para o B. Com relação ao uso do cobre nas instalações elétricas percebeu-se que os estudantes do Grupo A relacionaram o uso desse metal pela sua melhor condutibilidade, enquanto que os estudantes do Grupo B, relacionaram o uso pela sua massa. A análise quantitativa do pré-teste destacou que não foram encontradas variações significativas entre as turmas nos resultados dos pré-testes, ou seja, os conhecimentos prévios dos estudantes eram semelhantes.

A análise quantitativa do pós-teste aplicado em todos os Grupos revelou que foram encontradas variações significativas no desempenho dos alunos, o que pode ser evidenciado pela diferença de cerca de dois pontos nas médias dos estudantes que receberam a intervenção em relação aos que não receberam. A análise pela Taxonomia de Bloom, para o *domínio cognitivo*, que as turmas que receberam a metodologia baseada no MCH tiveram o desenvolvimento de habilidades como lembrar, memorizar, classificar, definir e descrever as

situações envolvendo as relações entre tensão elétrica e corrente elétrica de forma mais eficaz do que os estudantes que não receberam essa intervenção, o que pode ser evidenciado pelas respostas e atitudes com relação às demais atividades do processo de ensino e aprendizagem. Para os *domínios afetivo e psicomotor* os estudantes dos Grupos A e C resolviam as tarefas extraclasse com mais frequência e entusiasmo do que pelos alunos dos Grupos B e D, além de interagirem nas leituras, manipulação dos materiais e contribuírem com o andamento das aulas.

Para a atividade sobre a vida e obra de Alessandro Giuseppe Antonio Anastasio Volta a análise qualitativa dos pré-testes mostrou que os alunos dos Grupos A e B apresentaram como conhecimentos prévios a associação do tamanho das pilhas com o suporte onde ela ficará instalada e que os polos das pilhas servem para a passagem de elétrons que devem ficar em patamares diferentes. Ainda assim, a análise quantitativa evidenciou os Grupos A e B ingressaram com conhecimentos prévios similares, já que não foram encontradas variações significativas nos resultados dos pré-testes.

A análise quantitativa dos pós-testes, implementados nos quatro Grupos, mostrou que foram encontradas variações significativas no desempenho dos alunos. Examinando as médias dos Grupos, é possível observar que os Grupos que receberam a intervenção com o MCH obtiveram médias cerca de 1,7 pontos maiores que os Grupos que não receberam a intervenção. A análise da Taxonomia de Bloom, para o *domínio cognitivo*, mostrou que os estudantes dos Grupos A e C adquiram habilidades de expressar suas ideias, sintetizar e aplicar os conceitos sobre geradores, força eletromotriz, resistência interna em exercícios e problemas de maneira mais satisfatória do que os estudantes dos Grupos B e D. Para o *domínio afetivo*, as repostas para os Grupos B e D eram mais lentas, com não tão boa qualidade e apresentaram a necessidade de intervenção para avançarem em seu entendimento. Para o *domínio psicomotor*, alguns estudantes do Grupo C demonstraram certo receio em mexer nos materiais, mas com a devida explicação tanto eles quanto os alunos do Grupo A, realizaram os procedimentos descritos no roteiro, com medidas precisas, manipulação e controle de suas ações.

Vale ressaltar que, embora para as atividades sobre Arquimedes e Daniel Gabriel Fahrenheit, Anders Celsius e William Thomson, os alunos dos Grupos A tenham ingressados com conhecimentos prévios superiores, essa não é uma tendência das turmas de 2º e 3º anos do ensino médio. De uma forma resumida, pode-se dizer foram encontradas variações significativas para os Grupos que receberam a implementação baseada no MCH para as atividades Daniel Gabriel Fahrenheit, Anders Celsius e William Thomson; Robert Boyle; George Simon Ohm e Alessandro Giuseppe Antonio Anastasio Volta; entretanto, para a

atividade intitulada Arquimedes os resultados apontaram que não existiram diferenças significativas entre os Grupos. Contudo, a implementação e análise dos pré-testes e pós-testes confirmam os objetivos restantes que são: desenvolver materiais teóricos e práticos baseados no MCH; implementar pré-testes e pós-testes de verificação de aquisição de conhecimentos pelos alunos e avaliar os pré-testes e pós-testes utilizando recursos da metodologia quantitativa e qualitativa.

A maior dificuldade dos objetivos citados anteriormente foi com relação ao desenvolvimento dos materiais teóricos baseados no MCH. Existem muitos autores que relatam a vida e obra de cientistas, entretanto, quando comparados existem divergências entre eles. Dessa forma, encontrar fontes confiáveis acabou se tornando o maior desafio na elaboração dos textos. Contudo, para contornar essas dificuldades, optou-se pela leitura e embasamento por trabalhos publicados em revistas especializadas na temática história da ciência, ensino e educação em ciências e em Física.

Além da metodologia aplicada e avaliada anteriormente foi feita uma avaliação qualitativa de cada item das três etapas do modelo PIC do Ensino Explícito (método de ensino). Essa avaliação se torna necessária para identificar quais itens foram implementados com maior efetividade e quais necessitam de mais estudos para melhoramento. Para tanto, uma escala de nível de êxito foi construída, onde o nível mais alto de efetividade corresponde a cinco sinais positivos (+). A seguir, um Quadro com o nível de êxito atribuído para cada etapa e itens correspondentes, já caracterizados anteriormente.

Quadro 34 – Nível de êxito na execução das etapas do modelo PIC

(continua)

Etapas do modelo PIC	Item do Modelo PIC	Nível de êxito
(P) Preparação	Objetivos de aprendizado	+++++
	Ideias mestras	++++
	Determinar os conhecimentos prévios	++++
	Integração entre os conhecimentos	++++
	Estratégias cognitivas	+++++
	Mecanismos de apoio ao aprendizado	+++++
	Verificação do alinhamento curricular	+++++
	Roteiro da aula	+++++

		(conclusão)
(I) Interação	Maximizar o tempo de aprendizado em sala de aula	++++
	Garantir uma taxa de sucesso elevada	+++
	Cobrir a matéria a apresentar aos alunos	+++++
	Agrupamentos	+++++
	Dar apoio ao aprendizado (<i>scaffolding</i>)	++++
	Levar em conta diferentes formas de conhecimento	+++++
	Utilizar linguagem clara e precisa	+++++
	Verificar a compreensão	+++
	Explicar, ilustrar através de modelagens, demonstrar	+++++
	Manter o ritmo constante	++++
	Diferenciar de outra forma	++
(C) Consolidação	Deveres de casa	+++++
	Revisões cotidianas	+++++
	Avaliar a transferência dos aprendizados	++++

A etapa P do modelo PIC apresenta 8 itens. O primeiro deles relacionado aos *objetivos de aprendizado* recebeu o nível de êxito máximo. Esse item corresponde à definição do que se espera que o aluno tenha aprendido ao final da intervenção. As *ideias mestras*, o segundo item da etapa P, recebeu o escore de 4 sinais positivos, pois, a maior dificuldade foi em encontrar materiais de origem confiável que tratassem da obra dos cientistas envolvidos nos conceitos estudados.

O próximo item, *determinar os conhecimentos prévios*, recebeu nível de êxito correspondente a 4 sinais positivos, pois, alguns alunos deixaram as questões em branco, o que dificulta a verificação desses conhecimentos. O mesmo escore recebeu o item *integração entre os conhecimentos*. Esse item corresponde ao estabelecimento das relações entre a obra dos cientistas, o contexto histórico e as contribuições de outros profissionais ao desenvolvimento do trabalho. Da mesma forma, como o item *ideias mestras*, existe a incoerência entre alguns trabalhos biográficos divulgados, o que fez com que esse item não recebesse o escore máximo.

O item *estratégias cognitivas* recebeu o nível de êxito máximo. Esse item corresponde à leitura do texto individualmente e em Grupo, realização da atividade experimental em

Grupo com divisão de tarefas. O item *mecanismos de apoio ao aprendizado* também recebeu nível de êxito igual a 5 sinais positivos. Esse item corresponde à mediação nas fases em Grupos e individualmente na realização dos exercícios durante a fase dos conteúdos, o que pode ser feita sem maiores dificuldades quando o tempo é otimizado de forma satisfatória.

Os dois últimos itens da etapa preparação (P), *verificação do alinhamento curricular* e *roteiro da aula*, também receberam máximo nível de êxito. A metodologia baseada no MCH está de acordo com os pressupostos dos PCN+ da Física (BRASIL, 2002) e com demais documentos oficiais da educação brasileira o que assegura a eficácia do primeiro item citado. Já o roteiro da aula, com a aplicação de pré-testes; intervenção composta pelos conceitos, exemplos, problemas e por uma atividade prática, relacionada ao cientista estudado; e pós-teste de cada cientista, além de estar coerente com o alinhamento curricular anterior, se mostrou eficaz nas duas intervenções analisadas nesse projeto de tese.

A etapa I do modelo PIC é composta de 11 itens. O primeiro deles, *maximizar o tempo de aprendizado em sala de aula*, recebeu nível de êxito correspondente a 4 sinais positivos, pois em alguns momentos a aula acaba sendo interrompida pela necessidade da participação dos estudantes em outras atividades da escola ou por assuntos também de interesses dos estudantes. O item *garantir uma taxa de sucesso elevada* recebeu 3 sinais positivos como escore, pois, nem sempre é possível, através de atividades menores, verificar a aprendizagem de todos os estudantes, seja pela dificuldade individual que necessita de mais tempo para ser explanada ou pelo fato de não realizarem a atividade proposta.

Os dois próximos itens que são *cobrir a matéria a apresentar aos alunos* e *agrupamentos* tiveram máximo nível de êxito. Esses dois momentos correspondem, respectivamente, à explanação dos conteúdos definidos nas ideias mestras e à escolha dos Grupos de estudos pelos próprios estudantes para a realização de algumas tarefas. Esses dois itens podem ser realizados sem maiores dificuldades.

O item *dar apoio ao aprendizado (scaffolding)* teve nível de êxito correspondente a 4 sinais positivos. Embora nesse momento os estudantes tenham que recordar cada etapa da implementação, algumas vezes é necessário que o professor retome cada etapa vista em razão dos estudantes faltantes à aula. Já os dois próximos itens *levar em conta diferentes formas de conhecimento* e *utilizar linguagem clara e precisa* receberam o mais alto nível de êxito. Para esses dois itens é necessário que o professor conheça o público a que se pretende trabalhar, para que os exemplos trazidos pelos estudantes sejam adequados ao conteúdo e que sejam tratados com uma linguagem também adequada.

O nono item da etapa I, *verificar a compreensão*, recebeu nível de êxito 3, pois às vezes, devido aos alunos faltantes, fica difícil manter o andamento da aula, já que para verificar a compreensão desses estudantes, é necessário utilizar outros momentos da implementação. Os itens *explicar*, *ilustrar através de modelagens*, *demonstrar* e *manter o ritmo constante* receberam, respectivamente, níveis de êxito 5 e 4. O primeiro deles corresponde à explicação, por parte do professor, dos conceitos propriamente ditos e da forma de resolução dos problemas, o que pode ser feito de forma satisfatória dentro do que fora planejado. Já o item *manter o ritmo constante*, não recebeu nível máximo de êxito, pois o tem disponível foi utilizado para verificar a compreensão dos estudantes que não compareceram às aulas anteriores e não para fazer a aula avançar, pois demais estudantes ficaram sem atividades nesse momento.

O último item dessa etapa, *diferenciar de outra forma*, recebeu apenas dois sinais positivos de nível de êxito. Esse item corresponde ao estabelecimento de estratégias de ensino para os estudantes que não estão conseguindo acompanhar o ritmo da aula. A grande dificuldade desse momento é que muitos estudantes que não conseguem realizar acompanhar a aula, também não realizam as atividades extras dedicadas a eles para que possam entender os próximos procedimentos da implementação. Vale ressaltar que esses estudantes são aqueles que, por vários motivos, acabam por abandonar a sala de aula devido ao seu número elevado de faltas. Dessa forma, a consolidação desse item fica comprometida.

A etapa C do modelo PIC é composta por 3 itens. Os dois primeiros itens, *deveres de casa* e *revisões cotidianas*, receberam máximo escore. Os deveres foram entregues aos estudantes ao final da intervenção e retomados no início da próxima aula, a fim de que se possa começar uma nova etapa. Já o item *avaliar a transferência dos aprendizados* recebeu 4 sinais positivos. Esse item corresponde à aplicação de um exercício mediado para a verificação da aprendizagem. Entretanto, algumas vezes ocorrem situações em que os estudantes não realizam a atividade proposta, o que torna impossível a verificação da aprendizagem deles. Vale ressaltar que o número de alunos que se enquadram nessa situação é muito baixo, por isso, esse item recebeu nível de êxito 4.

Alguns resultados sobre a implementação do MCH em atividades de ensino de Física já foram apresentados em congressos internacionais. O primeiro trabalho intitulado *O modelo dos cientistas como estratégia interdisciplinar baseado nas diretrizes propostas pelo Plano Nacional de Educação* (CAUDURO; LÜDKE, 2013) foi apresentado no *Simpósio Internacional sobre Interdisciplinaridade no Ensino, na Pesquisa e na Extensão – Região Sul* em 23-25 de outubro de 2013 em Florianópolis, Santa Catarina. Nesse trabalho, foi feita uma

análise comparativa com estudantes do ensino médio e acadêmicos do curso de Física Licenciatura da Universidade Federal de Santa Maria.

A metodologia empregada, sobre vida e obra de Arquimedes, foi a mesma utilizada nessa pesquisa, entretanto, a análise dos resultados foi feita de acordo com os três eixos de desenvolvimento propostos por Piaget e Inhelder e não com a classificação da gestão de aprendizagem proposta nesse trabalho, que nos parece ser mais adequada para os alunos que participam do trabalho. Os resultados mostraram que com a classificação é possível ter uma melhor compreensão do que os estudantes mais necessitam, o que pode ser incorporado aos planejamentos futuros, minimizando as possibilidades de ficarem lacunas no aprendizado. Dessa forma, a metodologia baseada no MCH pode ser uma ferramenta que pode auxiliar no cumprimento das diretrizes propostas pelo Plano Nacional de Educação, pois integra as estratégias entre a teoria e prática, objetivos do Grupo de pesquisa Núcleo de Pesquisas sobre Aquisições Epistemológicas e Formações Científicas do CNPq que estou inserida.

O segundo trabalho foi apresentado no 2º Congresso Internacional de Educação em Ciências e 15 anos da Revista de Educación en Ciencias, em Foz do Iguaçu – PR em 2014. O trabalho intitulado Uma proposta de aplicação de um método cognitivo-histórico para ensinar integração conceitual em física e biologia em escola de ensino médio (LÜDKE; CAUDURO; BASTOS, 2014), trouxe a implementação de sequências de atividades práticas de ensino de Biologia e Física à 94 estudantes de escola da rede pública de ensino localizados em zona carente de Santa Maria – RS em 2013-2015. A análise dos dados mostrou que os alunos realmente conseguem estabelecer relações e criam competências para interligar os conceitos, como por exemplo de Física e Química para entender a Fisiologia Vegetal. Esses resultados dificilmente seriam atingidos com uma metodologia tradicional, ainda mais com textos de livros didáticos padrão disponibilizados nas bibliotecas escolares. Dessa forma, mais uma vez a análise cognitivo-histórica mostrou-se como uma estratégia promissora para melhorar a aprendizagem dos adolescentes na educação básica, com a integração conceitual em Física e Biologia feita pelos alunos de forma independente do professor.

O terceiro trabalho (resumo) foi apresentado no III Congresso Internacional de Educação Científica e Tecnológica na cidade de Santo Ângelo – RS em 2015. Esse trabalho, intitulado *Uma proposta de material didático mínimo para ensino de Física Nuclear com temática CTSA* (VELOZO et al., 2015), apresenta um laboratório mínimo de ensino de radiação nuclear, modelo atômico e aplicações que podem ser manuseados pelos estudantes conforme legislação do Conselho Nacional de Energia Nuclear (CNEN). A metodologia empregada é baseada nos eixos de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, e no MCH

conforme apresentado nesse projeto de tese. Os primeiros resultados mostraram que é possível realizar pré-abordagens experimentais e conceituais de até cerca de 80% dos conteúdos de livros de química e física de etapas iniciais do ensino médio. Além disso, os estudantes podem empregar os experimentos com facilidade para entender os mecanismos de produção de radioatividade naturais fazendo análise de alguns minérios coletados em diversas regiões do Brasil, aplicações da radioatividade artificial e natureza da radiação como evidência do surgimento da física moderna e mecânica quântica, e seus contextos históricos e políticos.

5 CONCLUSÕES

Os resultados qualitativos e quantitativos mostrados nessa pesquisa ajudaram a responder a questão inicial: “*O Método Cognitivo-histórico pode ser utilizado na disciplina de Física como agente operacional capaz de contribuir para a aprendizagem de estudantes de escola localizada em zona de vulnerabilidade social*”? É possível responder que o MCH é uma ferramenta que se mostrou eficaz nas implementações em escola localizada em zona de vulnerabilidade social para as atividades de Física referentes à vida e obra dos cientistas Daniel Gabriel Fahrenheit, Anders Celsius e William Thomson, referentes aos conceitos de temperatura e suas medidas; Robert Boyle, relacionado ao comportamento do volume e pressão de um gás à temperatura constante; George Simon Ohm, relativo à tensão elétrica, corrente elétrica, resistores e suas características; e Alessandro Giuseppe Antonio Anastasio Volta, relacionado aos geradores, suas características, sua força eletromotriz e resistência interna.

Sobre o ensino explícito e a gestão dos aprendizados a maioria dos itens do modelo PIC puderam ser realizados com nível de êxito elevado, correspondente a 4 e 5 sinais positivos. Os itens *garantir uma taxa de sucesso elevada, verificar a compreensão e diferenciar de outra forma*, que receberam 2 e 3 sinais positivos como nível de êxito, necessitam de maior aperfeiçoamento. Esses itens estão relacionados, na maioria das vezes, aos alunos que faltam aulas consecutivas, o que acaba interferindo no seu aprendizado pelo fato da aula ter avançado e eles não. Para resolver esse problema é necessária a elaboração de estratégias que favoreçam a recuperação das atividades não realizadas.

Algumas sugestões para pesquisas futuras seriam o aprofundamento dos estudos relacionados ao Método Cognitivo-histórico e sua implementação em aulas de Física do ensino médio, já que se mostrou eficaz em atividades com estudantes de 2º e 3º anos e pode ser inserido nos planejamentos da educação básica sem grandes complicações. Como mencionado nas discussões, o planejamento inicial envolvia oito atividades sobre a vida e obra de cientistas, entretanto apenas cinco puderam ser implementadas devido à problemas políticos e estruturais da escola. Contudo, as demais atividades devem ser concluídas e estendidas aos estudantes do 1º ano do ensino médio com os cientistas referentes ao conteúdo dessa etapa.

Outro fato importante e que deve ter seu estudo continuado é a relação entre o ensino das ciências e a vulnerabilidade social. Como visto nesse trabalho, são poucos os estudos que mostram as relações entre o ensino das ciências e como essa área utiliza as características da

vulnerabilidade social nos planejamentos escolares. Um trabalho sobre essa temática foi apresentado no *I Encontro Regional de Ensino de Ciências* sob o título de *A Vulnerabilidade Social e a Educação em Ciências: Proposta do Ensino Explícito como Método de Ensino* (CAUDURO; DIAS; LÜDKE, 2017). Nesse trabalho foi discutido o uso do Ensino Explícito como forma de reduzir as desigualdades sociais dentro da sala de aula, além de apresentar uma revisão bibliográfica que confirma que mais estudos devem ser feitos para reduzir os efeitos de evasão e reprovação de estudantes em situação de vulnerabilidade social na escola básica. Contudo, mais estudos estão sendo realizados e devem dar continuidade ao trabalho iniciado com a presente tese.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAMOVAY, M. et al. **Juventude, violência e vulnerabilidade social na América Latina: desafios para políticas públicas**. Brasília: UNESCO, BID, 2002.
- ABRANTES, P. C. C. (Org.). **Epistemologia e cognição**. Brasília: Editora UnB, 1994.
- AHLERT, M. Vulnerabilidade Social e Educação. Salto para o futuro: vulnerabilidade Social e Educação. **Boletim 19**, ano XX, 2010.
- ALMEIDA, L. M. et. al. Assessing maternal healthcare inequities among migrants: a qualitative study. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 30, n. 2, 2014.
- ALMEIDA, M. A. B. de; GUTIERREZ, R. M.; MARQUES, R. **Qualidade de vida: definição, conceitos e interfaces com outras áreas de pesquisa**. Escola de Artes, Ciências e Humanidades, São Paulo: SP, ed. EACH/USP, 2012.
- ARRUDA, C. N. de; BRAIDE, A. S. G.; NATIONS, M. “Carne crua e torrada”: a experiência do sofrimento de ser queimada em mulheres nordestinas, Brasil. **Caderno de Saúde Pública**. v. 30, n. 10, 2014.
- ASSIS, E. M. de et al. Prevalência de parasitos intestinais na comunidade indígena Maxakali, Minas Gerais, Brasil, 2009. **Caderno de Saúde Pública**, v. 29, n. 4, 2013.
- AZEVEDO, J. C.; REIS, J. T. (Org.) **Reestruturação do ensino médio: pressupostos teóricos e desafios da prática**. 1. ed. São Paulo: Fundação Santillana, 2013.
- BARATA, R. B. et al. Social vulnerability and health status: a household survey in the central area of a Brazilian metropolis. **Caderno de Saúde Pública**, v. 27, 2011.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. [S. l.]: Persona, 1977.
- BODEN, M. A. **The creative mind, myths and mechanisms**. New York: Basic Books, 1990.
- BORGES, A. P. A. et.al. Visões de Ciência e Cientista utilizando representações artísticas, entrevistas e questionários para sondar as concepções entre alunos da primeira série do Ensino Médio. Anais do **XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ)**. Brasília, DF, 2010.
- BORGES, A. T. Modelos mentais de eletromagnetismo. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 15, n. 1, p. 7-31, abr. 1998.
- BRANDÃO, T. O.; GERMANDO, I. M. P. Experiência, memória e sofrimento em narrativas autobiográficas de mulheres. **Psicologia & Sociedade**, v. 21, n. 1, 2009.
- BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN + Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, **Censo Escolar da Educação Básica 2013**: resumo técnico. Secretaria de Estatísticas. Brasília: O instituto, 2014.

_____. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio**. Brasília: MEC, 2000.

_____. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. Leis e Decretos. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Brasília: MEC, 1996.

_____. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE: **Censo Demográfico 2010 – Educação e Deslocamento**. Rio de Janeiro, 2012.

_____. Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República. **Atlas da vulnerabilidade social nos municípios brasileiros**. Brasília, 2015.

CACHAPUZ, A. et al. (Org.). **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

CALEJON, L. M. C. Desempenho escolar e vulnerabilidade social. **Revista Exitus**, v. 1, n. 1, 2011.

CALLEGARI-JACQUES, S. M. **Bioestatística**: princípios e aplicações. Porto Alegre: Artmed, 2003.

CARMO, H.; FERREIRA, M. M. **Metodologia da Investigação**: Guia para auto-aprendizagem. Lisboa: Universidade Aberta, 1998.

CARTIER, R. et al. Vulnerabilidade social e risco ambiental: uma abordagem metodológica para avaliação de injustiça ambiental. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 25, n. 12, 2009.

CARVALHO-SILVA, H. H. de; BATISTA, A. A. G.; ALVES, L. A escola e famílias de territórios metropolitanos de alta vulnerabilidade social: Práticas educativas de mães “protagonistas”. **Revista Brasileira de Educação**, v. 19, n. 56, 2014.

CASTRO-SILVA, C. R. de; HEWITT, W. E.; CAVICHIOLI, S. Igualdades e dessimetrias: a participação política em ONGs HIV/AIDS do Canadá e do Brasil. **Psicologia & Sociedade**. v. 19, n. 2, 2007.

CAUDURO, P. J.; DIAS, J. M.; LÜDKE, E. A vulnerabilidade social e a educação em ciências: proposta do Ensino Explícito como método de ensino. **Anais do I Encontro Regional de Ensino de Ciências**. Santa Maria, 2017.

CAUDURO, P. J.; LÜDKE, E. Análise de subsunções sobre ímãs e campo magnético em alunos de curso de farmácia. **Revista Vivências**, n. 20, 2015.

_____. O modelo dos cientistas como estratégia interdisciplinar baseado nas diretrizes propostas pelo Plano Nacional de Educação. **Anais do Simpósio Internacional sobre Interdisciplinaridade no Ensino, na Pesquisa e na Extensão – Região Sul**. Florianópolis, 2013.

CENPEC. **Educação em territórios de alta vulnerabilidade social na metrópole.** São Paulo, 2011.

CHALMERS, A. F. **O que é Ciência, afinal?** São Paulo, SP: Brasiliense, 1995.

COCKELL, F. F. Idosos aposentados no mercado de trabalho informal: trajetórias ocupacionais na construção civil. **Psicologia & Sociedade**, v. 26, n. 2, 2014.

COMBINATO, D. S.; MARTIN, S. T. F. Necessidades da vida na morte. **Interface – comunicação, saúde, educação**, v. 3, 2017.

DA ROSA, C. T. W. **Metacognição no ensino de Física: da concepção à aplicação.** Passo Fundo: ed. Universidade de Passo Fundo, 2014.

DA SILVA, A. C. Pobreza, desenvolvimento mental e desempenho escolar. **Cadernos de Pesquisa: Fundação Carlos Chagas**. n. 29, 1979.

DA SILVA, R. M. S.; DA SILVA, M. R. S. Traços e configurações do discurso da vulnerabilidade social no Brasil – modos de ser e gerenciar uma parcela da população. **Educação em Revista**, v. 31, n. 1, 2015.

DA SILVA, S. B.; RAPOPORT, A. Desempenho escolar de crianças em situação de vulnerabilidade social. **Revista Educação em Rede: Formação e Prática Docente**, v. 2, n. 2, 2013.

DE MORAIS, N. A.; KOLLER, S. H.; RAFFAELLI, M. Eventos Estressores e Indicadores de Ajustamento entre Adolescentes em Situação de Vulnerabilidade Social no Brasil. **Universitas Psychologica**, v. 9, n. 3, 2010.

FEJOLO, T. B.; PASSOS, M. M.; ARRUDA, S. de M. A socialização dos saberes docentes: a comunicação e a formação profissional no contexto do PIBID/FÍSICA. **Investigações em ensino de ciências**, v. 22, n. 1, 2017.

FERREIRA, M. J. M.; JÚNIOR, M. M. V. A expansão do agronegócio no semiárido cearense e suas implicações para a saúde, o trabalho e o ambiente. **Interface – comunicação, saúde, educação**, v. 20, n. 58, 2016.

FERREIRA, R. A. et.al. Análise espacial da vulnerabilidade social da gravidez na adolescência. **Caderno de Saúde Pública**, v. 28, n. 2, 2012.

FLECK, M. P. de A. O instrumento de avaliação de qualidade de vida da Organização Mundial da Saúde (WHOQOL-100): características e perspectivas. **Ciência & Saúde Coletiva**, n. 5, v. 1, p. 33-38, 2000.

FREIRE, N. C. F.; BONFIM, C. V. do; NATENZON, C. E. Vulnerabilidade socioambiental, inundações e repercussões na Saúde em regiões periféricas: o caso de Alagoas, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 19, n. 9, 2014.

GAUTHIER, C.; BISSONNETTE, S.; RICHARD, M. **Ensino Explícito e Desempenho dos alunos: a gestão dos aprendizados.** Tradução de Stephania Matousek. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014.

GODOY, K. et al. Food insecurity and nutritional status of individuals in a socially vulnerable situation in Brazil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 22, n. 2, 2017.

GUIMARÃES E SILVA, J.; VALADARES, F. C.; DE SOUZA, E. R. O desafio de compreender a consequência fatal da violência em dois municípios brasileiros. **Interface – comunicação, saúde e educação**, v. 17, n. 46, 2013.

HABERMANN, M. et al. Socioeconomic inequalities and exposure to traffic-related air pollution in the city of São Paulo, Brazil. **Caderno de Saúde Pública**, v. 30, n. 1, 2014.

HECKTHEUER, L. F. A.; DA SILVA, M. R. S. Projetos Sociais Esportivos: Vulnerabilização e Governo. **Movimento**, v. 17, n. 3, 2011.

IACHEL, G. O conhecimento prévio de alunos do ensino médio sobre as estrelas. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, v. 12, p. 7-29, 2011.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **Censo Escolar da Educação Básica 2016: notas estatísticas**. Brasília, 2017.

JESUÍNO, J. C. O método experimental nas Ciências Sociais. In Silva, A. S.; PINTO, J. M. (Eds.) **Metodologia das Ciências Sociais**. Porto: Afrontamento, 1989.

JOHNSON-LAIRD, P. N. **Mental Models**. Cambridge: Mass, 1983.

JUCÁ, V. J. dos S. et al. Significando a morte, através de redes sociais, em um contexto de vulnerabilidade social – um estudo com crianças pré-escolares, seus pais e professores. **Psicologia & Sociedade**, v. 19, n. 2, 2007.

KAZUHITO, Y.; FUKU, L. F. **Física para o ensino médio**. São Paulo: Saraiva, v. 1-3, 2010.

KLUTHCOVSKY, A. C. G. C.; KLUTHCOVSKY, F. A. O WHOQOL-bref, um instrumento para avaliar qualidade de vida: uma revisão sistemática. **Revista de psiquiatria do Rio Grande do Sul**, v. 31, n. 3, 2009.

KUHN, T. A. **¿Qué són las revoluciones científicas? y otros ensayos**. Barcelona: Paidós, 1989.

_____. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo, SP: Perspectiva, 2001.

_____. **The structure of scientific revolutions: International Encyclopedia of Unified Science**. Chicago: University of Chicago Press, 1962.

LOPES, C. G.; ISAYAMA, H. F. Intervenção do profissional de Educação Física, gestão intersetorial e territorialidade: o caso do programa *BH Cidadania*. **Movimento**, v. 20, n. 3, 2014.

LÜDKE, E.; CAUDURO, P. J.; BASTOS, G. D. Uma proposta de aplicação de um método cognitivo-histórico para ensinar integração conceitual em física e biologia em escola de ensino médio. **Revista de Educacion en Ciencias**, v. 15, 2014.

LÜDKE, J. P. R.; LÜDKE, E. Um estudo sobre avaliação de desempenho de vestibulandos no aprendizado de Química Inorgânica para definição de critérios para uma intervenção cognitiva. **Química Nova na Escola**, v. 33, n. 4, 2011.

MAGNANI, L.; NERSESSIAN, N. J.; THAGARD, P. **Model-based reasoning in scientific discovery**. New York: Plenum Press, 1999.

MALVASI, P. A. ONGs, vulnerabilidade juvenil e reconhecimento cultural: eficácia simbólica e dilemas. **Interface - Comunicação, Saúde e Educação**, v. 12, n. 26, 2008.

MARCHELLI, P. S. Educação, trabalho e vulnerabilidade social: reflexões sobre os jovens excluídos do ensino médio no Brasil. **Revista Tempos e Espaços em Educação**, v. 9, n. 19, 2016.

MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. **Curso de Física**. São Paulo: Scipione, v. 1-3, 2010.

MONI, R. W. et al. Using explicit teaching to improve how bioscience students write to the lay public. **Advances in Physiology Education**, v. 31, 2007.

MORAES, R. C. P. de et al. Pesquisa participante na estratégia saúde da família em territórios vulneráveis: a formação coletiva no diálogo pesquisador e colaborador. **Trabalho, Educação e Saúde**, v. 15, n. 1, 2017.

MORAIS E SILVA, E. et al. A Epistemologia De Willard Van Orman Quine E Suas Contribuições Para O Ensino De Ciências. **Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, v. 5, n. 9, p. 44-54, ago./dez. 2012.

NERSESSIAN, N. J. A cognitive-historical approach to meaning in science theories. **The Process of science**, Dordrecht, p. 161-179, 1987.

_____. **Creating Scientific Concepts**. London: MIT Press Books, 2008.

_____. How do scientists think? Capturing the dynamics of conceptual change in science. **Minnesota Studies in the Philosophy of Science**, Minneapolis, p. 3-45, 1992.

_____. Opening the black box: Cognitive science and the history of science. **Osiris**, Chicago, v. 10, p. 195-211, 1995.

NEVES-SILVA, P.; HELLER, L. O direito humano à água e ao esgotamento sanitário como instrumento para promoção da saúde de populações vulneráveis. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 21, n. 6, 2016.

OLIVEIRA, S. M. de. **A linguagem em Quine**. Dissertação apresentada à Faculdade de Filosofia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande Do Sul (PUC-RS), 2011, Porto Alegre.

ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Education at glance 2016: OECD Indicators**. OECD Publishing, 2016.

PALMA, A.; MATTOS, U. A. de O. Contribuições da ciência pós-normal à saúde pública e a questão da vulnerabilidade social. **História, Ciências, Saúde**, v. VIII, n. 3, 2001.

PEQUENO, M. **10 Lições sobre David Hume**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014.

PEREIRA, V. T.; GUARESCHI, P. A. A Psicologia no CRAS: um estudo de Representações sociais. **Psicologia & Sociedade**, v. 29, 2017.

POBLACION, A. P. et al. Insegurança alimentar em domicílios brasileiros com crianças menores de cinco anos. **Caderno de Saúde Pública**, v. 30, n. 5, 2014.

PORONNIK, P.; MONI, R. W. The Opinion Editorial: teaching physiology outside the box. **Advances in Physiology Education**, v. 30, 2006.

PORTO, L. S. **Hume**. Coleção Filosofia passo-a-passo. Rio de Janeiro, RJ: Zahar, 2006.

QEDU. Fundação Meritt e Fundação Lemann. **Dados do Censo Escolar da Educação Básica**, 2015. Disponível em: http://www.qedu.org.br/brasil/censo-escolar?year=2014&dependence=0&localization=0&education_stage=0&item. Acesso em: 18 jun. 2017.

QUEIROZ, G.; GUIMARÃES, L. A.; BOA, M. C. F. O professor artista-reflexivo de Física, a pesquisa em ensino de Física e a modelagem analógica. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 1, n. 3, 2001.

QUINE, W. V. O. **Epistemology Naturalized**. Cambridge: The MIT Press, 1987.

_____. Epistemology Naturalized. **Ontological Relativity and Other Essays**, New York, 1970, p. 69-90.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Estado da Educação. **Regimento escolar padrão para o Ensino Médio Politécnico**, 2012.

SILVA, B. P. da et al. Ampliação do acesso à saúde na região mais vulnerável do estado de São Paulo, Brasil: reflexo do Programa Mais Médicos? **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 21, n. 9, 2016.

SILVA, K. S. da et al. Gravidez recorrente na adolescência e vulnerabilidade social no Rio de Janeiro (RJ, Brasil): uma análise de dados do Sistema de Nascidos Vivos. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 16, n. 5, 2011.

SILVA, R. M. S. da; SILVA, M. R. S. da. Traços e Configurações do Discurso da Vulnerabilidade Social no Brasil - Modos de Ser e Gerenciar uma Parcela da População. **Educação em Revista**, v. 31, n. 1, 2015.

SOARES, C. [Entrevista disponibilizada em 24 de novembro de 2015, a Internet]. 2015. Disponível em: <<http://g1.globo.com/educacao/noticia/2015/11/brasil-investe-mais-em-educacao-diz-ocde-mas-abandono-ainda-e-alto.html>>. Acesso em: 25 nov. 2015.

SOARES, V. M. N.; SCHOR, N. Perfil de mulheres com alta fecundidade em um grande centro urbano no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 18, n. 4, 2013.

SOLOMON, R. L.; LESSAC, M. S. A control group design for experimental studies of developmental process. **Psychological Bulletin**, v. 70, n. 3, 1968.

STOCO, S.; ALMEIDA, L. C. Escolas municipais de Campinas e vulnerabilidade sociodemográfica: primeiras aproximações. **Revista Brasileira de Educação**, v. 16, n. 48, 2011.

SWELLER, J. Cognitive load during problem solving: Effects on learning. **Cognitive science**, v. 12, n. 2, p. 257-285, 1988.

TALIM, S. L. A atitude no ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 21, n. 3: p. 313-324, dez. 2004.

TAUCEDA, K. C.; DEL PINO, J. C. Modelos e outras representações mentais no estudo do DNA em alunos do ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 2, 2010.

TAVARES, R. et al. Homicídios e Vulnerabilidade Social. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 21, n. 3, 2016.

TEIXEIRA, S. J. **Significado e Referência em Quine Kuhn**. Dissertação apresentada à Faculdade de Filosofia da Universidade Federal do Paraná (UFPR), 2012, Curitiba.

THE WHOQOL GROUP. World Health Organization. **WHOQOL: measuring quality of life**. Geneva: WHO; 1997.

TOLEDO, L.; GÓNGORA, A.; BASTOS, F. I. P. M. À margem: uso de crack, desvio, criminalização e exclusão social – uma revisão narrativa. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 22, n. 1, 2017.

VELOZO, R. W. et al. Uma proposta de material didático mínimo para ensino de Física Nuclear com temática CTSA. **Anais do III Congresso Internacional de Educação Científica e Tecnológica**. Santo Ângelo, RS, 2015.

WALLEN, N. E.; FRAENKEL, J. R. **Educational Research: a guide to the process**. New York: Routledge, 2000. p. 279.

YANNOULAS, S. C.; ASSIS, S. G.; FERREIRA, K. L. Educação e Pobreza: limiares de um campo em (re)definição. **Revista Brasileira de Educação**, v. 17, n. 50, 2012.

ZANON, D. A. V.; MACHADO, A. T. A visão do cotidiano de um cientista retratada por estudantes iniciantes de licenciatura em química. **Ciências & Cognição**, v. 18, n. 1, 2013.

ZEQUINÃO, M. A. et al. *Bullying* escolar: um fenômeno multifacetado. **Educação e Pesquisa**, v. 42, n. 1, 2016.

APÊNDICES

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS:
QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Pesquisador responsável: Paola Jardim Cauduro

Professor orientador: Everton Lüdke

Telefone para contato: (55) 9200-0719

Sua colaboração é importante e necessária para o desenvolvimento da pesquisa, porém sua participação é voluntária. A pesquisa *“O MÉTODO COGNITIVO-HISTÓRICO E O ENSINO DE FÍSICA MEDIADO POR EPISTEMOLOGIAS”* irá analisar de que forma o uso dessa metodologia contribui para a melhora na aprendizagem dos alunos do ensino médio em escolas da periferia de Santa Maria. Essa investigação será realizada através implementação de pré-testes para a verificação de capacidades de raciocínio lógico e conhecimentos prévios dos estudantes, seguidos dos relatos sobre a vida e carreira de cientistas, atividade experimental e avaliação por pós-testes.

Será garantido o anonimato e o sigilo das informações, além da utilização dos resultados exclusivamente para fins científicos. Em qualquer momento da realização desta pesquisa você poderá solicitar informações ou esclarecimentos sobre o andamento da coleta e implementação da metodologia com o pesquisador responsável. Sendo um participante voluntário, você não terá nenhum pagamento e/ou despesa referente à sua participação no estudo. Os materiais utilizados para coleta de dados serão armazenados por 5 (cinco) anos, após descartados, conforme preconizado pela Resolução CNS nº. 196, de 10 de outubro de 1.996.

Após ler as informações acima, aceito participar do referido estudo.

APÊNDICE B – MATERIAIS PARA A ATIVIDADE ARQUIMEDES

Pré-teste

Questão 1: Por que uma pessoa com colete salva-vidas consegue flutuar com mais facilidade que uma sem?

Questão 2: Por que conseguimos carregar uma pedra ou uma pessoa com mais facilidade dentro do mar do que na areia?

Arquimedes (287 – 212 a.C.)

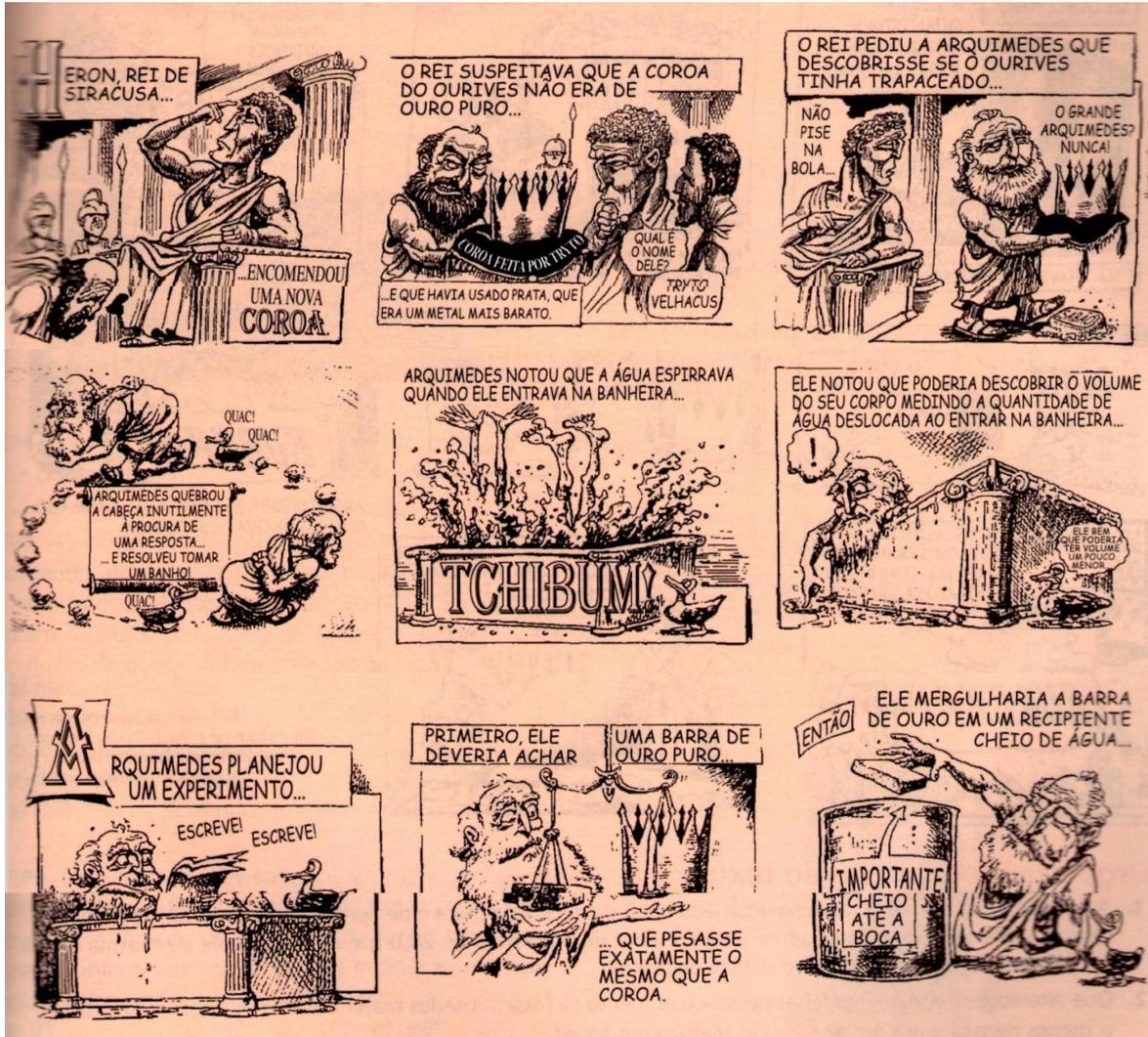


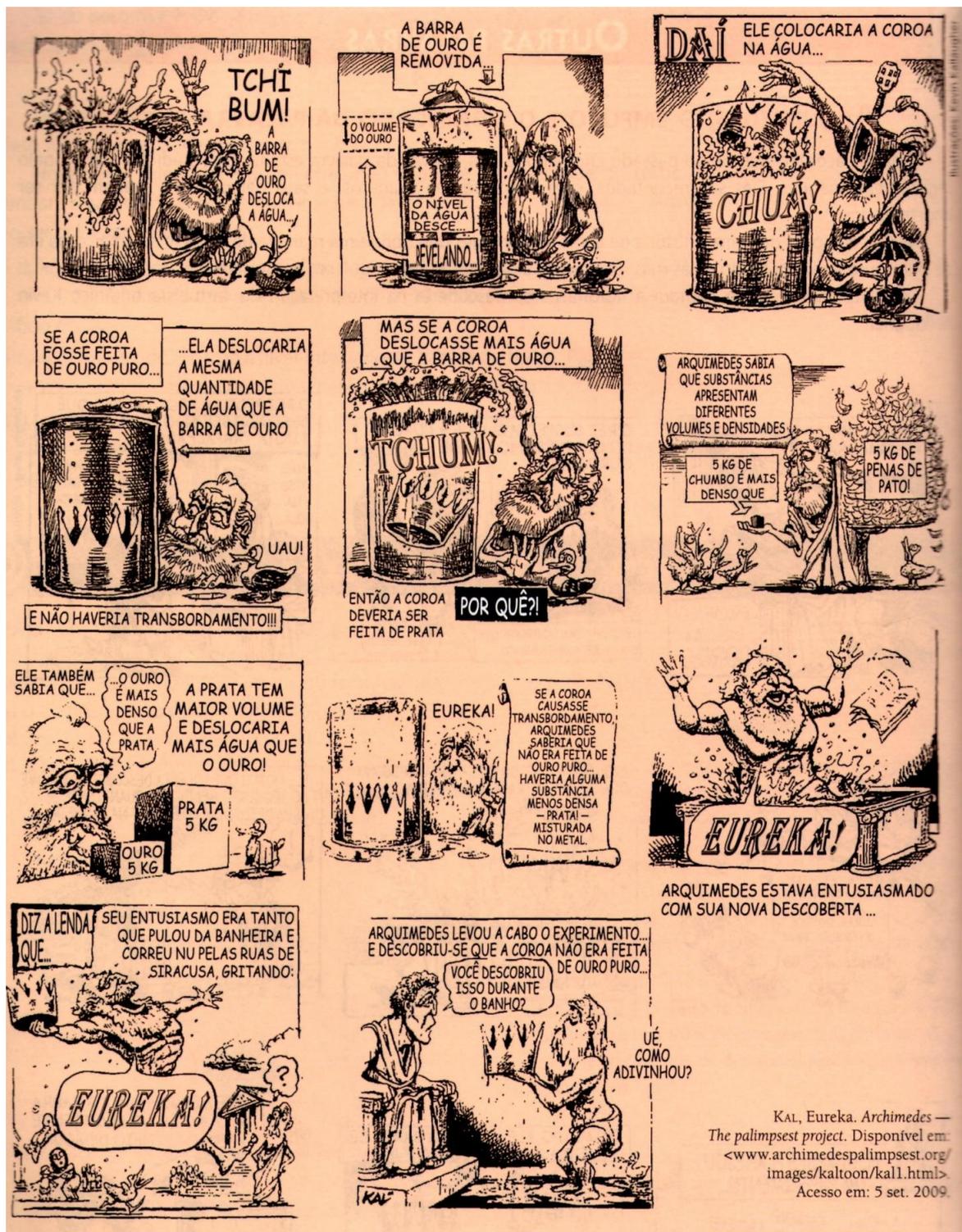
Arquimedes nasceu em Siracusa, na Sicília. Destacou-se pelos seus estudos relacionados aos campos da física e matemática e também por criar instrumentos que o ajudassem a desenvolver suas próprias pesquisas. Na época as doutrinas filosóficas gregas exaltavam as noções de medida, ordem e proporção com exigência da perfeição geométrica das coisas naturais.

Arquimedes foi convocado por um tirano de Siracusa chamado Hierão para resolver um problema (ver história em quadrinhos). Hierão suspeitava que o ourives que fizera sua coroa o havia enganado, colocando uma quantidade de ouro menor do que aquela que fornecera. A Arquimedes foi dada a missão de descobrir se a coroa era feita de ouro maciço ou se na verdade era uma mistura de ouro e prata. Arquimedes resolveu o problema enunciando um dos principais princípios da Hidrostática, conhecido como o Princípio de Arquimedes que explica porque um navio consegue flutuar e porque nos sentimos mais leves na água. Arquimedes também foi o primeiro a calcular o valor de π e as propriedades da quadratura da parábola.

Em 212 a. C., durante a Segunda Guerra Púnica, os romanos invadiram Siracusa com o intuito de conquistar territórios e mercado. Arquimedes teve sua casa invadida quando desenhava figuras geométricas na areia. Quando um soldado se aproximou dele, Arquimedes insistiu para que o permitisse terminar seu raciocínio, mas foi assassinado pelo soldado. As máquinas projetadas por Arquimedes para proteger Siracusa dos ataques falharam e a cidade foi tomada pelo império romano.

Arquimedes e o problema da coroa de Heron (Hierão)





Referência da imagem: <http://godofredonasestrelas.blogspot.com.br/2017/04/>

Princípio de Arquimedes

As conclusões de Arquimedes mostraram que existe uma grande diferença em carregar uma pedra fora do que dentro d'água. Dentro da água a pedra parece estar muito mais leve. Isso ocorre

porque a água exerce sobre a pedra uma força direcionada para cima, o que explica a sensação de leveza.



Fig. 1

Essa força conhecida como *empuxo* surge devido a diferentes intensidades de pressão à qual um corpo fica submetido quando imerso total ou parcialmente em um fluido (líquido ou gás). Como o fluido exerce força de todos os lados do corpo, a resultante dessa força é direcionada verticalmente para cima.

Arquimedes enunciou o princípio que afirma: “Todo corpo imerso, total ou parcialmente, num fluido em equilíbrio, sofre a ação de uma força vertical, para cima, aplicada pelo fluido. Essa força é denominada empuxo, cuja intensidade é igual ao peso do fluido deslocado pelo corpo”.

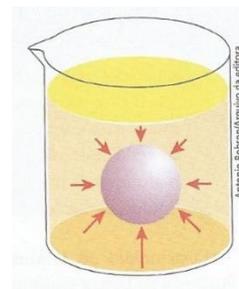


Fig. 2

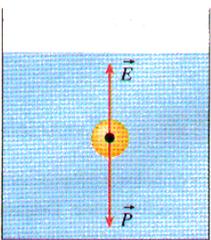


Fig. 3

onde, $E = \text{empuxo}$;

$d_F = \text{densidade do fluido}$;

$V_D = \text{volume deslocado}$;

$g = \text{aceleração da gravidade}$.

Levando-se em consideração que o empuxo E tem intensidade igual ao peso do fluido deslocado pelo corpo, podemos escrever:

$$E = d_F \cdot V_D \cdot g$$

Observações:

Aceleração da gravidade $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ (quando necessário usaremos 10 m/s^2);

Densidade da água $d = 1000 \text{ kg/m}^3 = 10^3 \text{ kg/m}^3$

Quando o corpo está totalmente imerso no fluido o volume deslocado é igual ao volume do corpo.

Peso aparente

O peso aparente é a diferença entre o peso do corpo fora do fluido e o empuxo que ele sofreria quando imerso no fluido.

$$P_{AP} = P - E$$

Condições de flutuação de um corpo

Observe que a intensidade do empuxo não depende da densidade do corpo, embora essa grandeza seja importante para saber se um corpo afundará ou flutuará ao ser colocado em um fluido:

a) O corpo afunda:

Um corpo afunda quando sua densidade é maior que a densidade do fluido. Nesse caso, o corpo pode ter a influência de outras forças como a reação normal do fundo do recipiente. Em outras palavras, a intensidade do empuxo é menor que a força peso.

b) O corpo flutua:

Um corpo flutua quando sua densidade é menor que a densidade do fluido. Em outras palavras, o empuxo exercido pelo fluido é maior que o peso do corpo.



O mesmo acontece com um balão. O empuxo exercido pelo ar é maior do que o peso do balão, o que o faz subir. Observe agora que o fluido é o Ar.

Fig. 4

c) O corpo permanece em equilíbrio:

Um corpo permanece em equilíbrio totalmente submerso em um fluido quando sua densidade for igual a densidade do fluido.

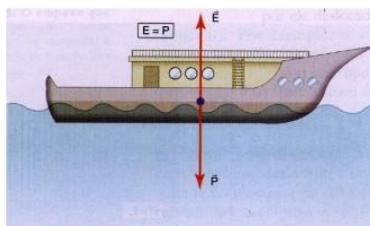


Fig. 5

Na figura acima não temos um corpo totalmente submerso, mas ele também está em equilíbrio, pois a intensidade do empuxo é igual a intensidade da força peso.

Referência das figuras:

Figuras 1, 2 e 5: MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. Curso de Física. V. 1. São Paulo, ed. Scipione, 2010.

Figura 3: http://www.fisica.net/hidrostatica/principio_de_arquimedes_empuxo.php Acesso em: 28/03/2013.

Figura 4: <http://www.cienciaegames.com.br/artigos/aeronaves> Acesso em: 28/03/2013.

Roteiro para Atividade Experimental sobre o Teorema de Arquimedes

Materiais utilizados:

- Pote com água;
- Dinamômetro;
- Cascalho;
- Copo graduado.

1. Primeiramente, coloque o cascalho dentro do copo graduado. Coloque o conjunto no dinamômetro e anote o valor da massa do conjunto. $m_{Cfora} = \underline{\hspace{2cm}}$
2. Coloque o conjunto no pote com água e verifique o que acontece.
3. Anote o nível da água no copo graduado.
4. Retire o conjunto de dentro da água, retire o cascalho do copo e coloque água dentro até o ponto onde havia o nível da água.
5. Pese o copo graduado com água fora do pote com água. $m = \underline{\hspace{2cm}}$
6. Compare os resultados obtidos nos itens 1 e 5.

-
-
-
7. Recoloque o copo graduado com água no pote. O nível é o mesmo que do cascalho anotado no item 3?

-
-
8. Quanto vale o peso aparente do copo graduado contendo o cascalho dentro do pote com água?

Pós-teste

Questão 1 (PEIES-1996): O empuxo exercido por um fluido sobre um corpo totalmente mergulhado nele depende do(a):

- Profundidade do corpo no fluido.
- Substância que constitui o corpo.
- Peso do corpo.
- Volume do corpo.

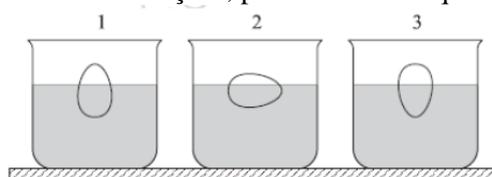
Questão 2 (UFSM): O empuxo sobre um corpo totalmente submerso em um fluido em equilíbrio:

- Surge porque a pressão na base do corpo é maior que a pressão no topo.
 - Independente do volume do corpo.
 - É igual ao peso do fluido deslocado pelo corpo, em módulo.
- Está(ão) correta(s)
- apenas II.
 - apenas I e II.
 - apenas III.
 - apenas I e III.

Questão 3 (FUKE; KAZUHITO, 2010, adaptada): Um balão de festa de aniversário não sobe quando o enchemos com ar dos pulmões porque:

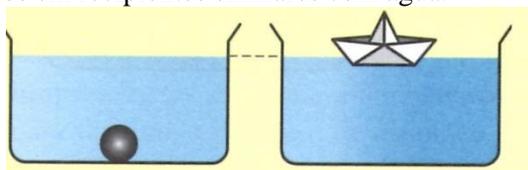
- o ar dos pulmões, que colocamos no balão é mais denso que o ar externo.
- o ar externo oferece empuxo de maior valor que o ar de dentro do balão.
- o peso do balão é menor do que o empuxo.
- o ar dos pulmões, que colocamos no balão é menos denso que o ar externo.

Questão 4 (UNESP): Observe a figura abaixo, onde um ovo foi colocado para flutuar na água em três posições distintas. Com base nessas informações, pode-se afirmar que o volume deslocado será:



- Maior na situação 1.
- Maior na situação 2.
- Maior na situação 3.
- Igual nas três situações.

Questão 5 (UFRJ): Observe a figura abaixo onde uma esfera metálica e um barquinho, todos com a mesma massa foram colocados em recipientes similares com água.



O que se pode inferir sobre o empuxo sofrido pela esfera (E_E) e pelo barquinho (E_B)?

- $E_E = E_B$
- $E_E > E_B$
- $E_E < E_B$
- Eles não sofrem empuxo.

APÊNDICE C – MATERIAIS PARA A ATIVIDADE DANIEL GABRIEL FAHRENHEIT, ANDERS CELSIUS E WILLIAM THOMSON

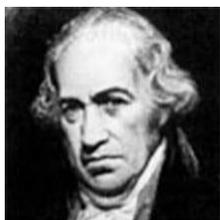
Pré-teste

Questão 1: Por que, num dia de verão (em torno de 40°C), se sairmos com roupas escuras sentiremos mais calor do que se estivéssemos com roupas claras?

Questão 2: Explique por que num ambiente frio, sentimos um arrepio e os pelos do nosso braço ficam eriçados.

Daniel Gabriel Fahrenheit, Anders Celsius e William Thomson

(1686-1736), (1701-1744), (1824-1907)



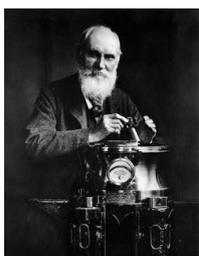
Daniel Gabriel Fahrenheit nasceu na cidade de Danzig (que era alemã, mas atualmente fica na Polônia e se chama Gdansk). Ainda jovem, mudou-se para a Holanda, onde se tornou fabricante de instrumentos meteorológicos. Quando Fahrenheit construiu seu primeiro termômetro, ele usou álcool. Depois ele passou a usar mercúrio, obtendo melhores resultados. Após examinar todos os termômetros, barômetros, higrômetros e aerômetros a que teve acesso, decidiu aperfeiçoar as

técnicas de fabricação desses instrumentos, com o objetivo de obter leituras mais precisas. Suas pesquisas sobre as possíveis causas dos resultados divergentes apresentados pelos aparelhos conduziram-no a muitas descobertas importantes. Uma delas foi a criação de uma nova escala termométrica, cujo ponto mínimo (0 °F) determinou utilizando uma mistura de água, gelo pilado, sal e amônia. O ponto máximo é o da ebulição da água, 212 °F, e a temperatura de fusão do gelo, à pressão de uma atmosfera, correspondente a 32 °F. Fahrenheit prosseguiu suas pesquisas nos Países Baixos até a morte por intoxicação de mercúrio, em Haia. Uma vez em contato com a pele, o mercúrio passa ao sangue, é oxidado e forma compostos solúveis, os quais se combinam com as proteínas e sais dos tecidos, provocando sua desintegração. Outra descoberta dele relacionava-se ao fato de que os termômetros lhe permitiram confirmar que cada líquido apresentava um ponto de ebulição fixo e que esse ponto variava com a pressão. Em 1724, Fahrenheit foi eleito, pelo sucesso de seus trabalhos, membro de honra da *Royal Society*.

Anders Celsius nasceu na Suécia numa época em que a Suécia guerreava contra a Polônia, Dinamarca e Rússia. A Grande Guerra do Norte durou 21 anos e terminou com a derrota da Suécia e a entrega de territórios para a Rússia. Essa Grande Guerra fez com que a Suécia se tornasse estritamente agrícola, o que resultou na decadência econômica e acabou exigindo uma reforma, o que ocorreu a partir de 1731.



Celsius foi professor de astronomia na Universidade de Uppsala. Suas investigações astronômicas foram reunidas nas obras *Novo método de determinação da distância do Sol à Terra* e *Sobre observações para a determinação da configuração da Terra*. Também se devem a Celsius importantes observações sobre o fenômeno da aurora boreal (é um fenômeno que ocorre no polo norte do planeta caracterizado por luzes coloridas e brilhantes; ocorre devido ao contato dos ventos solares com o campo magnético da Terra). Contudo, a maior contribuição de Celsius foi a invenção do termômetro centígrado. Em 1724, Celsius apresenta à Academia das Ciências da Suécia seu relatório sobre a nova escala termométrica, subdividida em cem partes, na qual os pontos de fusão e de ebulição da água eram indicados por 0 e 100, respectivamente.



William Thomson, mais conhecido como, Lorde Kelvin, nasceu na Irlanda. Filho de uma família de agricultores foi admitido na Universidade de Glasgow aos 10 anos de idade. Nessa época era normal a aceitação de crianças superdotadas em universidades, onde além dos estudos, recebiam alojamento e podiam ter dedicação exclusiva à sua área de interesse. Thomson tinha características que são se limitavam aos estudos curriculares. Certa vez ganhou prêmios por traduzir *O diálogo dos deuses*, do latim para o inglês e por um trabalho sobre astronomia, onde mostrou grande habilidade matemática. Thomson saiu da Universidade com 17 anos, mas não concluíra os estudos.

O pai de Thomson conseguiu que seu filho estudasse em Cambridge, onde se formou em matemática. Além de cientista, Thomson era excelente esportista. Participava de competições de remo e atletismo. Além disso, tinha uma capacidade engenhosa que o permitia construir instrumentos. Essa habilidade fez com que se interessasse pelo telégrafo com fio e o permitiu sanar algumas dificuldades técnicas que apresentava. O problema a ser resolvido era o da ligação, entre a Europa e a América, por meio de cabo submarino. Em fins de 1854, Kelvin começou a apaixonar-se pelo problema, que o interessava não só por ser físico e engenheiro, mas também porque o mar o atraía. Teve contribuições também para a termodinâmica com a construção da escala kelvin, a escala de temperatura absoluta. Essa escala permitia expressar as relações matemáticas das grandezas da termodinâmica de forma mais simples. O título de nobreza foi concedido a Kelvin quando ele tinha 68 anos de idade.

Referências das imagens:

Fahrenheit: <https://seuhistory.com/hoje-na-historia/nasce-daniel-gabriel-fahrenheit> Acesso em: 14/04/2013.

Celsius: https://pt.wikipedia.org/wiki/Grau_Celsius Acesso em: 14/04/2013.

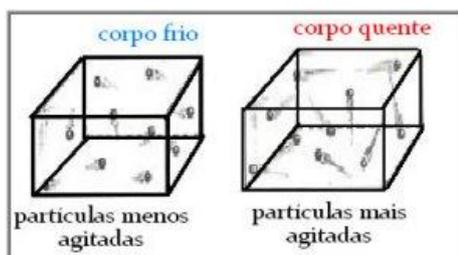
Thomson: <https://www.britannica.com/biography/William-Thomson-Baron-Kelvin> Acesso em: 14/04/2013.

Calor, Temperatura e as Escalas Termométricas

A grandeza física mais medida em todo o mundo é a temperatura. Através da medida da temperatura podemos saber se uma pessoa está doente ou não; se precisamos levar um casaco ao sair de casa; se o alimento está próprio para o consumo, etc.

Todos os corpos são constituídos por partículas que estão em constante movimento (rotação e translação). Em um corpo frio, a agitação das partículas é menos acentuada do que num corpo quente. Sendo assim, quanto maior a agitação das partículas maior a temperatura do corpo. Dessa forma, podemos definir o conceito de temperatura:

Temperatura: é a grandeza física que mede o estado de agitação das partículas de um corpo, caracterizando seu estado térmico.



Referência: <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/temperatura-calor.htm> Acesso em 14/04/2013.

Para determinarmos a energia total de um corpo não basta levarmos em consideração a energia cinética de translação das moléculas e rotação; é preciso considerar também as outras formas de energia que as moléculas possuem, como a energia de ligação entre os átomos que formam as moléculas. Dessa forma, a soma de todas essas energias recebe o nome de **energia interna**.

Quando dois corpos de temperaturas diferentes são colocados em contato um com o outro, uma parcela da energia interna do corpo de maior temperatura é transferida para o corpo de menor temperatura. Após certo tempo, os corpos atingem a mesma temperatura. Quando isso ocorre dizemos que os corpos atingiram o **equilíbrio térmico**.

É necessário fazermos a distinção entre calor e temperatura. Enquanto a temperatura está relacionada ao nível de energia interna de um corpo, o calor está relacionado à passagem da energia interna de um corpo para o outro. Sendo assim, definimos:

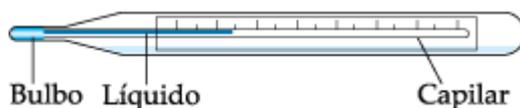
Calor: é o processo de transferência de energia interna entre corpos ou sistemas, devido a uma diferença de temperatura entre eles.

Medida da temperatura

Para que a medida de temperatura não dependa da nossa percepção fisiológica, recorremos a algumas grandezas físicas mensuráveis que variam quando a temperatura de um corpo varia. Entre elas estão o volume de um líquido, o comprimento de uma barra, a resistência elétrica de um fio, a pressão de um gás a volume constante, etc. Qualquer uma dessas grandezas pode ser usada para avaliar indiretamente a temperatura de um corpo.

Geralmente a substância escolhida é o mercúrio, ou o álcool, pois seus volumes respondem, de maneira significativa, às alterações na sua temperatura.

O termômetro é um instrumento ao qual associamos uma escala numérica e que, após permanecer em contato por certo tempo com um corpo, entra em equilíbrio térmico com ele, permitindo, através da escala numérica, que avaliemos sua temperatura.

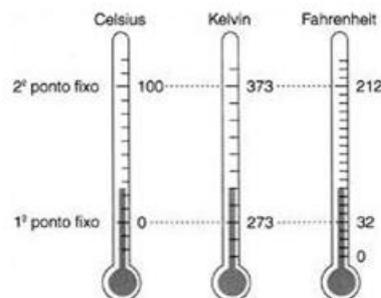


Um termômetro é construído escolhendo-se uma substância termométrica e uma propriedade termométrica dessa substância. Por exemplo, a substância termométrica pode ser um líquido colocado em um reservatório (bulbo), ligado a um tubo de vidro capilar, e a grandeza termométrica, o comprimento da altura da coluna; ou a substância termométrica pode ser um gás à pressão constante, e a grandeza termométrica, o volume do gás.

Escalas termométricas

Uma escala termométrica corresponde a um conjunto de valores numéricos, onde cada um desses valores está associado a uma temperatura.

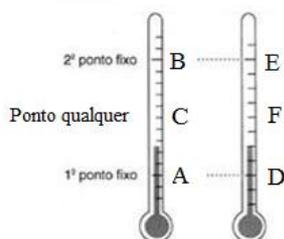
- 1. Escalas Celsius:** o intervalo de 0°C a 100°C é dividido em 100 partes iguais, e cada uma das divisões corresponde a 1°C.
- 2. Escala Fahrenheit:** o intervalo de 32°F a 212°F é dividido em 180 partes iguais, e cada uma das divisões corresponde a 1°F.
- 3. Escala Kelvin:** o intervalo de 273K a 373K, é dividido em 100 partes iguais, e cada uma das divisões corresponde a 1K. A escala Kelvin é chamada escala absoluta de temperatura. Kelvin propôs atribuir o zero absoluto à menor temperatura admitida na natureza.



Referência: <https://www.colegioweb.com.br/termologia/pontos-fixos.html> Acesso em 14/04/2013.

Relação entre as escalas termométricas

A relação entre quaisquer escalas termométricas é dada pelo teorema de Tales, onde para cada duas escalas envolvidas tem-se uma equação diferente.



Referência: <https://www.colegioweb.com.br/termologia/pontos-fixos.html> (adaptada) Acesso em 14/04/2013.

$$\frac{C - A}{B - A} = \frac{F - D}{E - D}$$

Absorção de calor

A radiação térmica ao incidir em um corpo tem uma parte absorvida e outra refletida pelo corpo. Corpos escuros absorvem a maior parte da radiação que incide sobre eles, enquanto os corpos claros refletem quase totalmente a radiação térmica incidente. Essa relação é dada através da Lei de Stefan-Boltzmann.

Segundo esta lei, a energia radiante total que emite um corpo negro por unidade de superfície (W) é proporcional à quarta potência da temperatura absoluta (T). É expressa pela seguinte expressão matemática: $W = \sigma T^4$, onde σ é chamada constante de Stefan-Boltzmann, que tem o valor de $5,669 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$.

Zero absoluto

O zero absoluto corresponde à temperatura em que as partículas de um sistema cessariam seu movimento vibratório, isto é, estado de agitação nulo. Essa temperatura é na realidade apenas teórica, pois nunca se conseguiu tal valor.

Roteiro para a atividade experimental sobre Temperatura e Escalas Termométricas

Material utilizado:

- Meia de lã preta;
- Meia de lã branca;
- Dois termômetros;
- Lâmpada (“spot-light”) de 60W.

1. Coloque um termômetro em cada meia. Em seguida, direcione a lâmpada para as meias e aguarde quinze minutos.
2. Retire os termômetros de cada meia.
3. A temperatura que marca o termômetro que estava na meia preta é: _____
4. A temperatura que marca o termômetro que estava na meia branca é: _____
5. Os valores são diferentes? Explique.

-
-
6. A temperatura que marca o termômetro que estava na meia preta, na escala fahrenheit, é: _____
 7. A temperatura que marca o termômetro que estava na meia branca, na escala fahrenheit, é: _____

Pós-teste

Questão 1 (FUVEST - SP): Têm-se dois corpos, com a mesma quantidade de água, um aluminizado A e outro negro N , que ficam expostos ao sol durante uma hora. Sendo inicialmente as temperaturas iguais, é mais provável que ocorra o seguinte:

- a) Ao fim de uma hora não se pode dizer qual temperatura é maior.
- b) As temperaturas são sempre iguais em qualquer instante.
- c) Após uma hora a temperatura de N é maior que a de A .
- d) De início a temperatura de A decresce (devido à reflexão) e a de N aumenta.

Questão 2 (Brasil Escola): Assinale a alternativa que define de forma **correta** o que é temperatura:

- a) É a energia que se transmite de um corpo a outro em virtude de uma diferença de temperatura.
- b) Uma grandeza associada ao grau de agitação das partículas que compõe um corpo, quanto mais agitadas as partículas de um corpo, menor será sua temperatura.
- c) Energia térmica em trânsito.
- d) Uma grandeza associada ao grau de agitação das partículas que compõe um corpo, quanto mais agitadas as partículas de um corpo, maior será sua temperatura.

Questão 3 (AFA-SP): Assinale a alternativa que define corretamente calor.

- a) Trata-se de um sinônimo de temperatura em um sistema.
- b) É uma forma de energia contida nos sistemas.
- c) É uma energia de trânsito, de um sistema a outro, devido à diferença de temperatura entre eles.
- d) É uma forma de energia superabundante nos corpos quentes.

Questão 4: Dois corpos estão em equilíbrio térmico com um terceiro. As temperaturas desses dois corpos foram medidas com um termômetro graduado numa escala termométrica X , encontrando-se os valores t_1 e t_2 . A relação entre as temperaturas t_1 e t_2 é:

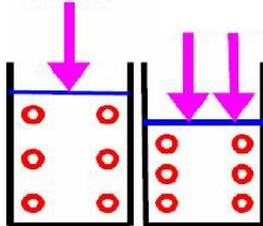
- a) $t_1 > t_2$
- b) $t_1 < t_2$
- c) $t_1 \neq t_2$
- d) $t_1 = t_2$

Questão 5: Se deixarmos dois corpos iguais, um de cor clara e outro de cor escura, num ambiente onde a incidência da luz solar é intensa, após dez minutos:

- a) os corpos terão a mesma temperatura.
- b) o corpo claro terá menor temperatura.
- c) o corpo escuro terá menor temperatura.
- d) o corpo claro terá maior temperatura.

APÊNDICE D – MATERIAL PARA A ATIVIDADE SOBRE ROBERT BOYLE**Pré-teste**

Questão 1: Observe a figura. O que você pode dizer sobre o comportamento da pressão e do volume do gás contido no recipiente?



Referência: <http://agq-old.educacao.ws/index.php?&ds=1&acao=quimica/ms2&i=22&id=589> Acesso em 15/04/2013.

Questão 2: A uma altitude acima de 3000m, uma pessoa começa a sentir dificuldades para respirar. Explique a relação entre a pressão e a quantidade de ar presente na atmosfera.

Robert Boyle (1627-1691)

Robert Boyle nasceu em Lismore na Irlanda e faleceu na Inglaterra. Aos oito anos teve a oportunidade de estudar numa escola tradicional onde permaneceu até 1638. Após a escola saiu em viagem de estudos pela Europa onde esteve perto de Galileu Galilei, onde a partir disso teve a certeza de que a experimentação era a base para a produção do conhecimento científico.



Em 1644, frequentava um Grupo de jovens que estava interessado em desenvolver a filosofia experimental (ciências físicas e químicas). Entre os participantes estão John Wilkins (teólogo e filósofo), John Wallis (teólogo e geômetra) Samuel Foster (astrônomo) e Jonathan Goddard (professor de medicina). Para defender seus propósitos eles acabaram fundando a Royal Society of London – sociedade real de Londres - para o desenvolvimento das ciências naturais.

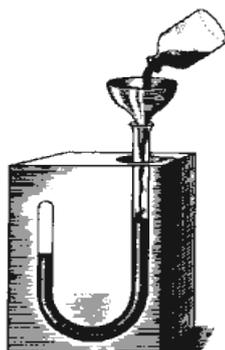
Em seu laboratório, Boyle contou com a participação de inúmeros assistentes, dentre eles Robert Hooke (Lei de Hooke para as molas) e Denis Papin (Marmita de Papin, antecessora da panela de pressão). Um dos trabalhos de Boyle, sobre a pressão atmosférica e o vácuo, contou a contribuição de trabalhos anteriores de Galileu, Pascal e Torricelli, com o acréscimo da bomba pneumática (idealizada por Otto Von Guericke) e adaptada para uso em laboratório pelo assistente Hooke.

Para a época, esse trabalho apresentou muitas críticas, pois ia contra o que era aceito pela sociedade, que acreditava nas ideias de Aristóteles, sobre ser o éter o que preenchia o universo, e não o vácuo. Boyle recebeu inúmeras críticas pelo seu trabalho. Era considerado ousado por ir contra as ideias de Aristóteles, mas escreveu outros trabalhos

defendendo seu ponto de vista, apresentando em 1662 novas experiências e argumentos que eram suficientes para comprovar suas ideias.

Uma das famosas experiências de Boyle, com um tubo com a forma da letra J. Nesse tubo, despejou mercúrio pela extremidade aberta, até que a diferença entre o nível de mercúrio do braço menor para o maior fosse de 75 cm. Com isso, concluiu que a pressão do ar fechado no braço mais curto era duas vezes maior que a pressão atmosférica que agia no outro braço, observando então, que o volume do ar comprimido no braço menor tinha se reduzido à metade do volume total. Em seus trabalhos sobre as relações entre pressão e volume dos gases, Boyle não faz qualquer alusão explícita à influência da temperatura nos resultados obtidos. Na verdade, ele chegou a destacar o fato de expandir-se o ar com o calor e de contrair-se com o frio; mas, nesse caso, ele estava preocupado apenas em saber se o ar comprimido se comportaria da mesma forma. Por isso, aqueceu com uma vela o braço mais curto do tubo, resfriando-o, a seguir, com água.

Devido à qualidade rudimentar dos aparelhos empregados, a análise quantitativa dos dados obtidos não indicou uma variação significativa, por isso o cientista não deu destaque especial à influência da temperatura. Boyle usava métodos muito rudimentares em suas medidas. Para medir a distância entre os níveis de mercúrio, colocava um papel em cada braço do tubo e anotava as alturas correspondentes. Porém, o tubo não era totalmente cilíndrico, ou seja, sua superfície não possibilitava uma medida precisa com esse método. Boyle, entretanto, realizou essas medidas inúmeras vezes e organizou os dados em



Tabelas, que utilizou como forma de se defender dos ataques que estava sofrendo.

Essa falta de atenção dada às medições e às Tabelas fez Boyle refletir: *“Devo reconhecer que não explorei devidamente a Tabela de medidas das diferenças de nível (pressão) e volume das minhas experiências, até que o engenhoso Mr. Richard Towley houve por bem me informar que sentia curiosidade a respeito do que eu concluíra da leitura de minhas Tabela”*. Essa fala mostra que a atividade científica passa por obstáculos e que a contribuição de demais pesquisadores é muito importante para a evolução e construção do conhecimento. Essa não foi a primeira vez que Boyle admitiu seus erros, dando créditos aos seus assistentes e colegas de profissão. Em outra ocasião, Hooke também havia lhe informado sobre as Tabelas. Outro cientista que também sugeriu a mesma relação que hoje conhecemos como Lei de Boyle foi Edmé Mariotte. A Lei de Boyle, para gases ideais, é assim enunciada: *a uma temperatura fixa, a pressão é inversamente proporcional ao volume*.

Entretanto, é realmente no campo da química teórica que se situam as maiores contribuições de Boyle. Além de dar a primeira definição de elemento químico, ele defendeu da teoria atômica, afirmando que qualquer combinação química é o resultado de uma reação entre partículas elementares. Um de seus grandes méritos foi o de trazer para esta ciência a visão mecânica da natureza, que então triunfava na Física, sob a influência de Galileu. Como ele próprio dizia: *“Até hoje os químicos sempre pensaram que seu trabalho fosse limitado à preparação de beberagens ou à transmutação dos metais. Em vez disso, eu procuro considerar a Química de modo diferente, não como poderia fazer um médico ou um alquimista, mas como um filósofo”*.

Referências das imagens:

Roberto Boyle:

https://pt.wikipedia.org/wiki/Robert_Boyle

Tubo em J:

<http://www.geocities.ws/saladefisica9/biografias/boyle.html>

Acesso em 15/04/2013.

Atividade experimental para o estudo da Lei de Boyle

Instruções sobre o equipamento

Observe o aparato experimental. Você pode ver que existe um reservatório onde o ar pode ser confinado. Acima desse reservatório há uma espécie de manivela que aciona um êmbolo, que é utilizada para pressionar o ar, diminuindo seu volume. Para encerrar o gás dentro desse recipiente, você deve fechar a válvula que está ao lado do manômetro (medidor de pressão). Cuide para fechar a válvula quando o êmbolo estiver no maior valor de volume.

Nesse aparato você também vai encontrar uma chave (liga/desliga) que acionará o termômetro digital. Essa chave está em frente ao reservatório de ar.

Procedimento experimental

Depois de ter fechado a válvula e encerrado o ar dentro do reservatório, ligue o termômetro. Faça cinco medidas diminuindo o volume do ar e preenchendo a Tabela abaixo. LEMBRE-SE: a transformação é isotérmica, dessa forma, você deverá fazer *cada medida de forma muito lenta*, para que o sistema consiga se acomodar e a temperatura permaneça constante.

Medida	P(N/cm ²)	V (ml)
1		50
2		45
3		40
4		35
5		30

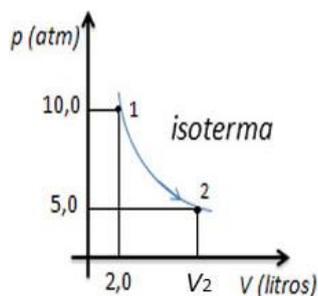
Depois de preencher a Tabela, pegue um papel milimetrado e construa o gráfico P x V. Não se esqueça de identificar os eixos do gráfico com as grandezas e suas unidades de medida.

Quando acabar o gráfico, coloque-o em ANEXO a esse roteiro.

Em seguida, responda: “Qual a relação entre pressão e volume que você obteve a partir do gráfico?” .

Pós-teste

Questão 1 (Brasil Escola): Observe o gráfico que mostra a isoterma de uma quantidade de gás que é levado de um estado 1 para um estado 2. O volume do estado 2, em litros, é.



- a) 2 L
- b) 4,5 L
- c) 6 L
- d) 4 L

Questão 2 (PUC-RS): De acordo com a Lei de Boyle, para proporcionar um aumento na pressão de uma determinada amostra gasosa numa transformação isotérmica, é necessário:

- a) Aumentar o seu volume.
- b) Diminuir a sua massa.
- c) Aumentar a sua temperatura.
- d) Diminuir o seu volume.

Questão 3 (UEBA-BA): Um balão-propaganda cheio de gás hélio, ao nível do mar, ocupa um volume de 250 L. Seu volume após o lançamento, numa altitude de 3000 m será: (obs.: admitindo-se que a temperatura tenha se mantido constante)



- a) menor, pois a pressão externa aumenta com a altitude.
- b) maior, pois a pressão externa diminui com a altitude.
- c) permanecerá constante, pois a pressão não varia com a altitude.
- d) permanecerá constante, pois a temperatura se manteve constante.

Questão 4 (PUC-MG): Um balão de aniversário, cheio de gás Hélio, solta-se da mão de uma criança, subindo até grandes altitudes.



Durante a subida, é CORRETO afirmar:

- a) O volume do balão diminui.
- b) A pressão do gás no interior do balão aumenta.

- c) O volume do balão aumenta.
- d) O volume do balão permanece constante.

Questão 5 (FMTM-MG): Nas lições iniciais de um curso de mergulho com equipamento autônomo – cilindro de ar comprimido – os alunos são instruídos a voltarem lentamente à superfície, sem prender sua respiração em hipótese alguma, a fim de permitir que ocorra a gradativa descompressão. O aprisionamento do ar nos pulmões pode ser fatal para o mergulhador durante a subida, pois, nesse caso, a transformação sofrida pelo ar nos pulmões é:



- a) isobárica, com redução do volume do ar.
- b) isobárica, com aumento da temperatura do ar.
- c) isotérmica, com aumento da pressão do ar.
- d) isotérmica, com aumento do volume do ar.

APÊNDICE E – MATERIAIS PARA A ATIVIDADE GEORGE SIMON OHM

Pré-teste

Questão 1: Por que os aparelhos eletrodomésticos aquecem durante seu funcionamento?

Questão 2: Explique se existe algum motivo especial para ser utilizado o cobre nas instalações elétricas das casas, apartamentos e prédios ao invés de outros metais como ferro ou latão.

George Simon Ohm

(1789-1854)

George Simon Ohm nasceu na Alemanha. Era filho de operário e desde cedo foi obrigado a trabalhar para ajudar no sustento da casa, contudo, nunca largou os estudos. Sempre mostrou imensa habilidade experimental e dedicação aos estudos, utilizando nas suas pesquisas os próprios instrumentos que construía.



No período em que Ohm começou seus estudos o mundo vivia o término da Primeira Revolução Industrial marcada pelo crescimento e implementação das primeiras máquinas térmicas e o início da Segunda Revolução Industrial que se consagraria com o desenvolvimento das máquinas elétricas.

Neste contexto, Ohm escolheu a eletricidade para fazer experiências e para isso construiu seu próprio equipamento. Ohm experimentou diferentes espessuras e comprimentos de fios e acabou descobrindo as relações matemáticas mais importantes que envolviam as grandezas elétricas. Dentre elas, verificou que a intensidade da corrente era diretamente proporcional à área da seção do fio e inversamente proporcional ao seu comprimento. Utilizando e interligando as grandezas já definidas pelo físico Ampère, Ohm chegou ao conceito de resistência elétrica e formulou as leis fundamentais que regem a passagem da corrente elétrica através de metais conhecidas como as Leis de Ohm.

Em 1827, Ohm publicou sua obra de maior reconhecimento intitulada *Teoria Matemática das Correntes Elétricas*, onde estabeleceu a relação entre vários conceitos como os da resistência elétrica, corrente elétrica, temperatura e tensão. Apesar da importância de suas pesquisas, Ohm recebeu críticas negativas, mas não desistiu de fazer seu trabalho ser reconhecido.

Somente em 1841 é que suas obras foram reconhecidas. Ohm foi condecorado e recebeu cargo de destaque na Universidade de Munique, onde lecionou até sua morte.

QUADRO DAS REVOLUÇÕES INDUSTRIAIS		
<i>Primeira Revolução Industrial</i>	<i>Segunda Revolução Industrial</i>	<i>Terceira Revolução Industrial</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Compreendida entre 1760 e 1860; • Limitada, primeiramente, à Inglaterra; • Aparecimento de indústrias de tecidos de algodão, com o uso do tear mecânico; • Aprimoramento das máquinas a vapor. 	<ul style="list-style-type: none"> • Compreendida entre 1860 e 1900; • Países como Alemanha, França, Rússia e Itália também se industrializaram; • Emprego do aço; a utilização da energia elétrica e dos combustíveis derivados do petróleo; a invenção do motor a explosão e da locomotiva a vapor; desenvolvimento de produtos químicos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Séculos XX e XXI; • Emprego do computador, do fax e do celular; • Engenharia genética.

Referência da Figura: https://pt.wikipedia.org/wiki/Georg_Simon_Ohm Acesso em 30/04/2013.

As Leis de Ohm

Antes de conhecermos as relações entre as grandezas que estão presentes nas Leis de Ohm, vamos relembrar alguns conceitos-chave.

Resistor – componente elétrico cuja função é transformar energia elétrica em energia térmica. É utilizado também para limitar a intensidade da corrente em determinados trechos do circuito elétrico. Os resistores são feitos, geralmente, de aço, tungstênio ou carbono. Em um circuito os resistores são representados por:



Efeito Joule – ocorre quando um condutor elétrico sólido, percorrido por uma corrente, tem parte da energia de seus elétrons livres, cujo movimento constitui a corrente, transformada em energia térmica. Isso promove um aquecimento no condutor, ou seja, quando os elétrons livres colidem com os átomos e moléculas do condutor, há liberação de energia térmica.

Resistência elétrica (R) – é a medida da dificuldade que um condutor oferece ao deslocamento de elétrons livres. A unidade de medida no Sistema Internacional (SI) é o ohm (Ω).

1ª Lei de Ohm

“A intensidade da corrente elétrica que atravessa um condutor depende da diferença de potencial elétrico (ddp) aplicada em seus extremos. Quando a intensidade da corrente (i) e a ddp (U) variam, mantendo-se diretamente proporcionais pela constante de proporcionalidade R , ou seja, a razão entre U e i é constante”. Sendo assim, pode-se escrever:

$$U = R \cdot i$$

Quando um condutor obedece esta lei, diz-se que o condutor é ôhmico, caso contrário, é denominado não-ôhmico.

2ª Lei de Ohm

Já vimos que a resistência elétrica de um condutor está relacionada à maior ou menor facilidade com que esse condutor permite a passagem da corrente elétrica. Num fio condutor, essa facilidade ou dificuldade depende de três fatores: do seu comprimento, l ; da sua área da seção transversal, S ; de uma constante que depende do material de que é feito esse condutor. Essa constante é a chamada resistividade, representada pela letra grega ρ (rô). Sendo assim, podemos escrever:

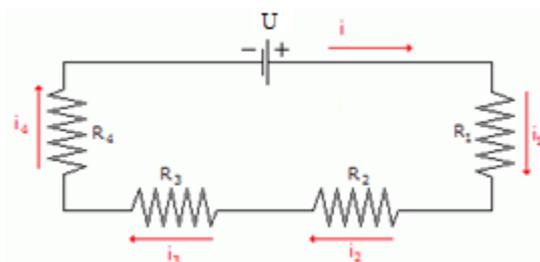
$$R = \rho \frac{l}{S}$$

Na Tabela abaixo podemos ver alguns materiais e sua resistividade a 20°C .

Material	Resistividade ($10^{-8}\Omega\text{m}$)
Prata	1,6
Cobre	1,7
Ouro	2,4
Alumínio	2,8
Tungstênio	5,6
Aço	18

Associação de Resistores

Os resistores podem aparecer nos circuitos associados de duas formas: em série ou em paralelo.



Associação em série

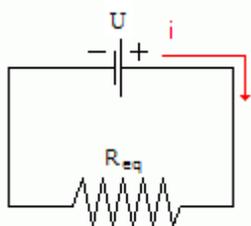
A resistência equivalente de uma associação em série sempre será maior que o resistor de maior resistência da associação. Veja porque:

- A corrente elétrica que passa em cada resistor da associação é sempre a mesma: $i = i_1 = i_2 = i_3 = i_4 \dots$
- A tensão no gerador elétrico é igual à soma de todas as tensões dos resistores:

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + U_4 \dots$$

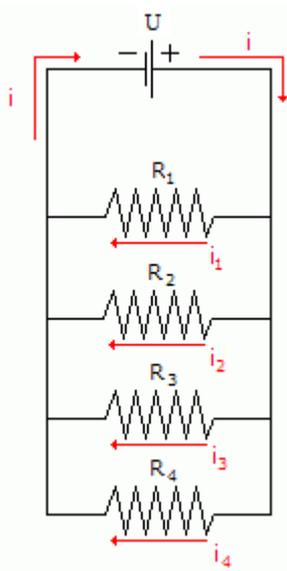
Como todas as correntes são iguais, podemos eliminar esses números da equação, que é encontrado em todos os termos:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 \dots$$

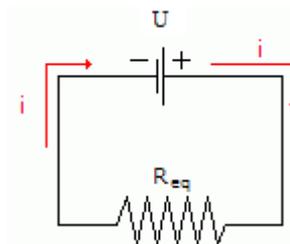


Associação em paralelo

A resistência equivalente de uma associação em paralelo sempre será menor que o resistor de menor resistência da associação.



- Tensões iguais: $U = U_1 = U_2 = U_3 = U_4 \dots$
- Corrente no resistor equivalente é igual à soma das correntes dos resistores: $i = i_1 + i_2 + i_3 + i_4 \dots$



Como todas as tensões são iguais, podemos eliminá-las de todos os termos da equação:

$$R_{eq} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} \dots$$

Associação Mista

Em um mesmo circuito pode ser encontrado resistores em série e resistores em paralelo. Para calcular a resistência total do circuito, deve-se primeiro calcular a resistência equivalente dos resistores em paralelo, e em posse desse valor, considerá-lo como se fosse mais um resistor em série.

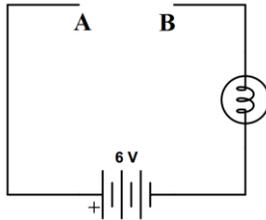
Referências das figuras:

<http://www.infoescola.com/fisica/associacao-de-resistores/> Acesso em 30/04/2013.

Roteiro para as atividades experimentais sobre as Leis de Ohm

Atividade 1 – Condutores e Isolantes

Observe que no circuito abaixo existe um espaço AB em que não há material. Nesse espaço, você vai colocar os materiais que estão na Tabela abaixo. Coloque um de cada vez e observe o que acontece com a lâmpada (2,5V e 0,5A/MB25P05).

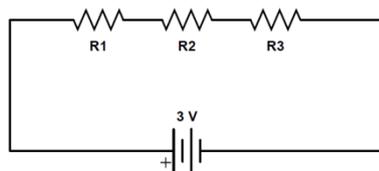


Complete a Tabela marcando com um X suas respostas.

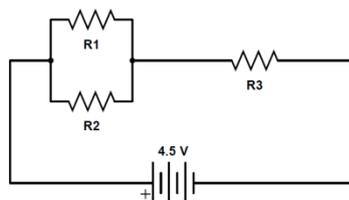
Objeto	A lâmpada acende?		A intensidade do brilho da lâmpada é?		
	Sim	Não	Alta	Baixa	Nenhuma
Grafite (lápis 2B)					
Grafite (lápis 4B)					
Resistor 33 Ω					
Fio de ligação					

Atividade 2 – Lâmpadas em Série e Paralelo

Primeiramente monte o circuito conforme o esquema abaixo e observe o brilho das lâmpadas.



Em seguida, mude a configuração de série para paralelo, conforme a figura abaixo. Não se esqueça de observar o brilho das lâmpadas novamente.



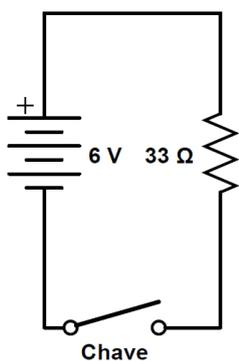
Na primeira associação qual das lâmpadas tem brilho mais intenso? Dê uma explicação para o fenômeno ocorrido.

Na associação 2 qual das lâmpadas tem brilho mais intenso? Dê uma explicação para o fenômeno ocorrido.

Atividade 3 – Efeito Joule

Primeiramente monte o circuito conforme a representação mostrada na figura abaixo.

Em seguida, feche o circuito. Coloque um dedo sobre o resistor e espere alguns segundos. O que você pode perceber com relação à temperatura do resistor? _____



Agora troque o resistor de 33Ω por um de 15Ω . Compare a temperatura dos resistores. Explique porque isso ocorreu.

Pós-teste

Questão 1: O resistor de um chuveiro tem resistência de 10Ω . Qual é o valor da corrente elétrica que o percorre, quando ligado em $220V$?

- a) $10A$
- b) $22A$
- c) $2200A$
- d) $0,22A$

Questão 2 (ETELG adaptada): Observe as alternativas abaixo.

I. Se o comprimento de um fio dobrar a sua resistência dobra de valor.

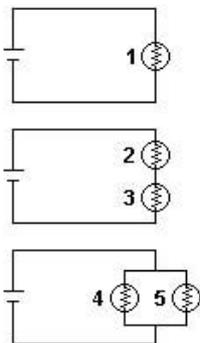
II. Se o diâmetro de um fio dobrar a sua resistência cai pela metade.

III. Dois condutores, um de cobre e outro de alumínio, tem as mesmas dimensões. O condutor de cobre terá resistência maior do que o de alumínio.

Quais das alternativas estão corretas:

- a) Apenas a I.
- b) Apenas a II.
- c) Apenas a III.
- d) Todas as alternativas.

Questão 3 (UFMG adaptada): Observe figura abaixo. Ela representa cinco lâmpadas associadas de forma diferente, mas todas ligadas à mesma tensão (ddp).



Quais das lâmpadas apresentam o mesmo brilho?

- a) 1, 2 e 3.
- b) 1, 4 e 5.
- c) 2, 3 e 4, 5.
- d) Todas apresentam brilhos diferentes.

Questão 4 (BRASIL escola): Marque a alternativa correta: os resistores são elementos de circuito que consomem energia elétrica, convertendo-a integralmente em energia térmica. A conversão de energia elétrica em energia térmica é chamada de:

- a) Efeito Joule
- b) Efeito Térmico
- c) Condutores
- d) Resistores

Questão 5: Marque a alternativa correta.

- a) Se aumentar a tensão da fonte a corrente elétrica diminui num circuito de uma lâmpada.
- b) Se diminuirmos a tensão da fonte a corrente elétrica aumenta num circuito de uma lâmpada.
- c) Se aumentarmos a tensão da fonte o brilho da lâmpada aumenta.
- d) Se diminuirmos a tensão da fonte o brilho da lâmpada aumenta.

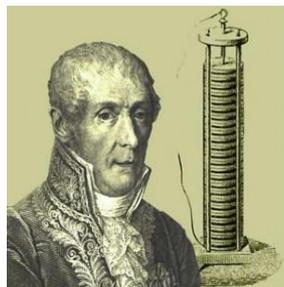
APÊNDICE F – MATERIAL PARA A ATIVIDADE SOBRE ALESSANDRO GIUSEPPE ANTONIO ANASTASIO VOLTA

Questão 1: Por que existem pilhas de 1,5V de tamanhos diferentes? (Pilha média, pilha palito)

Questão 2: O que são polos positivo e negativo de uma pilha?

Alessandro Giuseppe Antonio Anastasio Volta (1745-1827)

Alessandro Volta nasceu em 1745 em Como, uma localidade próxima a Milão, na



Itália. Com a morte do pai, a família passou por dificuldades financeiras e ele foi obrigado a morar com um tio. Nessa época, foi estudar

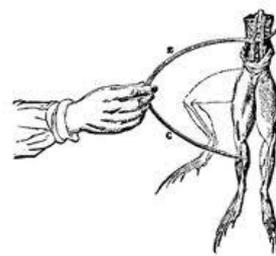
no Colégio dos Jesuítas e mostrou grande interesse pelas ciências naturais, pois costumava descrever e catalogar as paisagens e animais que circundavam a casa onde morava.

Aos dezesseis anos, quando precisava optar por uma profissão, escolheu a Física e passou a estudar sozinho, recebendo ajuda apenas de um amigo, o Cônego Gattoni, que lhe fornecia materiais para os experimentos. Em 1774 conseguiu emprego como professor de Física no Ginásio de Como, dedicando-se ao estudo da eletricidade. Embora nessa época o estudo das máquinas térmicas apresentava maior aplicabilidade, com a 1ª Revolução Industrial, o estudo da eletricidade recomeçava com experiências que passavam despercebidas desde a antiguidade (século VI a. C.), como os fenômenos de atração de pequenos corpos a partir do atrito de um bastão de âmbar com seda. Nesse período, iniciou-se a elaboração de teorias, modelos e experimentação para explicar esses fatos, o que chamou a atenção de Volta.

Galvani, médico e professor em Bolonha, havia publicado um trabalho em que atribuiu a eletricidade a um fenômeno

inerente aos animais. Chegara a esta conclusão quando observou que os músculos de uma rã eram agitados por convulsões

quando uma haste feita, metade em cobre, metade em zinco era colocada no nervo crural interno do animal.



Isso fez Volta realizar experiências com moedas de ouro e prata, que quando ligadas por um fio e colocadas na boca provocavam um gosto amargo, o que mostrou que era o resultado não dos nervos como afirmava Galvani, mas devido ao contato entre dois corpos de metais diferentes.

Esses estudos possibilitaram a Volta reconhecimento e oportunidades entre os cientistas onde, passou a se dedicar à demonstração de que os fenômenos eram provocados pelas propriedades e condições físicas as quais os instrumentos utilizados nas experiências eram submetidos.

A experiência das moedas foi o primeiro passo para a construção da pilha. Volta dispôs sobre uma mesa um disco metálico de prata, sobre ele um de zinco e sobre este um disco de flanela embebido em salmoura. Fez esse procedimento até formar uma coluna bem alta que pudesse se sustentar sem cair. Ficava assim com um dispositivo com extremidades formadas por metais diferentes. Com isso, Volta conseguia obter descargas elétricas de baixa intensidade, porém duravam por mais tempo. O que não ficou claro para Volta foi o papel do condutor líquido

colocado na pilha de discos. Hoje, se sabe que está relacionado ao fenômeno de eletrólise (processo não espontâneo de transformação de energia elétrica em química) que necessita da substância iônica

para conduzir a corrente elétrica, mas esse conceito só foi explicado por Auguste de La Rive, em 1832.

Referências das figuras:

Volta: <http://brasilecola.uol.com.br/quimica/historia-das-pilhas.htm> Acesso em 30/05/2013.

Experimento com perna de rã: <http://fisicaeletro.blogspot.com.br/2011/07/luigi-galvani-e-eletricidade.html> Acesso em 30/05/2013

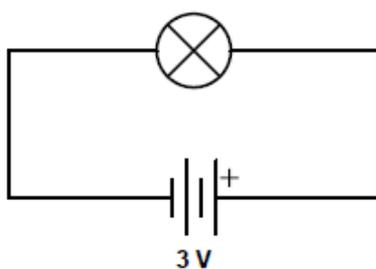
Atividade Experimental: Associação de Pilhas

Material necessário

Duas pilhas de 1,5V cada;
Lâmpada de 2,5V;
Fita isolante.

Procedimentos

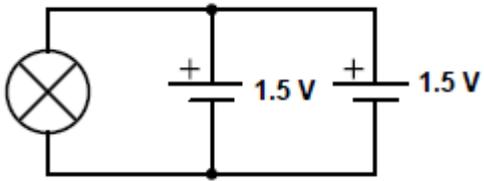
Monte o circuito conforme a representação mostrada na figura. Essa é uma associação em série ou em paralelo? Justifique.



O que você pode observar com relação ao brilho da lâmpada?

Faça o esquema desse circuito na realidade.

Monte o circuito conforme a representação mostrada na figura. Essa é uma associação em série ou em paralelo? Justifique



O brilho da lâmpada é o mesmo do que observado no item 2? Descreva.

Faça o esquema desse circuito na realidade.

Pós-teste

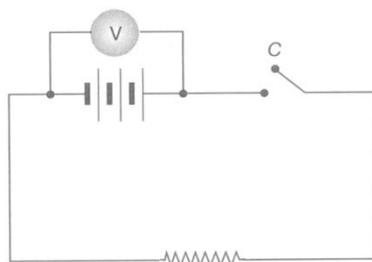
Questão 1 (UFRGS): Uma lâmpada ligada a uma pilha apresentava uma certa intensidade luminosa. Verificou-se, com o decorrer do tempo, que a intensidade da lâmpada diminuiu gradualmente. Foram feitas quatro hipóteses sobre o que ocorreu:

- I. A força eletromotriz (f.e.m) da pilha permanece inalterada com o tempo.
- II. A resistência interna da pilha aumenta.
- III. A voltagem que a pilha aplicada à lâmpada aumentou.
- IV. A corrente que a pilha fornecia à lâmpada diminuiu.

Estão corretas:

- a) II, III e IV.
- b) II e IV.
- c) I, II e IV.
- d) Todas as hipóteses.

Questão 2 (CURSO DE FÍSICA - Máximo e Alvarenga, 2010, v. 3, adaptada): No circuito abaixo, verifica-se que quando a chave C está aberta, a leitura do voltímetro é 4,5V. Ligando-se a chave C, o aparece no circuito uma corrente de 1,5A e o voltímetro 4,2V. A partir dessas informações assinale a alternativa que indica o valor da **f.e.m.**



- a) 1,5 A
- b) 4,2 V
- c) 4,5 V
- d) 0,2 V

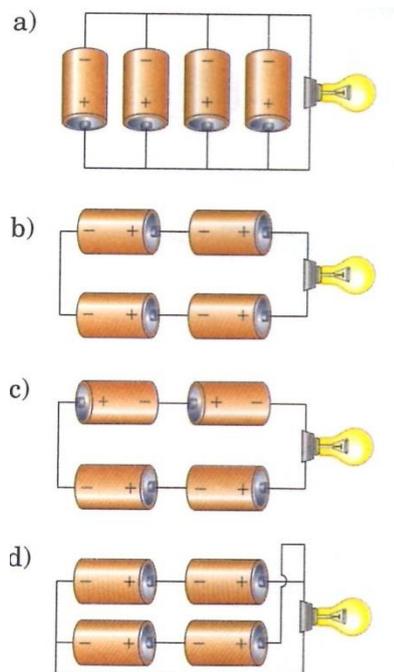
Questão 3 (UFRGS): Um gerador possui uma força eletromotriz de 10V. Quando os terminais do gerador estão conectados por um condutor com resistência desprezível, a intensidade da corrente elétrica no resistor é 2,0A. Com base nessas informações, analise as seguintes afirmativas:

- I. Quando uma lâmpada for ligada aos terminais do gerador, a intensidade da corrente elétrica será 2,0 A.
- II. A resistência interna do gerador é 5,0Ω.
- III. Se os terminais do gerador forem ligados por uma resistência elétrica de 2,0Ω, a diferença de potencial elétrico entre eles será menor do que 10V.

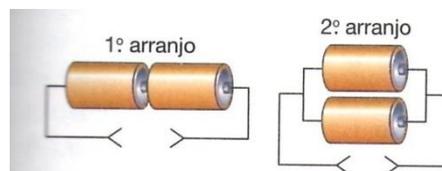
Quais as afirmativas são corretas?

- a) Apenas I.
- b) Apenas II.
- c) Apenas I e II.
- d) Apenas II e III.

Questão 4 (FUVEST): Com quatro pilhas ideais de 1,5V, uma lâmpada de 6,0V e fios de ligação, podem-se montar os circuitos esquematizados abaixo. Em qual deles a lâmpada brilhará mais intensamente?



Questão 5 (FUVEST): As figuras ilustram pilhas ideais associados em série e em paralelo. Supondo que as pilhas sejam idênticas, assinale a alternativa correta.



- a) Ambos os arranjos fornecem uma tensão igual.
- b) O primeiro arranjo fornece uma tensão maior que o segundo.
- c) Ambos os arranjos, quando ligados a um mesmo resistor, fornecem a mesma corrente.
- d) Se ligarmos um voltímetro nos terminais do segundo arranjo, ele indicará uma diferença de potencial nula.

APÊNDICE G – ATIVIDADE O QUE FAZ UM CIENTISTA?**Atividade 1**

Desenhe um cientista:

a) No trabalho.	b) Em casa.
c) Em seu momento de lazer.	d) À noite.

Atividade 2 - Questionário

Idade: _____ **Sexo:** _____

Questão	DT	D	NO	C	CT
1. A tecnologia é uma aplicação dos conhecimentos científicos.					
2. A tecnologia é melhor do que o conhecimento científico.					
3. A prática é mais importante do que a teoria.					
4. Os cientistas têm o dever de resolver os problemas da humanidade.					
5. Os cientistas são gênios.					
6. Os cientistas trabalham sozinhos.					
7. A maioria dos cientistas são homens.					
8. As mulheres não fazem ciência.					
9. A maioria das mulheres não tem capacidade de fazer ciência.					
10. A ciência só pode ser entendida por pessoas com uma capacidade intelectual acima do normal.					
11. Somente uma minoria das pessoas pode fazer ciência.					
12. A ciência é o resultado do trabalho em Grupo.					
13. Os cientistas usam jalecos brancos.					
14. Os cientistas trabalham no laboratório.					
15. Os cientistas trabalham com equipamentos estranhos.					
16. Os cientistas descobrem as coisas.					
17. A partir da observação da natureza e da experimentação os cientistas descobrem novas teorias.					
18. Quando um cientista trabalha em uma nova teoria, ele não leva em consideração outras teorias que já existem.					
19. A ciência é exata e objetiva, sendo feita com etapas rígidas: a observação, a experimentação; o que resulta novo conhecimento.					
20. Os cientistas não enfrentam problemas em suas descobertas.					
21. O contexto histórico influencia nos estudos dos cientistas.					
22. Uma vez descobertos, os conceitos jamais são trocados por outros.					
23. Uma teoria pode ser trocada por outra que explica melhor certos fenômenos.					

24. Os conceitos foram descobertos na mesma sequência que estudamos na escola.					
25. A ciência só é acessível para pessoas que tem posses.					
26. Só se faz ciência sozinho.					
27. Os cientistas são pessoas solitárias.					
28. As pessoas que fazem ciência só estudam.					
29. Meu bairro seria melhor se tivesse um cientista morando nele.					
30. Seria importante se meus professores de ciências (Biologia, Física e Química) fossem cientistas.					
31. A minha escola seria bem melhor se um cientista trabalhasse nela.					
32. A ciência só pode ser feita em âmbito nacional e não local.					
33. A maioria das mulheres que fazem ciência não ganham reconhecimento pelo seu trabalho.					
34. O trabalho científico feito pelos homens tende a ser melhor do que o feito pelas mulheres.					
35. O trabalho feito por um cientista, quando pronto, já pode ser utilizado por outro cientista.					
36. A ciência produz conhecimento pronto e acabado.					
37. O conhecimento científico é melhor do que o conhecimento religioso.					
38. A religião me ajuda muito mais do que o conhecimento científico.					
39. Eu gostaria de seguir uma carreira científica.					

Atividade 3 – Discussão gravada sobre o questionário e os desenhos

Atividade 4 – Atividade em Grupo

Cada turma deverá montar o que melhor representaria a ciência na opinião deles.

ANEXOS

ANEXO A – QUESTIONÁRIO SOBRE OS INTERESSES EM FÍSICA (TALIM (2004))

[] homem

[] mulher

Questionário sobre a atitude dos alunos em relação à Física

		Concordo fortemente	Concordo	Sem opinião	Discordo	Discordo fortemente
1	Os problemas de Física despertam a minha curiosidade.	CF	C	SO	D	DF
2	Eu não gosto de Física.	CF	C	SO	D	DF
3	Não consigo entender nada de Física.	CF	C	SO	D	DF
4	A Física é fascinante.	CF	C	SO	D	DF
5	Estudo Física porque sou obrigado.	CF	C	SO	D	DF
6	Tenho prazer em resolver um problema de Física.	CF	C	SO	D	DF
7	Nas aulas de Física me sinto muito bem.	CF	C	SO	D	DF
8	Quando estudo Física, sinto-me incomodado.	CF	C	SO	D	DF
9	Física é a matéria que mais me interessa.	CF	C	SO	D	DF
10	Estudar Física para mim é perda de tempo.	CF	C	SO	D	DF
11	Quando tento resolver um problema de Física desanimo logo.	CF	C	SO	D	DF
12	Aprender Física me traz satisfação.	CF	C	SO	D	DF
13	Eu sinto facilidade em aprender Física.	CF	C	SO	D	DF
14	Fico nervoso só de pensar em ter que resolver problemas de Física.	CF	C	SO	D	DF
15	Acho a Física muito importante.	CF	C	SO	D	DF
16	Gosto muito da Física.	CF	C	SO	D	DF
17	Estudo Física apenas para passar de ano.	CF	C	SO	D	DF
18	A Física me ajuda a resolver problemas práticos.	CF	C	SO	D	DF
19	Um problema difícil de Física me desafia a resolvê-lo.	CF	C	SO	D	DF
20	Sinto-me completamente perdido quando estudo Física.	CF	C	SO	D	DF
21	As aulas de Física me deixam inquieto, irritado e desconfortável.	CF	C	SO	D	DF
22	Quando estudo Física, sinto-me estimulado a aprender.	CF	C	SO	D	DF
23	Os conteúdos estudados em Física não me são de qualquer utilidade.	CF	C	SO	D	DF
24	Sinto-me bem resolvendo problemas de Física.	CF	C	SO	D	DF
25	Sinto desgosto só de ouvir a palavra Física.	CF	C	SO	D	DF
26	Não acho nenhuma utilidade para o que aprendo em Física.	CF	C	SO	D	DF
27	Desejo aprender Física, pois julgo que ela me é necessária e útil.	CF	C	SO	D	DF
28	Sinto-me tranquilo e confiante nas aulas de Física.	CF	C	SO	D	DF

ANEXO B – QUESTIONÁRIO WHOQOL-BREF (THE WHOQOL GROUP (1997))

Instruções

Este questionário é sobre como você se sente a respeito de sua qualidade de vida, saúde e outras áreas de sua vida. **Por favor, responda a todas as questões**. Se você não tem certeza sobre que resposta dar em uma questão, por favor, escolha entre as alternativas a que lhe parece mais apropriada. Esta, muitas vezes, poderá ser sua primeira escolha.

Por favor, tenha em mente seus valores, aspirações, prazeres e preocupações. Nós estamos perguntando o que você acha de sua vida, tomando como referência as duas últimas semanas. Por exemplo, pensando nas últimas duas semanas, uma questão poderia ser:

	nada	muito pouco	médio	muito	completamente
Você recebe dos outros o apoio de que necessita?	1	2	3	4	5

Você deve circular o número que melhor corresponde ao quanto você recebe dos outros o apoio de que necessita nestas últimas duas semanas. Portanto, você deve circular o número 4 se você recebeu "muito" apoio como abaixo.

	nada	muito pouco	médio	muito	completamente
Você recebe dos outros o apoio de que necessita?	1	2	3	4	5

Você deve circular o número 1 se você não recebeu "nada" de apoio.

Por favor, leia cada questão, veja o que você acha e circule no número e lhe parece a melhor resposta.

	muito ruim	ruim	nem ruim nem boa	boa	muito boa
1 Como você avaliaria sua qualidade de vida?	1	2	3	4	5

	muito insatisfeito	insatisfeito	nem satisfeito nem insatisfeito	satisfeito	muito satisfeito
2 Quão satisfeito(a) você está com a sua saúde?	1	2	3	4	5

As questões seguintes são sobre o quanto você tem sentido algumas coisas nas últimas duas semanas.

	nada	muito pouco	mais ou menos	bastante	extremamente
3 Em que medida você acha que sua dor (física) impede você de fazer o que você precisa?	1	2	3	4	5
4 O quanto você precisa de algum tratamento médico para levar sua vida diária?	1	2	3	4	5
5 O quanto você aproveita a vida?	1	2	3	4	5
6 Em que medida você acha que a sua vida tem sentido?	1	2	3	4	5
7 O quanto você consegue se concentrar?	1	2	3	4	5
8 Quão seguro(a) você se sente em sua vida diária?	1	2	3	4	5
9 Quão saudável é o seu ambiente físico (clima, barulho, poluição, atrativos)?	1	2	3	4	5

As questões seguintes perguntam sobre **quão completamente** você tem sentido ou é capaz de fazer certas coisas nestas últimas duas semanas.

		nada	muito pouco	médio	muito	completamente
10	Você tem energia suficiente para seu dia-a-dia?	1	2	3	4	5
11	Você é capaz de aceitar sua aparência física?	1	2	3	4	5
12	Você tem dinheiro suficiente para satisfazer suas necessidades?	1	2	3	4	5
13	Quão disponíveis para você estão as informações que precisa no seu dia-a-dia?	1	2	3	4	5
14	Em que medida você tem oportunidades de atividade de lazer?	1	2	3	4	5

As questões seguintes perguntam sobre **quão bem ou satisfeito** você se sentiu a respeito de vários aspectos de sua vida nas últimas duas semanas.

		muito ruim	ruim	nem ruim nem bom	bom	muito bom
15	Quão bem você é capaz de se locomover?	1	2	3	4	5

		muito insatisfeito	insatisfeito	nem satisfeito nem insatisfeito	satisfeito	muito satisfeito
16	Quão satisfeito(a) você está com o seu sono?	1	2	3	4	5
17	Quão satisfeito(a) você está com sua capacidade de desempenhar as atividades do seu dia-a-dia?	1	2	3	4	5
18	Quão satisfeito(a) você está com sua capacidade para o trabalho?	1	2	3	4	5
19	Quão satisfeito(a) você está consigo mesmo?	1	2	3	4	5
20	Quão satisfeito(a) você está com suas relações pessoais (amigos, parentes, conhecidos, colegas)?	1	2	3	4	5
21	Quão satisfeito(a) você está com sua vida sexual?	1	2	3	4	5
22	Quão satisfeito(a) você está com o apoio que você recebe de seus amigos?	1	2	3	4	5
23	Quão satisfeito(a) você está com as condições do local onde mora?	1	2	3	4	5
24	Quão satisfeito(a) você está com o seu acesso aos serviços de saúde?	1	2	3	4	5
25	Quão satisfeito(a) você está com o seu meio de transporte?	1	2	3	4	5

As questões seguintes referem-se a **com que frequência** você sentiu ou experimentou certas coisas nas últimas duas semanas.

		nunca	algumas vezes	frequentemente	muito frequentemente	sempre
26	Com que frequência você tem sentimentos negativos tais como mau humor, desespero, ansiedade, depressão?	1	2	3	4	5

Alguém lhe ajudou a preencher este questionário?.....

Quanto tempo você levou para preencher este questionário?.....

Você tem algum comentário sobre o questionário?

OBRIGADO PELA SUA COLABORAÇÃO