

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

IZALINA DE VARGAS OLIVA

**A DIFERENCIAÇÃO ENTRE OS CONCEITOS DE TEMPERATURA E SENSAÇÃO
TÉRMICA POR MEIO DE UMA MINIESTAÇÃO METEOROLÓGICA À LUZ DA
TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS: UMA INVESTIGAÇÃO EM UMA ESCOLA
DO CAMPO**

**Bagé
2020**

IZALINA DE VARGAS OLIVA

**A DIFERENCIAÇÃO ENTRE OS CONCEITOS DE TEMPERATURA E SENSAÇÃO
TÉRMICA POR MEIO DE UMA MINIESTAÇÃO METEOROLÓGICA À LUZ DA
TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS: UMA INVESTIGAÇÃO EM UMA ESCOLA
DO CAMPO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre Profissional em Ensino de Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Fernando
Teixeira Dorneles

**Bagé
2020**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

048d Oliva, Izalina de Vargas

A diferenciação entre os conceitos de temperatura e
sensação térmica por meio de uma miniestação meteorológica à
luz da teoria dos campos conceituais: uma investigação em uma
escola do campo / Izalina de Vargas Oliva.

131 p.

Dissertação(Mestrado)-- Universidade Federal do Pampa,
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 2020.

"Orientação: Pedro Fernando Teixeira Dorneles".

1. Temperatura. 2. Sensação térmica. 3. Miniestação
meteorológica. 4. Ardublock. 5. Teoria dos campos conceituais.
I. Título.

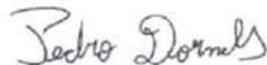
IZALINA DE VARGAS OLIVA

**A DIFERENCIAÇÃO ENTRE OS CONCEITOS DE TEMPERATURA E
SENSAÇÃO TÉRMICA POR MEIO DE UMA MINIESTAÇÃO
METEOROLÓGICA À LUZ DA TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS: UMA
INVESTIGAÇÃO EM UMA ESCOLA DO CAMPO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre Profissional em Ensino de Ciências.

Orientador: Pedro Fernando Teixeira Dorneles

Projeto de Qualificação defendido e aprovado em:
Banca examinadora:



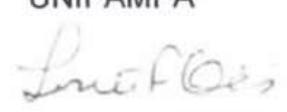
Orientador - Prof. Dr. Pedro Fernando Teixeira Dorneles
UNIPAMPA



Prof. Dr. Terimar Ignácio Pasqualetto
IFRS



Profa. Dra. Vania E. Barlette
UNIPAMPA



Profa. Dra. Lisete Funari Dias
UNIPAMPA

Dedico esse trabalho aos meus alunos, que são os grandes responsáveis pela minha busca por conhecimento.

AGRADECIMENTOS

Meu agradecimento inicial é a Deus e aos Espíritos de Luz que me inspiram durante toda a caminhada do Mestrado

Hoje, paro para realizar a última escrita da minha dissertação que enche o meu coração de alegria, bem verdade é uma mistura de sentimentos. O sentimento que invade meus pensamentos é Gratidão, por tudo que vivi até aqui, foram dois anos de uma caminhada que só trouxe a certeza de que tudo tem hora certa para acontecer e que as dificuldades na verdade são degraus a serem vencidos e superados.

Quando chegamos ao término de uma etapa, olhamos para trás e percebemos que só foi possível vencer porque não caminhávamos sozinhos, aconteceram encontros e desencontros que foram essenciais para nosso crescimento e evolução.

Muitas pessoas contribuíram para este processo, a minha família, meus pais e meus irmãos, pois muito do que sou hoje, devo aos ensinamentos deles, porque foram meus primeiros mestres. Com minha mãe Zoila, aprendi que toda luta por mais difícil que possa ser, será vencida se colocarmos amor em tudo que fizermos; o meu pai, um homem de garra, honesto e dono de um coração gigante que sempre me mostrou que tudo pode ser superado, se acreditarmos em nosso potencial; aos meus irmãos Leonardo e Torrieri que sempre cuidaram de mim com muito amor e respeito.

A minha esposa Édila, uma das mulheres mais incríveis que já conheci nesta vida, dona de um coração generoso e solidário, foi sempre minha grande incentivadora e também a primeira ouvinte de todas as minhas escritas, conhece minha dissertação melhor que eu. Édila, muito obrigada por todo o teu amor! A minha Maria, minha filha, a quem eu tenho o maior orgulho de ser mãe e que me ensina diariamente a ser uma pessoa melhor. Quero, filha, que tenhas orgulho de mim. Quero agradecer também a minha companheira de escrita noites adentro, que sabe muito sobre a minha escrita e li em voz alta, a minha neta canina, Cléo, posso dizer que ela sabe tudo que escrevi.

Aos meus professores, que durante esse período compartilharam comigo seus saberes, professora Camila, com seus mapas conceituais; professora Diana, com a metodologia espaçada; professora Márcia, com seus diálogos sempre questionadores.

Aos meus colegas de sala, Cida, Marco, Vanessa, Bianca, Leticia e Raquel, muito obrigada por todas as trocas, risadas e guloseimas do café.

Alguns são inesquecíveis, professora Crisna, minha primeira orientadora, a quem tive a grande oportunidade de conhecer na especialização e que hoje tenho o privilégio de chamar de amiga, sou grata por tudo que fizeste por mim, meu currículo é outro depois da tua chegada.

À professora alfabetizadora, Eliane, e também Bailarina responsável por me apresentar a beleza da Teoria dos Campos Conceituais de Gerard Vergnaud, sou eternamente grata por tuas contribuições por todos os livros emprestados, por todas as horas de diálogo, que foram extremamente significantes e deram sentido aos meus estudos.

À diretora da escola, professora Milene, que sempre acreditou no meu trabalho, muito obrigada pela confiança. À professora Fabiele Miranda, que me emprestou a turma para realizar as minhas intervenções. Agradeço, também, aos meus queridos alunos porque sem eles nada disso seria possível, obrigada por me tornarem uma professora melhor.

Ao meu orientador, professor Pedro, que no primeiro momento acreditou na minha ideia, sempre tão gentil, educado, parceiro e humilde. Obrigada, por todas as orientações que não foram poucas, sendo elas presenciais ou online, e por todas as vezes que respondeu aos meus e-mails e mensagens, que sei, não foram poucos. Muito obrigada por acreditar e por me ajudar a vencer mais esta etapa.

Ao meu parceiro de trabalho, Ricardo Lopes, estudante de Física, que ajudou em toda a parte de programação e automação da miniestação. E agradeço também ao estudante de Engenharia de Computação Anderson Madeira da Cruz.

Muito obrigada!

RESUMO

A presente dissertação buscou refletir sobre as possibilidades do uso da tecnologia, tendo como objetivo geral elaborar, implementar e avaliar situações-problemas para abordar conceitos de temperatura e sensação térmica no Ensino Fundamental, com o apoio de uma miniestação meteorológica controlada pela placa Arduino e o aplicativo Java Ardublock, tendo como referência a teoria dos campos conceituais de Gérard Vergnaud. Foi proposto e construído um produto educacional, que buscou abordar a diferenciação entre os conceitos de temperatura e sensação térmica. Sua implementação didática ocorreu em uma sala de aula regular do nono ano, do Ensino Fundamental, da escola Municipal Rural de Ensino Fundamental Sucessão dos Moraes, no município de Dom Pedrito. A tecnologia da plataforma de prototipagem Arduino e a programação em blocos (aplicativo Ardublock) foram utilizados para a automação de uma miniestação meteorológica, visando potencializar o processo de ensino e aprendizagem dos conceitos de Física envolvidos. Um dos objetivos foi desmistificar a ideia errônea de que os fenômenos físicos estudados na escola do campo não possuem ligações práticas na vida cotidiana dos alunos, além de investigar como o Ensino de Física pode ser ensinado de forma contextualizada na escola de Ensino Fundamental e como a utilização do aplicativo Ardublock (como recurso didático) pode promover contribuições nos conceitos de física. Pensando nesses objetivos, a partir da utilização de uma miniestação meteorológica automatizada com a placa microcontrolada Arduino e o aplicativo Ardublock, foi abordado um Campo Conceitual, de acordo com a Teoria dos Campo Conceituais de Gérard Vergnaud, a fim de proporcionar aos alunos um conjunto de situações-problemas voltadas para conceitualização de Temperatura e Sensação Térmica. Ao término da intervenção, foi possível perceber que o distanciamento entre o ensino de ciências e a realidade experienciada pelos alunos pode ser superado desde que o professor planeje suas aulas buscando dar significado, levando os alunos à compreensão do mundo em que vivem sem perder a cientificidade.

Palavras-chave: Temperatura. Sensação térmica. Miniestação meteorológica. Ardublock. Teoria dos campos conceituais.

ABSTRACT

This dissertation sought to reflect on the possibilities of using technology in science teaching, as well as its contributions in the school context. An educational product was proposed and built that sought to address the differentiation between the concepts of temperature and thermal sensation. The didactic implementation took place in a regular classroom in the ninth grade of Elementary School at the Municipal Rural Elementary School Sucession dos Moraes, in the city of Dom Pedrito. The technology of the Arduino prototyping platform and block programming (Ardublock application) were used for the automation of a meteorological mini station, aimed at enhancing the teaching and learning process of the involved physics concepts. One of the objectives was to demystify the erroneous idea that the physical phenomena studied at school do not have practical connections in the students' daily life, as well as to answer questions such as: Can Physics Teaching be taught in a contextualized way in elementary school? How to use technology to promote scientific knowledge? Can the use of the Ardublock application (as a teaching resource) promote contributions to the concepts of physics? Thinking about these questions, from the use of an automated meteorological mini-station with the Arduino board and the Ardublock application, a Conceptual Field was elaborated, according to Gérard Vergnaud Conceptual Field Theory, in order to provide students with a set of problem situations aimed at conceptualizing Temperature and Thermal Sensation. At the end of the intervention, it was possible to realize that the gap between science teaching and the reality experienced by students can be overcome as long as the teacher plans his classes seeking to give meaning, taking students to understand the world in which they live without losing scientific .

Keywords: Temperature. Thermal sensation. Meteorological mini-Station. Ardublock. Conceptual Field Theory.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Placa de <i>Arduino</i>	24
Figura 2 – Programação para o sensor de temperatura LM35 com a interface IDS do <i>Arduino</i>	25
Figura 3 - Comparação entre a interface de programação IDE do <i>Arduino</i> e o <i>software Ardublock</i>	26
Figura 4 - Conjunto que compõe o “CONCEITO”, conforme preconiza Vergnaud (1998).....	35
Figura 5 - Representação da estrutura dos esquemas	39
Figura 6 – Escola Municipal Rural Sucessão dos Moraes	43
Figura 7 - Turma do 9º ano da escola Sucessão dos Moraes.....	44
Figura 8 - Rede conceitual sobre os conceitos a serem estudados	49
Figura 9 - Ilustração sobre a situação número 1	54
Figura 10 – Ilustração sobre a situação número dois.....	55
Figura 11 - Construção da Nuvem de palavra.....	65
Figura 12 - Manchete do Jornal Folha da cidade	67
Figura 13 - Momento da experimentação.....	73
Figura 14 - Construção do Termoscópio	78
Figura 15 - Construção e utilização do termoscópio	80
Figura 16 - Construção dos códigos no aplicativo <i>Ardublock</i> utilizando o plataforma <i>Arduino</i>	82
Figura 17 - Escalas termométricas.....	83
Figura 18 - Sistematização LM35 – Alunos 1 e 3.....	83
Figura 19 - Programando o sensor de Temperatura LM35	85
Figura 20 - Previsão do tempo para Dom Pedrito – RS	89
Figura 21 - Calculadora de Sensação Térmica	90
Figura 22 - Calculando a Sensação Térmica	91
Figura 23 - Miniestação Meteorológica	92
Figura 24 - Códigos do <i>Ardublock</i> desenvolvidos por Lopes (2019)	93
Figura 25 - Testando os sensores de temperatura, velocidade dos ventos, umidade e sensação térmica.....	94
Figura 26 - Realizando medidas no <i>Ardublock</i>	95
Figura 27 - Medindo a velocidade dos ventos no pátio lateral da escola	96
Figura 28 - Calculando o Índice de calor	96

Figura 29 - Medindo o índice de resfriamento utilizando uma barra de gelo para promover a queda na temperatura	97
Figura 30 - Código <i>Ardublock</i>	98
Figura 31 – Testando o sensor de Umidade DHT22	99
Figura 32 - Realizando medidas com a utilização do aplicativo <i>ardublock</i>	100
Figura 33 - Rede conceitual 1	102
Figura 34 - Rede conceitual 2	103
Figura 35 - Rede Conceitual 3.....	104
Figura 36 - Rede conceitual utilizada na execução da tarefa	105

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Síntese sobre as dissertações relacionadas	19
Quadro 2 - Situações e invariantes operatórios sobre o conceito de temperatura	36
Quadro 3 - Elementos de esquemas	36
Quadro 4 - Análise do acionamento dos esquemas	37
Quadro 5 - Acionamento de componentes de esquemas	38
Quadro 6 - Diagnóstico das filiações e rupturas	38
Quadro 7 – Conceitos em estudos e conceitos relacionados	49
Quadro 8 - Organização das situações-problema	51
Quadro 9 - Roteiro para coleta dos dados	57
Quadro 10 - Definição de temperatura a partir da nuvem de palavras	66
Quadro 11 - Sistematização da situação 1)	70
Quadro 12 – Fase do diálogo	71
Quadro 13 - Experimento dos baldes	74
Quadro 14 - Sistematização da Situação 2	76
Quadro 15 - Utilizando o termoscópio caseiro	78
Quadro 16 – Etapa inicial das discussões sobre Índice de resfriamento e calor	85

LISTA DE SIGLAS

ANT – Antecipações

BDTD - Biblioteca Digital de Teses e Dissertações

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

CEA - Conceitos-em-ação

CEE - Coordenadoria Estadual de Educação

EEC - Esquemas em Construção

EP – Estudo Piloto

EPR - Esquemas Prontos

FI – Filiação

IDE - Desenvolvimento Integrado – Arduino

INF – Inferências

IOP - Invariantes Operatórios

IST - Índice de Sensação Térmica

LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

PIBID - Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência

REA - Regras de ação

RU – Ruptura

S4A - *Scratch por Arduino*

TCC - Teoria dos Campos Conceituais

TEA - Teoremas-em-ação

TIC - Tecnologias de Informação e comunicação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	ESTUDOS RELACIONADOS	19
2.1	Estudos relacionados sobre a plataforma microcontrolada <i>Arduino</i> , programação em Bloco com o <i>Ardublock</i> e miniestações meteorológicas	19
2.2	Estudos relacionados sobre os conceitos de temperatura e sensação térmica	26
2.2.1	Temperatura	26
2.2.2	Sensação Térmica	28
2.2.2.1	Índice de Resfriamento	29
2.2.2.2	Índice de calor.....	30
3	A TCC DE GÉRARD VERGNAUD	32
4	METODOLOGIA.....	41
4.1	Objetivos	41
4.1.1	Objetivo Geral	41
4.1.2	Objetivos Específicos	41
4.2	Contexto da pesquisa	41
4.2.1	Escola.....	42
4.3	Métodos de intervenção pedagógica.....	45
4.4	Estudo Piloto: Iniciação à programação em blocos com o <i>software</i> <i>Ardublock</i> e a plataforma microcontrolada <i>Arduino</i> na forma de um minicurso	45
4.5	Conjunto de situações-problemas à Luz da Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud.....	46
4.5.1	CSPTCC sobre Temperatura e Sensação Térmica	47
4.5.2	Rede Conceitual.....	48
4.5.3	Intencionalidade de cada situação.....	49
4.6	Descrição das situações-problemas.....	51

4.6.1	Situações-problema 1 e 2	53
4.6.3	Situação-problema 5	55
4.7	Métodos de Avaliação da Intervenção	56
4.7.1	Instrumento de Coleta de Dados.....	57
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	58
5.1	Achados relativos ao efeito da intervenção sobre os seus participantes.....	58
5.1.1	Avaliação dos esquemas prontos ou esquemas em construção.....	58
5.1.2	Avaliação do processo de construção- “Conhecimentos-em-ação”	71
5.1.3	Avaliação das Filiações e Rupturas.....	77
5.1.4	Avaliação dos objetivos de aprendizagem.....	84
5.2	Achados relativos ao efeito da intervenção propriamente dita.....	100
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	107
	REFERÊNCIAS.....	111
	APÊNDICE A - Guia do Aluno: Situação 1.....	114
	APÊNDICE B – Guia do aluno: Nuvem de palavras	117
	APÊNDICE C - Guia do aluno – Situação-problema 2	118
	APÊNDICE D - Guia do aluno: Situação- problema 3	121
	APÊNDICE E - Guia do aluno: Situação- problema 4	123
	APÊNDICE F - Guia do aluno - Situação- problema 5	125
	APÊNDICE G – Descrição do Produto Educacional.....	128

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a tecnologia está presente nas atividades de trabalho das comunidades rurais, seja nas sementes, no plantio, no maquinário, nas questões do clima ou nos períodos de safra. No entanto, a tecnologia ainda não é muito frequente nas escolas do campo, apesar de, no meio urbano, estarmos vivenciando uma terceira revolução denominada a Cultura Digital, em que estamos conectados quase que 24 horas do nosso dia, seja no celular, computador ou *tablets*.

A Educação procura estruturar práticas pedagógicas com base nas competências e habilidades exigidas pelo século XXI, a fim de atender as novas formas de estudar, de trabalhar e de nos divertirmos. Nesta perspectiva, a escola Municipal Rural Sucessão dos Moraes e a professora/pesquisadora (autora da presente dissertação) são desafiadas para atender a esta demanda de forma ética e contextualizada, subsidiando situações e instrumentos que possam levar os alunos a refletirem sobre o uso das tecnologias em suas mais variadas formas e potencialidades. Além de prepará-los para a vida, de forma a serem capazes de resolver situações a sua volta de forma responsável, desenvolvendo sua imaginação, criatividade e explorando seu potencial.

Conforme a Base Nacional Comum Curricular – BNCC (BRASIL, 2018), a contemporaneidade traz impactos sobre a cultura digital, proporcionando o engajamento dos envolvidos e a participação ativa o aluno como protagonista na construção do saber, pois a sociedade atual impõe uma visão inovadora sobre questões, para que aprender, como ensinar, como promover redes de aprendizagem colaborativa e como avaliar o aprendizado.

Segundo Vergnaud (1996), aprendemos quando somos capazes de experienciar várias situações, criando esquemas para dar significado sobre os conceitos que precisamos aprender. Assim, é necessário mais de uma situação-problema para ampliar as redes conceituais, mobilizar conceitos já aprendidos e criar representações simbólicas. Desta forma, vislumbra-se na teoria dos campos conceituais de Gérard Vergnaud um potencial para os alunos darem significado aos conceitos de Física em questão.

Na perspectiva de justificar meu envolvimento com a escola do campo, nessa dissertação de mestrado profissional, apresento minha trajetória acadêmica e

profissional. Meus¹ estudos tiveram início no ano de 2000, na graduação em Licenciatura Matemática, pela Universidade da Região da Campanha – Urcamp. No ano de 2007, prestei concurso público para Prefeitura Municipal de Dom Pedrito/RS, para professor de Matemática, obtendo aprovação, mas foi no ano de 2008 que fui chamada para trabalhar em uma escola do campo, na qual estou em exercício até a presente data.

Por se tratar de uma escola do campo, logo foi possível perceber que seu contexto era diferente da escola urbana, com necessidades diferenciadas e com peculiaridades específicas. Isso fez com que eu passasse a investigar e estudar o meio, no qual estava inserida, para dar significado aos conteúdos curriculares de Matemática.

Os alunos da escola do campo possuem entendimento e compreensão diferente de interpretar o mundo que os cerca, sendo assim, as aulas precisam atender as suas reais necessidades tornando os mesmos protagonistas no processo de construção do conhecimento.

Diante deste cenário, no ano de 2010, fiz meu primeiro curso de formação continuada, o qual teve a duração de dois anos, pela Universidade Federal de Brasília (GESTAR II), com a intenção de refletir e discutir métodos que viessem a contribuir no espaço da sala de aula. No ano de 2013, dei início à especialização em Práticas Educativas no Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal do Pampa - Unipampa - *Campus* Dom Pedrito-RS, concluindo a mesma no ano de 2014 (OLIVA, 2014), sendo objeto de estudo a Tecnologia no contexto do campo, o título do trabalho foi: “EDUCAÇÃO DO CAMPO E TECNOLOGIA: UM ESTUDO DA ESCOLA MUNICIPAL RURAL DE ENSINO FUNDAMENTAL SUCESSÃO DOS MORAES”.

Tal experiência oportunizou a identificação do vínculo entre os alunos do campo e a tecnologia, visto que a tecnologia não pode ser vista única e exclusivamente como a "salvadora" do processo de aprendizagem, devendo ser encarada como um recurso didático que contribui neste processo. Desta forma, é necessária uma linguagem adequada, que atenda aos interesses dos alunos, em uma linguagem voltada para o campo no qual os alunos estão inseridos. Justifica-se

¹ Ao longo do texto será usado a escrita na primeira pessoa do plural por tratar-se de um texto escrito colaborativamente entre a autora do presente projeto e o orientador, exceto quando se trata das experiências prévias da trajetória acadêmica da autora. Neste caso, o texto estará na primeira pessoa do singular.

aqui a construção de um campo conceitual sobre temperatura e sensação térmica, por se tratar do tema clima, que faz parte do cotidiano dos alunos sendo que, para abordar tal temática buscou-se atrelar os conceitos à tecnologia em blocos.

Em se tratando de currículo, a BNCC (BRASIL, 2018), documento norteador da Educação Básica, apresenta entre as dez competências, a cultura digital. Tal competência é dividida em três dimensões: Computação e Programação, Pensamento Computacional e Cultura do Mundo Digital, sendo que o foco desse estudo está baseado na primeira dimensão que trata da Linguagem de Programação. Por meio da programação, espera-se alavancar o Ensino de Ciências do ensino fundamental, especificamente na área de Física.

A fim de dar significado aos conceitos de Física, buscou-se através da contextualização promover uma aprendizagem capaz de oportunizar uma melhor compreensão por parte dos alunos. Partindo dessa premissa, o presente trabalho teve como tema Variáveis Climáticas, que foi desenvolvido por meio de sensores presentes em uma miniestação meteorológica programada e automatizada com a plataforma microcontrolada *Arduino* e o aplicativo *Ardublock*.

De acordo com a BNCC (BRASIL, 2018), dentro da unidade temática Terra e Universo, um dos componentes curriculares que norteiam as aprendizagens essenciais no Ensino de Ciências do Ensino Fundamental, busca a compreensão das características da Terra, do Sol, da Lua e de outros corpos celestes, em uma perspectiva de ampliar os conhecimentos relativos à evolução da vida e do planeta, ao clima e à previsão do tempo, entre outros fenômenos.

O clima faz parte do nosso dia a dia e tem interferência direta em nossas ações, das mais simples às mais complexas. O simples fato de estender uma roupa no varal ou até mesmo de poder mensurar quantos milímetros de chuva ocasionam a perda de uma semente na terra ou saber qual a velocidade dos ventos, ou a temperatura ideal para o plantio do arroz, soja etc., traz reflexões que precisam ser estudadas e analisadas com muita atenção. A escola do campo em estudo tem fortemente arraigada em seu contexto as condições climáticas, que depende diretamente do “tempo”, termo designado para abordar as condições do clima, pois a mesma só terá seu funcionamento se caso não estiver chovendo ou se a quantidade de chuva não for tão grande impedindo que seus alunos cheguem até a escola. Por isso, nada mais oportuno que escolher o clima para aprender os conceitos de Física.

O Ensino de Ciências estabelece para o oitavo ano uma “Unidade Temática” intitulada como: Matéria e Energia, com objetos de conhecimento que tratam de CLIMA E CIRCUITOS ELÉTRICOS, com a intenção de construir o saber sobre a natureza da matéria e os diferentes usos de energia e tecnologia, sendo este o principal foco conceitual deste projeto.

Previamente, foi realizado um estudo piloto (EP) sobre a iniciação à programação que teve início em novembro de 2018, com os alunos que no momento de aplicação da presente intervenção pedagógica constituíram a turma de nono ano da referida escola. Por motivos do recesso escolar, o EP precisou ter continuidade em 2019. O estudo piloto (EP) foi desenvolvido em parceria com um licenciando do curso de graduação em Física, da Universidade Federal do Pampa – *Campus Bagé*² (LOPES, 2019), o qual consistiu na implementação do Trabalho de Conclusão de Curso do mesmo. Após a conclusão do EP, iniciamos a implementação da nossa produção educacional, que se constitui em cinco situações-problemas, elaboradas com diferentes níveis de complexidade para que os alunos ao realizarem sejam capazes de, a partir de medidas climáticas, diferenciarem os conceitos de Temperatura e Sensação Térmica.

Nesse sentido, a proposta deste trabalho, com a tecnologia de programação em bloco, é promover situações-problemas, na acepção de Vergnaud, que não sejam incoerentes aos alunos, entre o seu contexto sociocultural e o saber científico pretendido no Ensino Fundamental. A intenção é que o aluno enriqueça seu vocabulário, transforme seus conceitos, ainda lineares e arbitrários, em saberes sólidos para serem capazes de argumentar sobre o tema tratado.

No próximo capítulo, serão apresentados os estudos relacionados ao ensino de programação em blocos e aos conceitos de temperatura e sensação térmica. No capítulo 3, o referencial teórico, a teoria dos Campos Conceituais (TCC) de Gérard Vergnaud e nos capítulos seguintes os procedimentos metodológicos (objetivos, contexto, situações-problemas e metodologia da pesquisa), resultados, considerações finais, referências e, por último os apêndices.

²Ao longo do curso foi utilizada uma apostila desenvolvida pelo aluno Ricardo e seus orientadores (prof. Pedro Dorneles e Januário Dias Ribeiro).

2 ESTUDOS RELACIONADOS

A busca pelos estudos relacionados se deu através dos seguintes descritores *Arduino*, *Ardublock* e Miniestação Meteorológica, procurando encontrar relações de continuidade, avanços e subsídios que possam embasar o processo de elaboração e conclusão da presente dissertação. Além desses descritores, também buscamos publicações sobre o ensino do conceito de temperatura no Ensino Fundamental. Assim, a seguir são apresentados trabalhos sobre *Arduino*, *Ardublock* e Miniestação meteorológica. Ao final, estudos sobre os conceitos de temperatura e sensação térmica.

2.1 Estudos relacionados sobre a plataforma microcontrolada *Arduino*, programação em Bloco com o *Ardublock* e miniestações meteorológicas

Realizamos pesquisas na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD) e selecionamos quatro dissertações que são apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 - Síntese sobre as dissertações relacionadas

(continua)

Dissertação	Objetivo	Produção Educacional
Programa: MNPEF- UNESP- São Paulo -2018 Título: PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA BASEADA NA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: CONSTRUÇÃO DE UMA MINI ESTAÇÃO METEOROLÓGICA COM ARDUINO Autor: Fernando Carlos Rodrigues Pinto	A utilização de uma miniestação meteorológica automática com <i>Arduino</i> para ensinar e aprender os conteúdos prescritos e as habilidades.	Miniestação meteorológica automática com <i>Arduino</i> .
Programa: MPEF – UFRG- Porto Alegre-2014 Título: ARDUINO COMO UMA FERRAMENTA MEDIADORA NO ENSINO DE FÍSICA Autor: Rafael Frank de Rodrigues	Utilizar a plataforma <i>Arduino</i> como ferramenta mediadora no ensino de Física.	Miniestação meteorológica automática com <i>Arduino</i> .
Programa: MPEC – Unipampa-Bagé- 2018 Título: EXPLORANDO AS POSSIBILIDADES DE INSERÇÃO DA PLATAFORMA ARDUINO NO ENSINO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO BÁSICA Autor: JANUÁRIO DIAS RIBEIRO	Avaliar as possibilidades de inserção da Plataforma <i>Arduino</i> , no Ensino de Ciências da Educação Básica, através de um enfoque nos conceitos introdutórios de lógica de programação e montagens de circuitos eletrônicos.	Apostila sobre lógica de programação e montagens de circuitos eletrônicos.

Quadro 1 - Síntese sobre as dissertações relacionadas

(conclusão)

Programa de Pós-Graduação de Ensino de Física – PPGEF-POA-RS Título: <i>ARDUINO: UMA FERRAMENTA PARA AQUISIÇÃO DE DADOS, CONTROLE E AUTOMAÇÃO DE EXPERIMENTOS DE ÓPTICA EM LABORATÓRIO DIDÁTICO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO.</i> Autor: ELIO MOLISANI FERREIRA SANTOS	Apresentar algumas possibilidades da placa de prototipagem <i>Arduino</i> em conjunto com as tecnologias de informação (TIC).	Material de apoio ao professor sobre como abordar o conceito de óptica por meio da automação.
---	---	---

Fonte: Autora (2019)

Pinto (2018), em seu trabalho intitulado: “PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA BASEADA NA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: CONSTRUÇÃO DE UMA MINIESTAÇÃO METEOROLÓGICA COM *ARDUINO*”, desenvolvido pelo Programa de pós-graduação de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, pela Universidade Estadual Paulista, busca apresentar em seus estudos as possibilidades do uso da tecnologia no Ensino de Física. Para isso, fundamentou seus estudos na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, que parte da premissa que para aprender algo novo o aluno parte de seus conhecimentos prévios, servindo de âncora para o novo conhecimento. Como produto educacional, utilizou a plataforma de prototipagem *Arduino* para construção de uma miniestação meteorológica automática controlada por *Arduino* para ensinar e aprender os conteúdos prescritos e as habilidades pretendidas no Currículo da Secretaria de Educação do Estado de São Paulo.

A intencionalidade da pesquisa, segundo o autor, era criar de forma colaborativa, entre alunos e professores, um projeto de inovação tecnológica que promovesse uma melhor compreensão dos conteúdos de Física, do Ensino Médio, desmistificando a ideia de que o Ensino de Física é algo que não pode ser observado em nosso dia a dia, para isso desenvolveu um sistema de monitoramento controlado por *Arduino*. Após aplicação da sequência didática, que foi organizada em 19 encontros sistematizados, foi possível perceber uma melhora significativa no processo de aprendizagem dos conteúdos por parte dos alunos.

As contribuições deste projeto são extremamente relevantes, inicialmente no que diz respeito à forma de como o Ensino de Física pode ser trabalhado dentro do espaço escolar e de forma contextualizada para dar significado os conceitos físicos.

A segunda particularidade está na construção de uma miniestação meteorológica, em que foram estabelecidas variáveis climáticas para serem exploradas. Porém, nos estudos de Pinto (2018) a programação da estação é através da interface de programação Ambiente de desenvolvimento integrado – *Arduino* (IDE) do *Arduino* e no estudo em questão utilizamos a programação da miniestação pelo aplicativo *Ardublock*, que apresenta uma interface um pouco diferente da *Arduino*, pois o mesmo aborda programação em bloco que chama atenção por suas funcionalidades e interface mais amigável que vão desde suas ferramentas até a parte estética.

Rodrigues (2014), em seu trabalho de pesquisa, no Programa de pós-graduação em Ensino de Física, pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, utiliza o *Arduino* como ferramenta para mediar o ensino de Física, por meio de uma estratégia embasada nos conceitos de interação social e zona de desenvolvimento proximal de Lev Vygotsky. Através de tal estudo, foi possível perceber a relevância do uso do *Arduino* vinculado ao ensino de Física, a partir dos experimentos percebeu-se o engajamento dos alunos e interesse, por se tratar de uma ferramenta de fácil manuseio. Os alunos demonstraram curiosidades sobre os conceitos de Física e os temas correlatos. Cabe destacar que a construção da miniestação meteorológica automatizada foi o ponto alto do projeto, e que a organização em pequenos grupos de alunos oportunizou momentos muito ricos no processo de ensino-aprendizagem. As similaridades com tal dissertação estão justamente em promover a autonomia dos alunos, apostando em recursos didáticos que os levem a pensar e refletir sobre determinados conceitos de Física. Vergnaud (1998) salienta a importância da fase discursiva na elaboração dos conceitos, esta validação está justamente na argumentação, momento em que o aluno tem condições de “dizer” sobre o que aprendeu.

Ribeiro (2018), em estudo recente, elaborou uma proposta de trabalho intitulada: EXPLORANDO AS POSSIBILIDADES DE INSERÇÃO DA PLATAFORMA *ARDUINO* NO ENSINO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO BÁSICA, desenvolvido pelo programa de PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS, pela Universidade Federal do Pampa - *Campus* Bagé. O foco central de seus estudos foi a inserção da plataforma *Arduino*, no Ensino de Ciências da Educação Básica. O autor destaca que para ter êxito é preciso investir na formação de professores, pois os mesmos são peças fundamentais neste processo de ensinar, para isso criou como produto educacional um curso para formação de professores e uma apostila

com título: CURSO DE INICIAÇÃO A *ARDUINO* PARA PROFESSORES, que apresenta os seguintes tópicos: a) conceitos básicos de programação; b) conhecendo o *Arduino*. c) uso do *Arduino* em sala de aula; a fim de subsidiar uma melhor compreensão por parte de professores sobre programação.

Estudos recentes feitos nesta área evidenciam que o uso da programação através da plataforma *Arduino* podem apresentar resultados significativos no ensino de Física. Conforme Santos (2014), em seu trabalho denominado *ARDUINO: UMA FERRAMENTA PARA AQUISIÇÃO DE DADOS, CONTROLE E AUTOMAÇÃO DE EXPERIMENTOS DE ÓPTICA EM LABORATÓRIO DIDÁTICO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO* desenvolvido no programa de Pós-graduação em Ensino de Física, mestrado profissional em Ensino de Ciências pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Tendo como foco principal o conjunto de ferramentas: o *Arduino*, Experimentos de Óptica, *WEB 2.0*, tecnologias de informação e comunicação e laboratório didático, todos estes elementos segundo o autor oportunizaram aos alunos uma forma inovadora de aprender os conceitos de Física, para isso seu alicerce foi embasado nas teorias de Ausubel e Vygotsky.

De acordo com Santos, (2014) o Ensino de Física pode ser promissor, se aliado ao sistema de programação *Arduino*, porque esta ferramenta possibilita ao estudante coletar e analisar dados no desenvolvimento dos experimentos e compreender os conceitos, interpretar as fórmulas associadas aos fenômenos físicos e apresentar de forma contextualizada. A similaridade com o trabalho em questão parte justamente desse processo de construção do saber, o aprender a aprender onde o aluno vai dar significado aos conceitos que precisam ser aprendidos para poder aplicar no seu cotidiano.

Para Santos (2014), o *Arduino* pode ser considerado uma ferramenta versátil e pode ser utilizada em experimentos de Física como nas demais áreas do conhecimento. A BNCC (BRASIL, 2018), documento norteador da Educação Brasileira, na competência de número quatro, que trata sobre a Comunicação, salienta a importância das diferentes linguagens, verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como, conhecimentos das linguagens artísticas, matemáticas e científicas.

Partindo dessa ideia, o presente estudo julga pertinente o uso do *Ardublock* como uma linguagem diferenciada que alicerçada a um bom planejamento pode dar indícios de uma aprendizagem significativa.

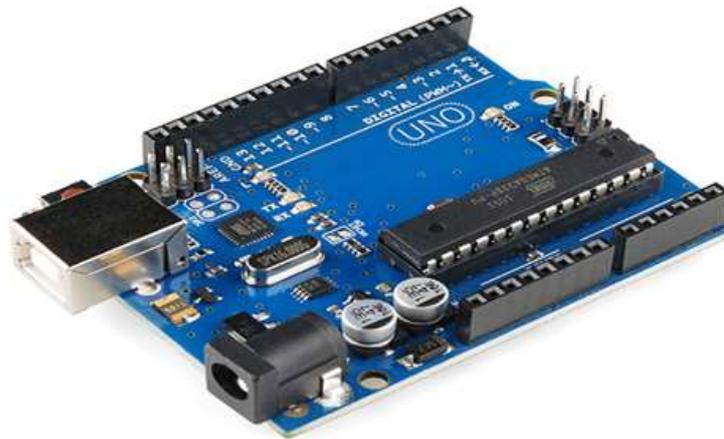
Com relação a trabalhos publicados em revistas da área de Ensino de Física, inicialmente analisamos a revisão da literatura de Lopes (2019). Aluno do curso de Graduação de Física da Universidade Federal do Pampa - Unipampa, o qual realizou uma extensa pesquisa com os descritos já mencionados, oportunizando assim de forma clara um melhor entendimento sobre o tema pesquisado. De acordo Lopes (2019), selecionamos dois trabalhos sobre programação em bloco sendo eles: Robótica educativa livre no ensino de Física: da construção do robô à elaboração da proposta didática de orientação metacognitiva e a Utilização do *software scratch* para a aprendizagem de lançamentos de projéteis e conceito de gravidade no ensino fundamental.

O primeiro trabalho selecionado da revisão de Lopes (2019) trata-se do trabalho de Tretin *et al.* (2015), no qual é descrita uma atividade experimental que utiliza a plataforma *Arduino* e da extensão *Scratch por Arduino (S4A)*. Os autores justificam a escolha dessa plataforma, principalmente devido a seu baixo custo, de modo que, escolas públicas poderiam obter *kits* experimentais sem a demanda de uma grande verba na aquisição desses materiais, no que diz respeito à escolha do S4A para programação, é usado como argumento a possível falta de interação dos alunos da educação básica com uma linguagem de programação, deste modo, a programação em blocos que esta extensão utiliza se torna uma alternativa mais viável para os alunos. O referencial teórico deste artigo sugere uma abordagem metacognitiva, e na sua metodologia é feita a construção de um “carrinho”, no qual utiliza na construção: um *chassi* de acrílico, motores, *jumpers*, ponte-h, *led's* e a placa de prototipagem *Arduino*. O público alvo desta publicação são alunos do ensino médio, deste modo, foram feitas duas propostas didáticas, sendo estas: o estudo sobre a trajetória e estudo da velocidade média.

O segundo trabalho trata-se do artigo de Anjo, Freitas e Andrade (2016), foi proposta uma atividade na qual se utilizaria o *software* de iniciação à programação *Scratch* e do jogo “*Angry Birds Space*”. Os alunos, inicialmente, interagiram com o jogo *Angry Birds Space*, explorando noções de ângulo, velocidade, movimentos na horizontal e vertical. Posteriormente, os alunos foram divididos em grupos, questionados sobre o que seria um movimento oblíquo e utilizaram a programação em *Scratch* para descrever o lançamento de projéteis.

As figuras 1-3 possibilitam algumas comparações entre os projetos que utilizam a interface IDE do *Arduino* como instrumento de ensino-aprendizagem e os que utilizam a programação em blocos *Ardublock*.

Figura 1 – Placa de *Arduino*



Fonte: Autora (2019)

Figura 2 – Programação para o sensor de temperatura LM35 com a interface IDS do Arduino



```
teste_lm35_teste | Arduino 1.8.5 (Windows Store 1.8.10.0)
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda

teste_lm35_teste

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(13, OUTPUT);
  pinMode(12, OUTPUT);
  pinMode(11, OUTPUT);
}

void loop() {
  int ValorLido = analogRead(0);

  float Volt = ValorLido*5.00/1023;

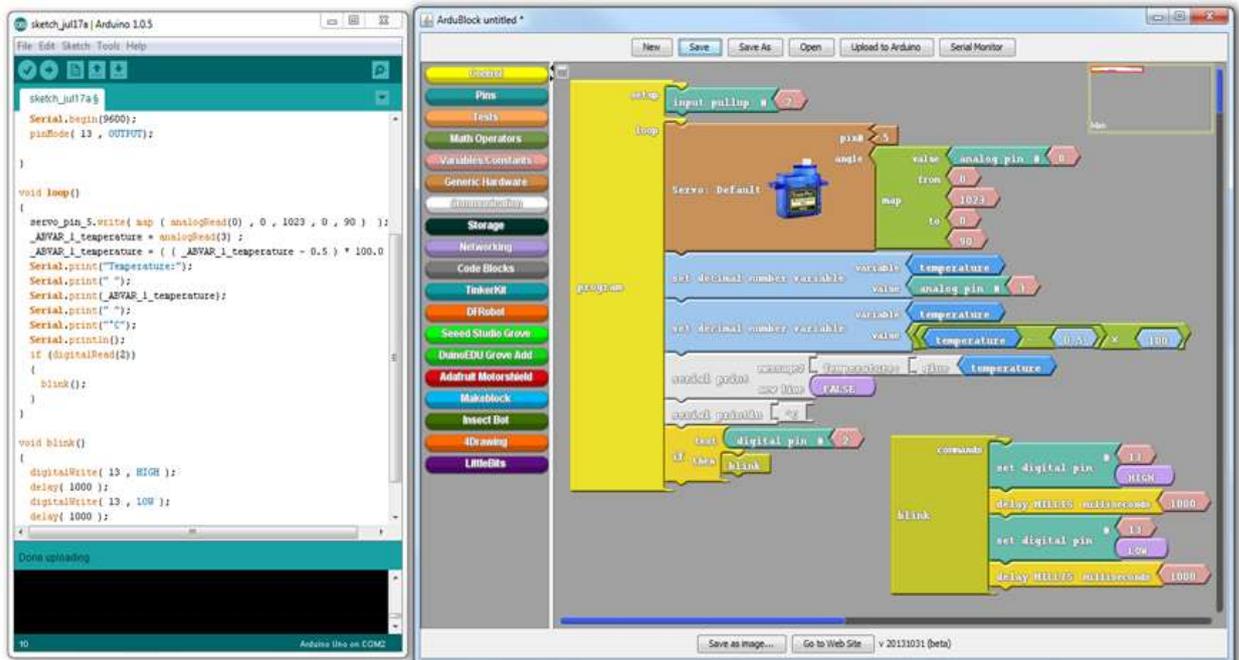
  float Temp = Volt*100.00;

  Serial.print("ValorLido = ");
  Serial.println(Temp);

  if (Temp < 23)
  {
    digitalWrite(13, HIGH);
    digitalWrite(12, LOW);
    digitalWrite(11, LOW);
  }
  if (Temp > 28)
  {
    digitalWrite(13, LOW);
    digitalWrite(12, HIGH);
    digitalWrite(11, LOW);
  }
}
```

Fonte: Autora (2019)

Figura 3 - Comparação entre a interface de programação IDE do *Arduino* e o *software Ardublock*



Fonte: Autora (2019)

A comparação realizada na Figura 3 apresenta a diferença entre o estudo de Pinto (2018) e o estudo desta dissertação. Assim, propusemo-nos a investigar o processo de elaboração dos códigos em programação em blocos e a transformação em programação na interface IDE, tendo como objetivo a identificação dos avanços e retrocessos para o desenvolvimento das situações propostas, conforme preconiza Vergnaud (2008). A explicação dos códigos pode ser um caminho para a fase discursiva dos invariantes operatórios, pois faz com que o aluno amplie suas redes conceituais, para poder dar sentido aos conceitos de Física que serão estudados (mais detalhes serão apresentados no próximo capítulo).

Os estudos aqui apresentados deixam claro que o uso do *Arduino* apresenta resultados promissores no processo de aprendizagem dos alunos, tornando o Ensino de Física mais atrativo, possibilitando que os mesmos possam construir seus argumentos de forma significativa.

2.2 Estudos relacionados sobre os conceitos de temperatura e sensação térmica

2.2.1 Temperatura

De acordo com Pereira (2010), em sua pesquisa de mestrado profissional em Ensino de Física da UFRJ, os conceitos de temperatura e calor utilizados no senso comum são bastante distantes dos conhecimentos cientificamente aceitos. Quantas vezes durante o nosso dia, utilizamos expressões como: “Que calor está fazendo aí fora!”; “Pode, por gentileza, ligar o ventilador porque está quente aqui dentro da sala.” ou “O dia está estranho hoje, ora calor ora frio”. Todas estas proposições, instintivamente, remetem-nos a respostas sem cientificidade, como por exemplo, a última proposição leva a supor que “A temperatura está associada à variação de calor”. Essa definição está atrelada ao senso comum, sendo a temperatura um dos efeitos do calor, todavia, os alunos não conseguem distinguir a relação existente entre temperatura e calor. Para Vergnaud (1996), os conceitos precisam ser construídos pelos alunos mediante suas vivências, partindo desse pressuposto a compreensão do conceito de temperatura terá significado se houver um fator significante.

Pereira (2010) sinaliza que os conceitos que antecedem o estudo de temperatura possuem extrema relevância para sua conceitualização, se anteriormente for abordado os conceitos cinético-molecular da matéria, os alunos terão uma visão microscópica. Do ponto de vista de Pereira (2010), esta não seria a forma mais adequada de apresentar o conceito de temperatura, trazendo implicações na concepção inicial de temperatura não-intuitiva e desvinculada de nossa experiência sensorial macroscópica. Sendo a temperatura uma grandeza física capaz de informar sobre o nível de agitação média das partículas, tal definição ocasiona nos alunos uma visão de difícil entendimento por se tratar de um conceito em escala microscópica. Tal afirmativa de Pereira (2010) vai ao encontro com a teoria de campos conceituais, isto é, que a conceitualização é um processo com diferentes níveis de complexidade. Nesse sentido, buscamos no presente trabalho apresentar o conceito de temperatura em um sistema macroscópico para tornar a aprendizagem mais significativa, procurando conectar o significado de temperatura com a realidade vivenciada.

Pereira (2010) analisa a definição de temperatura em uma série de livros didáticos e conclui que a maioria utiliza uma definição microscópica, de contrapartida Máxima e Alvarenga (1997, p. 47 *apud* PEREIRA 2010) apresenta uma definição macroscópica, sendo ela: “A temperatura é uma grandeza física usada para indicar se um corpo está mais quente ou mais frio do que outros tomados como referência”,

de acordo com Pereira (2010) esta seria a melhor forma de apresentar tal conceito de Física. Assim, os conceitos de quente e frio estão relacionados com o conceito de temperatura a partir da comparação entre medidas de temperaturas de quaisquer objetos e calor as trocas de energia térmica decorrentes das diferenças de temperatura entre dois objetos, ou seja, a afirmação de que “está quente lá fora” significa que a temperatura no ambiente externo está maior que no ambiente interno mas não que lá fora há mais calor, pois calor é a energia transferida de um sistema para o ambiente ou vice-versa pela diferença de temperatura (HALLIDAY,2009). Isto é, calor deve ser abordado como uma energia térmica que se transfere de um corpo para outro quando há diferença de temperatura, com fluxo líquido espontâneo do de maior temperatura para o de menor temperatura até que ambos objetos atinjam a mesma temperatura (equilíbrio térmico).

Considerando que Vergnaud (1998) defende a ideia de que toda a aprendizagem precisa ser vivenciada pelo sujeito e quanto maior o número de experiências que ele possuir maior será sua capacidade de conceitualizar, abordaremos o conceito de temperatura a partir de um sistema macroscópico, a fim de que o aluno possa perceber e elaborar a partir de uma situação concreta a definição da mesma. Propomos situações contra intuitivas, em que os alunos ao medirem com um termômetro a temperatura de objetos identifiquem que nossas sensações de “quente e frio” podem induzir a previsões equivocadas das temperaturas dos objetos.

2.2.2 Sensação Térmica

Sobre o conceito de sensação térmica, encontramos como fonte de consulta, às respostas apresentadas pelo professor Fernando Lang da Silveira, na página CREF - Centro de referência para o Ensino de Física, em especial aos tópicos de sensação térmica x temperatura ambiente e Conforto térmico pelo ventilador³. Sobre o texto de Silveira (2012), intitulado Sensação térmica x temperatura ambiente Medeiros (2012, p. 1) comenta que

³Centro de Referências para o Ensino de Física, 2020. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/novocref/>. Acesso em: 04 abr. 2020.

[...] enquanto a TEMPERATURA é uma GRANDEZA FÍSICA objetiva, ou seja, que pode ser medida e comparada rigorosamente por distintos instrumentos, a SENSACÃO TÉRMICA é apenas algo subjetivo, na verdade um construto neurofisiológico. Ela não deve ser confundida com a simples avaliação humana sem instrumentos (e, portanto, imprecisa) da temperatura.

Diferente da temperatura, que é uma medida objetiva (medição feita por um termômetro), a sensação térmica, tem muita subjetividade envolvida, não existe um instrumento preciso, pois a percepção das pessoas sobre as variáveis meteorológicas depende de aspectos fisiológicos. Podemos, então, conceitualizar a sensação térmica como a sensação aparente que uma pessoa "sente" ou "percebe" em função de variáveis meteorológicas como, obviamente, temperatura do ar, umidade relativa e velocidade do vento. Para Medeiros (2012), a velocidade do vento é um fator a ser considerado, pois ao ser retirada do calor da pele dos indivíduos por convecção, ela influencia decisivamente na taxa de evaporação.

Assim, no presente estudo, buscamos promover situações-problemas que levaram os alunos, à luz da Teoria dos Campos Conceituais, a realizarem a diferenciação entre os conceitos de temperatura e sensação térmica.

Na literatura, existem vários modelos que procuram quantificar o Índice de Sensação Térmica (IST) em situações, em que a temperatura ambiente apresentasse menor que a temperatura dos objetos, em especial a temperatura corporal dos seres vivos (Índice de Resfriamento) e em situações em que a temperatura ambiente é maior que a temperatura dos objetos (Índice de Calor). Nas próximas seções, discutiremos os fatores que influenciam os tais índices e as equações utilizadas.

2.2.2.1 Índice de Resfriamento

O índice de resfriamento está associado à transferência de energia térmica na forma de calor, principalmente por meio de convecção e evaporação. A taxa de perda de calor por uma superfície está vinculada à velocidade do vento sobre a superfície: quanto maior a velocidade, mais rápido é o resfriamento. Para objetos inanimados, o efeito do vento é capaz de reduzir mais rapidamente a temperatura de objetos mais quentes à temperatura do ambiente, para os mesmos atingirem o equilíbrio térmico. Os seres vivos apresentam uma resposta fisiológica de manutenção de temperatura. A perda de calor acelerada leva a uma percepção de

temperatura mais baixa que a real e pode ocasionar riscos e efeitos adversos, tais como congelamento e morte.

O modelo matemático mais utilizado, na literatura, para estimar o IST para casos de temperaturas inferiores a 10°C e ventos superiores a 5 km/h é o WCI (Wind Chill Index – Índice de Resfriamento pelo Vento). O modelo matemático é descrito na Equação 1 (WIND CHILL, 2019).

$$IST = 13,12 + 0,6215 \times T - 11,37 \times V^{0,16} + 0,3965 \times T \times V^{0,16}$$

Cujas variáveis são:

IST = Índice de Sensação Térmica (em °C),

V = Velocidade do Vento (em km/h) e

T = Temperatura ambiente (em °C).

2.2.2.2 Índice de calor

O índice de calor designa o efeito da umidade relativa sobre a temperatura aparente do ar, ou seja, é uma medida para definir qual a intensidade do calor que uma pessoa sente, variando em função da temperatura e da umidade do ar.

O suor nos seres humanos é o mecanismo de perda de calor: evapora com o calor da pele e assim reduz sua temperatura. A água em forma de vapor, pairando no ar, reduz a taxa de evaporação do suor da pele, e assim faz com que uma pessoa em um ambiente com umidade relativa elevada sinta que está mais quente o que outra pessoa em um ambiente seco de mesma temperatura.

Para estimar o IST para os casos em que a temperatura é superior a 26°C, utilizamos o modelo de Rothfusz (1990). Neste modelo, a velocidade do vento não se mostra relevante; entretanto, a umidade relativa do ar é um dado importante para descrever a sensação térmica, conforme a Equação 2.

$$\begin{aligned} IST_F = & -42,379 + 2,04901523 \times T_F + 10,1433127 \times U - 0,22475541 \times U \times T_F \\ & - 0,00683783 \times T_F^2 - 0,0541717 \times U^2 + 0,00132874 \times U \times T_F^2 \\ & + 0,0085282 \times T_F \times U^2 - 0,00000199 \times U^2 \times T_F^2 \end{aligned}$$

Cujas variáveis são:

IST_F = Índice de Sensação térmica em °F,

T_F = Temperatura em °F e

U = Umidade relativa do ar (em %).

Após ser feito o cálculo de IST_F , é possível encontrar o índice em graus Celsius, de acordo com a Equação 3.

$$IST_C = \frac{100 \times (32 - IT_F)}{180}$$

Em que IST_C significa o Índice de Sensação térmica (em °C).

Cabe salientar que tais índices não têm sido objeto de investigação em pesquisas em Ensino. Em uma busca, usando o descritor Sensação Térmica, nos periódicos Revista Brasileira de Ensino de Física, Caderno Brasileiro de Ensino de Física e Investigações em Ensino de Ciências, encontramos apenas uma publicação (MATTOS e DRUMMOND, 2004). No entanto, tal publicação não tem como foco a medida de parâmetros climáticos, e sim uma proposta interdisciplinar envolvendo sensação térmica com aspectos fisiológicos. Para complementar nossa busca, usamos o mesmo descritor na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações, em que encontramos inicialmente 152 trabalhos e ao realizar o recorte por pesquisas em Ensino identificamos apenas duas produções (ANJOS FILHO, 2018; NOVACOSKI, 2016). Em ambas, também, não se procurou estimar o índice de sensação térmica a partir de medidas meteorológicas. Tais trabalhos realizam a tradicional experiência com três bacias com água para evidenciar a limitação de medir temperatura a partir do nosso sistema sensorial. Assim, nosso trabalho se assemelha no objeto de apresentar tal limitação, mas apresenta o diferencial de estimar quantitativamente o índice de sensação térmica a partir de medidas meteorológicas (temperatura ambiente, velocidade do vento e umidade relativa do ar).

3 A TCC DE GÉRARD VERGNAUD

Gérard Vergnaud, hoje com 86 anos, nasceu na França, no ano de 1933 e foi diretor de pesquisa do *Centre National de La Recherche Scientifique*. A partir da interação com Piaget, com quem estudou em Paris e Genebra, sua área teve uma grande transformação: da Psicologia e da Filosofia passou para a Matemática e continuou seus estudos até os dias atuais. Aos 70 anos, foi homenageado com um grande colóquio, em janeiro de 2003, intitulado “Atividade humana e conceitualização”, idealizado por Renan Samurçay e Pierre Pastré e organizado por Maryvonne Merri, em Paris.

Vergnaud associa como uma dupla complementar inseparável as “situações e os esquemas de pensamento”. O modo como o aluno realiza a sua ação em uma situação tem relação com seus esquemas de pensamento, que são esquemas em ação, ou seja, podem ser identificados durante a realização da tarefa. Então dizemos que o sujeito da aprendizagem da teoria de Vergnaud é o sujeito em situação, em ato, na sua ação com a realização da tarefa.

De Piaget, Vergnaud utiliza os aspectos funcionais, como adaptação, assimilação e acomodação, tomando para si a ideia de que em determinado momento a bagagem de um indivíduo acerca de um determinado conteúdo se apresenta em equilíbrio e que vai se desequilibrar quando encontrar um problema novo que não sabe resolver.

Vergnaud diverge de Piaget no que diz respeito à Teoria dos Estágios associada às faixas etárias: 1º período: sensório-motor (0 a 2 anos); 2º período: pré-operatório (2 a 7 anos); 3º período: operações concretas (7 a 11 ou 12 anos); 4º período: operações formais (11 ou 12 anos em diante). Para ele, são uma forte redução à lógica e defende a ideia de que existe muito mais do que somente os estágios. Na área da Matemática, por exemplo, a adição e a subtração são um importante pacote de descobertas; sendo assim, não há sentido em simplesmente considerar o estágio das operações concretas. Não considerar a hierarquia e a complexidade psicogenética em cada campo conceitual é didaticamente um dos gargalos encontrados no processo da aprendizagem. Vergnaud salienta que Piaget compreendia o conhecimento como um processo de desenvolvimento biológico e social, algo que acontece independente da ação do sujeito. Afirmou que Piaget não estudou o desenvolvimento cognitivo nos adultos, tampouco estudou o processo de

aprendizagem na escola, em particular sob o ponto de vista do conteúdo conceitual específico. Sendo assim, Vergnaud percebeu que o conteúdo não pode ser simplificado a categorias gerais do pensamento, como a maioria dos psicólogos da época defendia, incluindo aqueles que focalizam as interações entre cultura e conhecimento, como Vygotsky (1896; 1934).

As contribuições de Vygotsky para a TCC de Gérard estão presentes em duas ideias: a primeira é de que toda criança pertence a uma cultura, o que precisa e deve ser levado em consideração; a segunda é a mediação no ensino, em que a mediação pelo outro e a mediação por meio simbólico não devem ser confundidas. A mediação pelo outro diz respeito às relações entre o adulto e a criança, do pai em relação ao filho, do chefe em relação ao jovem engenheiro, etc. A mediação simbólica, ou seja, o uso da linguagem e de outros sistemas de signos, são produtos do contexto e desempenham papel importante na conceitualização.

Já o fator de divergência entre as ideias está na oposição radical que Vygotsky coloca entre conceitos cotidianos e conceitos científicos. Na opinião de Vergnaud, tal distinção é falsa, pois a maioria dos conceitos espontâneos se estrutura em experiências, e não por meio de uma ação intencional do outro. O entendimento dos conhecimentos é local, enquanto que só existe ciência quando há uma manifestação explícita com sistemas integrados. Conforme Vergnaud, isso parece ser a ideia correta, mas aponta que o problema de Vygotsky está na relação de parentesco como sendo um exemplo de conceito do cotidiano, que forma parte de um sistema. Sem a linguagem, nada se pode explicar às crianças, como, por exemplo, não se diz que crianças realmente são irmãs: elas podem viverem juntas e não serem irmãs. Se não for pela linguagem, isso não pode ser explicado. Para Vergnaud, Vygotsky exagera no papel da linguagem como transmissão do conhecimento.

As contribuições de Piaget e Vygotsky são de suma relevância para que Vergnaud, em 1990, apresentasse formalmente a Teoria dos Campos Conceituais, que está fundamentada em algumas ideias centrais:

- a) Os conceitos não funcionam isoladamente, mas sim vinculados uns aos outros, em uma ampla e complexa rede;
- b) Um conceito adquire sentido em função da multiplicidade de problemas aos quais responde;

- c) A aprendizagem de todas as propriedades e relações que envolvem tais conceitos acontece por meio de uma longa história, entrelaçada por uma série de filiações e rupturas;
- d) Com as ideias anteriores, pode-se argumentar que um conceito não remete apenas à sua definição explícita, mas basicamente à sua possibilidade de funcionar na resolução de problemas.

Ao estudarmos a Teoria dos Campos Conceituais, identificamos que ela pode contribuir para a construção do conhecimento tanto das crianças quanto de seus professores, visto que tudo depende da forma como os estes a encaram, uma vez que as representações variam de sujeito para sujeito. As competências e concepções dos alunos se desenvolvem no decorrer do tempo, por meio de experiências em um grande número de situações, tanto dentro quanto fora da escola. Quando os alunos são defrontados com novas situações, eles usam o conhecimento desenvolvido em uma experiência anterior para adaptá-lo à nova situação.

Segundo Vergnaud (1996), uma das premissas da TCC é a relevância das experiências vividas anteriormente pelo sujeito, para que ele possa aplicar parte do que já sabe numa nova situação. Justifica-se aqui a relevância do EP para o desenvolvimento do presente trabalho, pois essa etapa foi muito importante para a construção do novo conhecimento, proporcionando ao aluno a ampliação de seu repertório de conceitos.

A obtenção do novo conhecimento ocorre geralmente por meio de situações e problemas com os quais o aluno tem alguma familiaridade. Quando se buscou trabalhar com as “questões climáticas”, era justamente esta a intenção, por se tratar de uma escola do campo que lida todos os dias com elas. Procurou-se criar um vínculo entre o contexto e a tecnologia a fim de dar significado aos conceitos de temperatura, sensação térmica.

Para Vergnaud, o conceito tem um significado muito maior do que aquele habitualmente utilizado: ele envolve um conjunto de invariantes – propriedade dos conceitos –, subjacentes ao raciocínio, e um conjunto de símbolos utilizados para a sua representação o que o autor chama de representações simbólicas. Os conceitos são, ao mesmo tempo, a orientação e o enfrentamento de um problema, bem como a resolução deste, a orientação no sentido de que o conceito pode indicar o caminho para a solução de uma determinada situação e enfrentamento de um obstáculo, pois

todo conceito na forma explícita pode não ser suficiente para a resolução de situações-problemas.

A definição de campo conceitual para Vergnaud (1996, p. 18) é:

[...] um conjunto de situações cujo tratamento implica esquemas, conceitos e teoremas, em estreita conexão, assim como as representações de linguagem e representações simbólicas suscetíveis de serem utilizadas para representá-los.

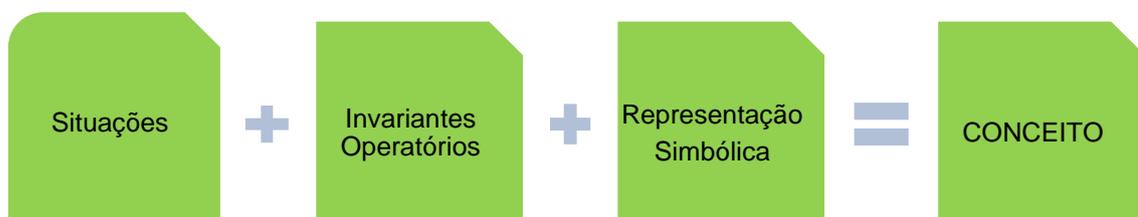
De acordo com o autor, é preciso oportunizar situações para que os alunos possam construir seus esquemas por meio de redes complexas, criar vínculos, estabelecer relações para a resolução de problemas por meio de símbolos até chegar à conceitualização.

Três argumentos básicos levaram Vergnaud ao conceito de campo conceitual (1983, p. 393):

- 1) um conceito não se forma dentro de uma única situação;
- 2) uma situação não pode ser analisada no contexto de um único conceito;
- 3) a construção e apropriação de todas as propriedades de um conceito ou de todos os aspectos de uma situação é um processo que requer muito tempo, longos anos, podendo haver durante o seu desenvolvimento analogias e mal-entendidos entre situações, concepções, procedimentos e significantes.

Um conceito torna-se significativo por meio de uma variedade de situações, por isso sua definição está estruturada em um tripé ($C = (S + I + R)$), ou seja, situações, invariantes operatórios e representações simbólicas, conforme ilustração na Figura 4 e no Quadro 2.

Figura 4 - Conjunto que compõe o "CONCEITO", conforme preconiza Vergnaud (1998)



Fonte: Autora (2019)

Quadro 2 - Situações e invariantes operatórios sobre o conceito de temperatura

Situações	Invariantes operatórios
Podemos dizer que a temperatura é a mesma coisa que sensação térmica? É correto afirmar que podemos verificar a temperatura de um corpo utilizando apenas os nossos sentidos?	A temperatura é considerada uma unidade de medida capaz de identificar o quão frio ou quente está um corpo. A sensação térmica é a percepção de conforto ou desconforto devido às trocas (perda ou ganho) de calor entre o corpo e o ambiente.

Fonte: Autora (2019)

Conforme já relatado no presente trabalho, buscamos, por meio de uma miniestação, gerar situações-problemas envolvendo questões climáticas para serem desenvolvidas a partir da programação em bloco (*Ardublock*). Identificamos no *Ardublock* um potencial para que os alunos criem seus esquemas, ampliando, assim, seu repertório de conceitos para resolver problemas cotidianos.

Para Vergnaud (1998, p. 172), um “[...] esquema é um universo eficiente para todo um espectro de situações e pode gerar diferentes sequências de ações, procedimentos de coletas de informação, dependendo das características de cada situação particular”.

No Quadro 3, são apresentados elementos que compõem um esquema.

Quadro 3 - Elementos de esquemas

Esquemas em Ação
Metas e Antecipações – (Objetivos: antecipam os resultados)
Regras de Ação – (“Se..., então”) – que permitem gerar sequências
Invariantes Operatório – (Ação: o fazer)
Inferências – (O raciocínio)

Fonte: Autora (2019)

Vergnaud (2012) defende a ideia de que os alunos têm muitos conhecimentos físicos, mas não são capazes de explicá-los, embora os utilizem em determinadas situações, que ele define como conceitos em “ação” e teoremas em ação, por se tratarem de uma interpretação do que a criança faz, ou seja, são os conhecimentos que elas utilizam para lidar com as situações.

O conhecimento é adaptação quando o aluno utiliza o que já considera ser o certo juntamente com as novas informações, criando hipóteses que o levarão a fazer a ruptura, formando, assim, novos conceitos.

Como Vergnaud (1993) argumenta que os esquemas não são construídos a partir de uma única situação, para cada conceito abordado, propomos um conjunto de situações-problemas, descritos na próxima seção.

A análise do conjunto de dados foi estruturada na perspectiva da TCC (VERGNAUD, 2008). Foi elaborado um processo de categorização a fim de evidenciar o caráter qualitativo sobre a compreensão dos participantes com relação às situações-problemas proporcionadas.

Vergnaud (1993) diferencia duas classes de situações (conforme o Quadro 04): uma, em que o aluno já consegue elaborar um esquema que lhe permite enfrentar tal situação (EPR – Esquemas Prontos); e, a outra, em que o aluno ainda não tem claro o esquema (EEC – Esquemas em Construção), então ele passa a experimentar vários esquemas. Nesse sentido, necessita-se definir duas categorias na interpretação dos dados da nossa pesquisa (Quadro 4).

Quadro 4 - Análise do acionamento dos esquemas

EPR	Categoria que compreende os esquemas prontos (EPR) a serem acionados, neste sentido o comportamento é amplamente automatizado e acionado por um só esquema que dá conta da situação.
EEC	Categoria que busca incluir esquemas que estão em construção (EEC) durante a ação, sendo assim o aluno faz uso de vários esquemas combinado e recombinação até obter o esquema adequado.

Fonte: Autora (2019)

Conforme explica Vergnaud (1993), o comportamento frente a um conjunto de situações é possível porque os esquemas abrangem quatro itens fundamentais (Quadro 5): invariantes operatórios (IOP), antecipações (ANT), regras de ação (REA) e interferência (INF).

Quadro 5 - Acionamento de componentes de esquemas

IOP	Invariantes Operatórios – são os esquemas em ação e teoremas em ação diz respeito o reconhecimento do aluno durante a execução da tarefa a mobilização dos teoremas acionados.
ANT	Antecipações - são as possibilidades de efeitos esperados e eventuais etapas até alcançar os objetivos.
REA	Regras de ação – “se...então” são as sequências das ações mobilizadas pelos alunos.
INF	Inferências são as operações cognitivas que possibilitam definir as regras e as antecipações a partir das informações e invariantes operatórios que os alunos dispõe.

Fonte: Autora (2019)

Durante a ação realizada na execução das situações-problema, é importante salientar em que momentos ocorrem as filiações e rupturas (Quadro 06). Vergnaud (2003) destaca que, quando estamos em processo de desenvolvimento sobre algo novo, algumas vezes precisamos nos apoiar em conhecimentos anteriores que, por sua vez, esses saberes podem se tornar um obstáculo para o novo conhecimento. Compreende-se filiação (FI) quando o novo conhecimento está ancorado em conhecimentos anteriores e como ruptura (RU) quando é necessário romper com o conhecimento anterior para aquisição do novo.

Quadro 6 - Diagnóstico das filiações e rupturas

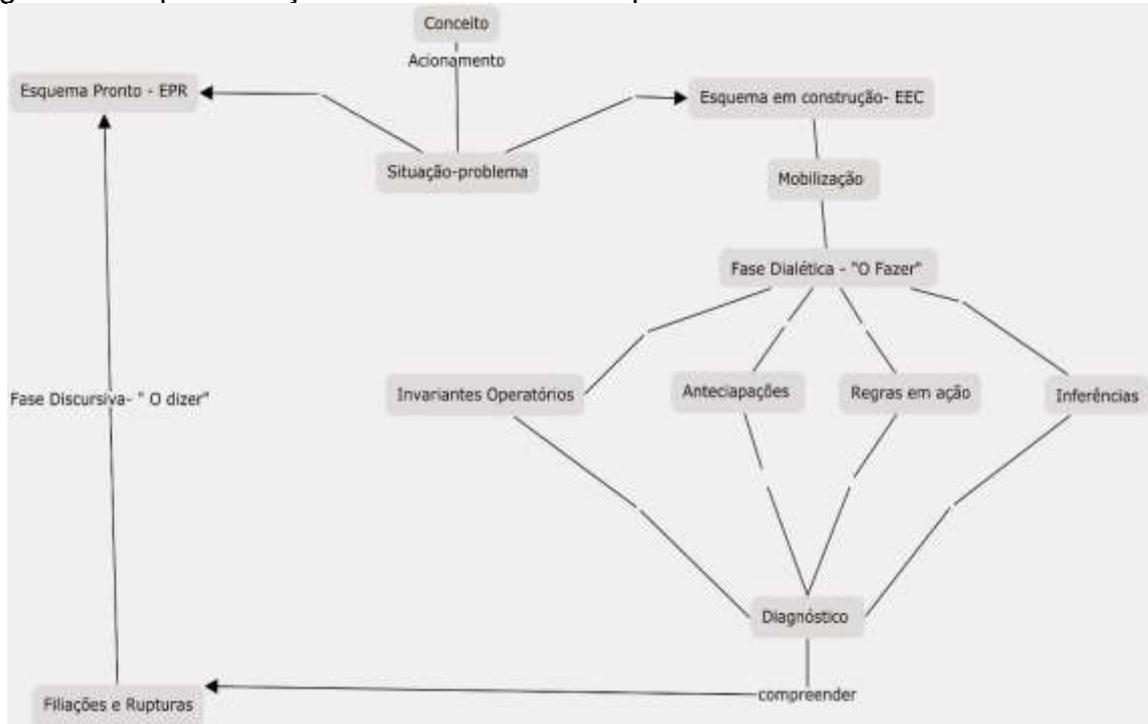
FI	Apoia-se em conhecimentos anteriores para o desenvolvimento do novo.
RU	É necessário romper com o conhecimento anterior pois o mesmo torna-se um obstáculo à nova conceitualização.

Fonte: Autora (2019)

A representação da estrutura dos esquemas da Figura 05 descreve, de forma sintetizada, o processo cognitivo do aluno frente a uma situação-problema. Conforme preconiza a TCC, todo conceito precisa ser experienciado através de situações que levem o sujeito à construção do conceito, aumentando assim seu repertório. Diante disso, para toda situação-problema o sujeito faz o acionamento de

seus esquemas: Esquemas Prontos (EPR) ou Esquemas em Construção (EEC), conforme Quadro 04.

Figura 5 - Representação da estrutura dos esquemas



Fonte: Autora (2019)

Frente a uma determinada situação, o aluno atua segundo as representações que faz da mesma, sendo o esquema a relação que conecta as representações e o seu comportamento. Para Vergnaud (1998), quando o sujeito se depara com uma situação-problema e aciona apenas um esquema que dá conta da situação, ele já pode avançar em direção ao novo conhecimento. Já, no processo de esquemas em construção (EEC), fase dialética, o aluno aciona vários esquemas combinado e descombinado até obter o esquema certo. Nesse sentido, o acionamento dá início ao processo cognitivo. Todo esquema, conforme Vergnaud (1998, p. 173), “[...] necessita do que ele chama de ingredientes, sendo eles: os Invariantes Operatórios, as Antecipações, as Regras em Ação e as Inferências” (Quadro 5). Esses componentes são essenciais, porque a partir deles é possível compreender se o aluno precisa realizar uma Filiação (FI) ou Ruptura (RU), de acordo com o Quadro 6.

Desses ingredientes, os invariantes operatórios, possuem duas categorias principais, os teoremas-em-ação e os conceitos-e-ação, que constituem a base conceitual implícita que possibilita obter informação pertinente e, a partir dela e dos objetivos a alcançar, inferir as regras em ação mais pertinentes Vergnaud (1996).

Desta forma, no presente trabalho procuramos, no primeiro momento, avaliar se os alunos possuíam EPR ou EEC. Nos casos em que os alunos não foram capazes de dar conta das tarefas das situações-problema, buscamos elementos dos momentos que os alunos se mobilizaram para concluírem as tarefas (etapa do fazer). Finalmente, propomos situações novas para avaliar se o desenvolvimento das situações-problemas desencadeou um processo de construção de novos esquemas ao ponto de gerar filiações.

4 METODOLOGIA

4.1 Objetivos

4.1.1 Objetivo Geral

Elaborar, implementar e avaliar situações-problemas para abordar conceitos de temperatura e sensação térmica no Ensino Fundamental com apoio de uma miniestação meteorológica controlada pela placa *Arduino* e o aplicativo *Java Ardublock*, tendo como referência a TCC de Gérard Vergnaud.

4.1.2 Objetivos Específicos

- a) Investigar os conhecimentos prévios dos alunos sobre os conceitos pertinentes à proposta de trabalho;
- b) Construir, implementar e avaliar cinco situações-problemas capazes de propiciar a diferenciação conceitual entre temperatura e sensação térmica;
- c) Propor situações de iniciação de programação em bloco *Ardublock* para instrumentalizar os alunos a realizar e interpretar medidas experimentais de temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento;
- d) Conceber uma produção educacional, capaz de promover o engajamento cognitivo e motivacional de alunos dos anos finais do Ensino Fundamental, a fim de propiciar melhores condições para uma conceitualização de Temperatura e Sensação Térmica.

4.2 Contexto da pesquisa

Por se tratar de uma escola do campo que, historicamente, traz em seu contexto questões relacionadas aos fatores climáticos, seja pelos grandes volumes de chuva, pelas fortes secas ou pelo rigor do frio ou calor que marcam este cenário em função da geografia local, é preciso saber lidar com estas questões tirando proveito de forma responsável, contextualizada e inovadora. Sendo assim, é preciso

desmistificar a ideia errônea de que os fenômenos físicos estudados na escola não têm ligações práticas com a vida cotidiana dos alunos e com o espaço social cultural, para que os alunos possam, ao longo das aulas, aumentar seu repertório e transformar o senso comum em saber científico.

4.2.1 Escola

A presente intervenção foi desenvolvida na Escola Municipal Rural de Ensino Fundamental Sucessão dos Moraes (Figura 6), situada na localidade do Upacaray, III Subdistrito de Dom Pedrito/RS. A escola teve sua criação oficializada pelo Decreto municipal nº 5 de 16 de fevereiro de 1983, mas em funcionamento desde 1959, e tem como filosofia formar valores fundamentais.

Em 1997 a escola passou a ser nucleada, funcionando de 1ª à 5ª série, mas ainda vinculada à Escola Municipal de Ensino Fundamental Anna Riet Pinto. Desta forma, chegaram à escola mais três professoras, que vieram trabalhar com Ciências, pois, segundo os Pareceres nº 406/2002 do Coordenadoria Estadual de Educação (CEE), foi autorizado o funcionamento de 6ª à 8ª série, cuja validação foi dada pelo parecer e nº 448/2002 do CEE. Em 2001, foi solicitado a CEE, a implantação de uma classe de Pré-Escola, mas, apenas em 2003, foi autorizado o funcionamento da Educação Infantil na Escola Municipal Rural de Ensino Fundamental.

O breve histórico acima é oriundo de uma narrativa realizada com a diretora da escola, pois ela não possui documentos históricos. Esta entrevista se realizou no ano de 2014, no mês de julho, para atender a uma demanda do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), do subprojeto Ciências da Natureza, por intermédio da Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA (*Campus Dom Pedrito*), composto por cinco bolsistas e uma supervisora. A proposta inicial do Programa foi a construção de um Dossiê Socioantropológico para reconhecimento da escola e sua clientela.

Atualmente, o corpo docente é composto por 16 professores, devidamente habilitados, para a Educação Infantil e Ensino Fundamental, quatro funcionários e 80 alunos. A clientela da escola é formada por crianças e adolescentes advindos de grupos de assentados, oriundos de várias localidades do estado e do país vizinho, o Uruguai. É uma escola nucleada que recebe alunos de outras localidades, como Ponche Verde, Encruzilhada e Três Vendas.

Figura 6 – Escola Municipal Rural Sucessão dos Moraes



Fonte: Autora (2017)

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), atualizada em 2017, estabelece, de acordo com seu art. 28, parágrafo I – conteúdos curriculares e metodologias apropriadas às reais necessidades e interesses dos alunos da zona rural; II – organização escolar própria, incluindo adequação do calendário escolar às fases do ciclo agrícola e às condições climáticas.

De acordo com a lei acima mencionada, fica clara a necessidade de uma metodologia pedagógica que atenda as peculiaridades e especificidades do sujeito campo, para dar um real sentido à aprendizagem dos seus alunos.

4.2.2 Sujeitos da pesquisa

A fotografia, Figura 7, traz a turma do 9º ano, do ensino fundamental da escola em questão. A turma é composta por seis alunos, desses, três são meninas e três meninos, com idades entre 13 e 16 anos, juntamente com a professora titular de Ciências, Fabiele Miranda. Todos oriundos de localidades vizinhas: Ponche Verde, Upacaray e Três vendas, cujas distâncias variam de 40 km a 60 km da sede escola, com estradas consideradas de difícil acesso. A relação com a escola do campo existe em função das questões referentes ao trabalho dos pais ou responsáveis, sendo que, dos seis alunos, cinco são filhos de funcionários de estâncias (cozinheiras e capatazes) e um é filho de proprietário rural.

Figura 7 - Turma do 9º ano da escola Sucessão dos Moraes



Fonte: Autora (2019)

Todos, os seis alunos, possuem smartphone com acesso à internet e mencionam que o utilizam tanto para pesquisa (atividades escolares, clima) como para entretenimento (redes sociais e vídeos do *YouTube*). O vínculo escolar é diverso e com histórias bem particulares, sendo que dois alunos frequentam a instituição desde a pré-escola, um aluno deu início aos estudos na pré-escola onde cursou até o terceiro ano, do ensino fundamental, e posteriormente mudou-se para Serra Gaúcha, por motivos de troca de trabalho dos pais, e após um período de três anos, retornou à escola onde irá concluir seus estudos neste ano. Os outros três alunos começaram seus estudos em outras escolas rurais do município e por questões financeiras os pais trocaram de emprego, após o período de colheita. Essas trocas ocorreram no interior do município, levando os alunos a migrarem de localidade.

A próxima seção traz as etapas referentes à metodologia de pesquisa que foram desenvolvidas durante a execução do presente projeto de mestrado. A pesquisa foi do tipo intervenção pedagógica, na acepção de Damiani *et al.* (2013), com abordagem predominante qualitativa, sendo dividida entre o método da intervenção e o método de avaliação da intervenção, que especifica como foi avaliado o processo de intervenção pela análise dos dados coletados por meio de instrumentos que proporcionem a obtenção dos mesmos.

4.3 Métodos de intervenção pedagógica

O processo de intervenção pedagógica foi composto por dois módulos: o primeiro caracterizado como um Estudo Piloto e o segundo, como um Conjunto de Situações-Problemas estruturadas à luz da Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud, sendo o foco central desta intervenção.

4.4 Estudo Piloto: Iniciação à programação em blocos com o software *Ardublock* e a plataforma microcontrolada *Arduino* na forma de um minicurso

Nesta primeira parte da intervenção, foi realizado um EP sobre a iniciação à programação com os alunos do oitavo ano da Escola Municipal Rural de Ensino Fundamental Sucessão dos Moraes, no município de Dom Pedrito-RS. O curso foi ministrado em parceria com o aluno Ricardo Gomes Lopes, do curso de graduação em Física, da Universidade Federal do Pampa – *Campus Bagé*⁴, que consistiu na implementação do seu Trabalho de Conclusão de Curso (LOPES, 2019). Assim, no presente projeto o EP foi descrito muito brevemente.

Do ponto de vista das contribuições para esta pesquisa, podemos considerar que os objetivos específicos do EP foram:

- a) Abordar conceitos de programação em blocos;
- b) Servir de apoio para aplicações de futuras atividades, auxiliando na criação de conhecimentos prévios;
- c) Promover habilidades práticas para a execução da segunda etapa deste projeto.

O minicurso foi desenvolvido em encontros: 1º) Iniciação à programação; 2º) Explorando recursos e 3º) Projetos. A realização deste estudo teve por intenção disseminar o ensino da programação e automação nos anos finais do Ensino Fundamental a fim de promover uma conectividade entre os conteúdos estudados na sala de aula e a tecnologia (LOPES, 2019). O curso foi organizado com aulas presenciais e atividades a distância, sendo que a carga horária semanal da disciplina de Ciências é de três horas aula. Os materiais utilizados durante os encontros foram disponibilizados pelo curso de Licenciatura em Física da Unipampa, pois a escola não possui laboratório de informática.

⁴ Ao longo do curso, foi utilizada uma apostila desenvolvida pelo aluno Ricardo e seus orientadores (profs. Pedro Dorneles e Januário Dias Ribeiro).

O EP foi de suma importância para o delineamento do conjunto de situações-problemas, que formaram a produção educacional do presente mestrado. O interesse dos alunos foi evoluindo a cada situação desenvolvida, diante das tarefas que precisavam ser resolvidas. No decorrer das aulas, os alunos demonstraram interesse e curiosidade sobre como utilizar o *Arduino* e as suas funcionalidades. A programação em blocos *Ardublock* também trouxe aos alunos uma visão diferente sobre como é possível programar sem ser um engenheiro ou um programador. Alguns alunos proferiram a seguinte expressão: “Professor, eu posso criar um programa?”. Falas como esta sinalizaram que o uso de diferentes linguagens dentro do espaço escolar pode ser desafiador, mas desenvolve nos alunos a criticidade e a autonomia, pois eles serão construtores do processo de aprendizagem. As tarefas mediadas pelo professor com a intenção de criar pequenos programas – como acender e desligar um *led*, cronômetro – promoveram momentos que, segundo Vergnaud (2008), são importantíssimos para a conceitualização, foco do presente projeto.

4.5 Conjunto de situações-problemas à Luz da Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud

Para aplicação deste conjunto de situações-problemas, de acordo com referencial teórico adotado, as aulas foram organizadas conforme as necessidades que foram surgindo em cada problema proposto. A aplicação começou no início do mês de junho de 2019. O total de aulas semanais da disciplina de Ciências da escola mencionada na seção anterior (EP) é de três horas, sendo que, destas, duas foram utilizadas para aplicação da intervenção. Cabe salientar que a professora titular do componente de Ciências não é autora do presente projeto e as situações foram aplicadas na turma de nono ano da mesma escola em que foi desenvolvido em 2018 o EP, conseqüentemente com os mesmos alunos.

Conforme já mencionado, o presente trabalho busca, por meio de uma miniestação controlada por *Ardublock*, criar oportunidades para que o aluno possa investigar situações, como, por exemplo: “Por que utilizamos, em vez de temperatura, a expressão sensação térmica?”, “Podemos medir a temperatura utilizando nossos sentidos?”, “Por que utilizamos a expressão ‘como o dia está quente?’”, “Quais instrumentos utilizamos para medir a temperatura?”, “Por que,

quando estamos com frio, pedimos para fechar portas e janelas?”, “Quais são as escalas de termométricas utilizadas?”. Como Vergnaud (1998) deixa claro que uma única situação não promove o entendimento sobre um determinado conceito, propusemos aos alunos a vivência com várias novas situações que são descritas a seguir.

4.5.1 CSPTCC sobre Temperatura e Sensação Térmica

Como relatado ao final da seção de estudos relacionados, são escassos os livros que abordam o conceito de temperatura em um sistema macroscópico, ou seja, cujas medidas sejam visíveis a olho nu, o que proporciona aos alunos uma melhor compreensão. No entanto, trabalhamos com uma abordagem macroscópica devido ao nível de escolaridade dos alunos é à recomendação de Pereira (2010). Assim, optamos por conceber cinco situações-problemas em escala macroscópica para que os alunos possam, durante a execução, compreender os conceitos de temperatura e sensação térmica, foco deste trabalho. Os conceitos relacionados, como calor, quente, frio, umidade relativa do ar e velocidades dos ventos, serão explorados, apenas como apoio para a conceitualização de temperatura e sensação térmica.

Assim, os objetivos de aprendizagem foram estabelecidos com base em um conjunto de situações-problemas que se relacionam com a intencionalidade de introduzir o conceito de temperatura, sendo eles:

- a) Diferenciar os conceitos de temperatura e sensação térmica;
- b) Construir um código no *Ardublock* capaz de fornecer medidas de temperaturas, umidade relativa do ar, velocidade do vento e índice de sensação térmica;
- c) Argumentar sobre soluções que minimizem as sensações térmicas das temperaturas máximas nos dias de verão e sensações de temperaturas mínimas nos dias de inverno.

Salientamos que, levando em conta a idade dos alunos, optamos por não abordar profundamente o conceito de calor, e sim trabalhar com a diferenciação entre os conceitos de temperatura e sensação térmica.

De acordo com a BNCC (BRASIL, 2018), novo documento norteador da Educação Básica, o ensino de Ciências deve estar embasado em uma proposta

capaz de promover uma educação integral, em que o aluno seja capaz de resolver problemas do cotidiano, tornando-se, assim, um sujeito crítico e reflexivo.

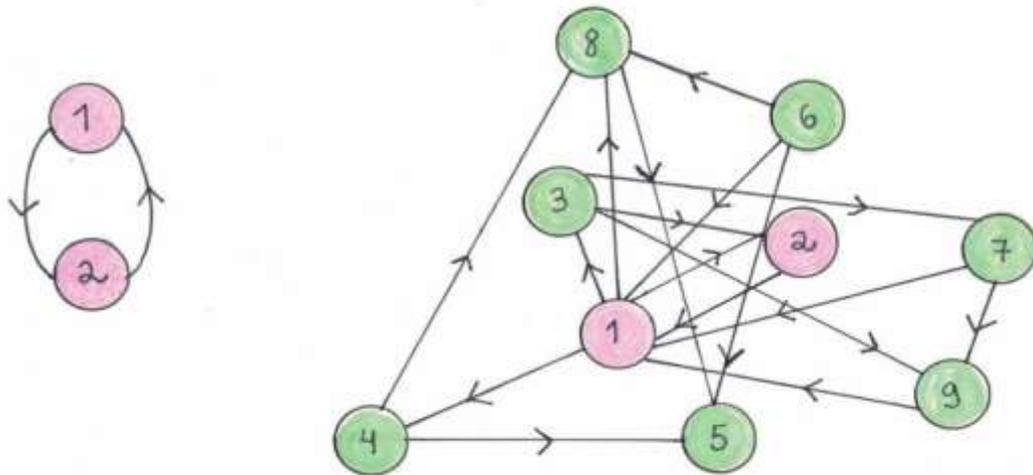
Anteriormente, já foi mencionada a importância de trabalhar questões voltadas à temática clima. O crescimento populacional é exponencial e repercute diretamente nas questões ambientais, sendo que podemos ressaltar, entre outros aspectos, o aquecimento global, que necessita de uma atenção especial por parte de toda a comunidade mundial, conseqüentemente, de nossos alunos também.

4.5.2 Rede Conceitual

De acordo com Vergnaud (1996), a rede conceitual é composta pelos conceitos a serem estudados em concomitância com os conceitos relacionados. Conforme a Teoria dos Campos Conceituais, dominar um conceito requer dominar uma classe de situações às quais os conceitos se referem. Assim, para ocorrer a aprendizagem é preciso mobilizar diversos conceitos para que possamos criar o que Vergnaud denomina “esquema”.

No Gráfico da Figura 8 e no Quadro 7, realizamos uma ilustração da rede conceitual sobre os conceitos a serem estudados. Tal rede conceitual foi construída na proposta de Carvalho Júnior e Aguiar Júnior (2008), que define um aspecto particular de um campo conceitual que nesse caso trata-se dos conceitos estudados de temperatura (1) e sensação térmica (2), estabelecendo as conexões com os conceitos relacionados desse campo conceitual: (3) Frio, (4) quente, (5) Calor. (6) Umidade relativa do ar, (7) Velocidade dos Ventos, (8) Índice de calor e (9) Índice de resfriamento. A elaboração por meio do desenho da rede conceitual proporciona ao professor uma melhor visualização das situações dentro do campo conceitual

Figura 8 - Rede conceitual sobre os conceitos a serem estudados



Fonte: Baseado em Carvalho Júnior; Aguiar Júnior (2008)

Quadro 7 – Conceitos em estudos e conceitos relacionados

Conceitos estudados	Conceitos relacionados
1 – Temperatura	3 – Frio
2 - Sensação Térmica	4 – Quente
	5 – Calor
	6 – Umidade relativa do ar
	7 – Velocidade dos Ventos
	8 – Índice de Calor
	9 – Índice de Resfriamento

Fonte: Autora (2019)

Os conceitos de temperatura e sensação térmica abordados no presente projeto serão organizados dentro de um campo conceitual, composto por cinco situações-problemas estruturadas de forma sistemática e com níveis de complexidades diferentes.

4.5.3 Intencionalidade de cada situação

O campo conceitual, sobre temperatura e sensação térmica, foi abordado a partir de cinco situações-problemas. A situação-problema 1, foi elaborada com a intenção de identificar as concepções prévias dos sujeitos com os conceitos a serem estudados através de uma reportagem intitulada “Dom Pedrito, na campanha

Gaúcha-RS, tem sensação térmica de -4°C nesta segunda”. Além disso, também se teve como objetivo a introdução dos conceitos da Figura 8, a fim de promover uma visão geral sobre as próximas situações.

A situação-problema 2 teve como desafio colocar o sujeito em contato com situações do nosso dia a dia, como “beber água misturada” (Equilíbrio Térmico) e utilizar nossos sentidos (tato) como instrumento capaz de inferir sobre a temperatura dos objetos, por meio da realização do experimento com baldes com água fria, ambiente e quente. Ao término dessas situações, foram aplicadas duas tarefas avaliativas: Aceita uma xícara de café? – e Hora do banho, momento que os alunos teriam que identificar e diferenciar os fatores que influenciam na sensação térmica – (Vento e Umidade), com o intuito de diagnosticar se os alunos apresentavam esquemas prontos – EPR ou esquemas em construção – EEC.

Ao término dessas tarefas, foram desenvolvidas as situações 3 e 4. Na situação-problema 3, o aluno teria que construir um Termoscópio e identificar as relações com o termômetro e logo após realizar algumas medições. Já na situação-problema 4, os alunos foram desafiados a criarem um código de programação utilizando o *Arduino* juntamente com aplicativo *Ardublock*, o sensor de temperatura - Lm35 para realizarem as medições nas escalas *Celsius*, *Fahrenheit* e *Kelvin* – (Escala Termométrica). Assim como os sensores de umidade do ar – Índice de Calor e velocidade dos ventos- Índice de resfriamento.

As situações-problemas foram elaboradas com níveis e graus de complexidades diferentes, a fase do - Fazer - momento em que o aluno mobiliza e aciona seus esquemas - EEC, “conhecimento-em-ação” buscando resolver a tarefa. O desenvolvimento das situações-problemas se deu quando o sujeito foi capaz de definir os conceitos de temperatura e sensação térmica, passando para a “fase Discursiva”, isto é, “O Dizer” (momento em que o aluno é capaz de expressar-se sobre os conceitos em estudo).

Para finalizar o campo conceitual, foi aplicada a situação-problema 5, que consiste em automatizar uma miniestação meteorológica com a intenção de avaliar se os alunos conseguiram diferenciar os conceitos de temperatura e sensação térmica, ou seja, se passaram a utilizar EPR para resolverem situações novas.

4.6 Descrição das situações-problemas

As situações-problemas são estruturadas em três etapas, sendo elas: diálogo, tarefa e sistematização. Na primeira etapa, destinada ao estabelecimento de um diálogo, os alunos são convidados a externalizar suas ideias prévias sobre os conceitos envolvidos. Ao longo da etapa, os registros ocorrerem por meio de gravações e escritas no diário de bordo da professora/pesquisadora, a fim de armazenar dados para situações futuras.

A segunda etapa foi destinada à realização de tarefas propriamente ditas, ou seja, os alunos receberam um guia com atividades a serem desenvolvidas. Essa fase é muito importante, pois se trata da construção do saber, momento de “colocar a mão na massa”. Numa aproximação aos invariantes operatórios, os alunos acionaram seus esquemas, precisaram acomodar e adaptar seus conhecimentos para atender a tarefa solicitada. O instrumento de coleta de dados, nesta fase, foi um questionário a ser respondido pela autora sobre a forma como os alunos desenvolveram a etapa (Quadro 8), sendo necessário o registro das aulas através de filmagens.

A terceira e última etapa consistiu na sistematização dos conceitos abordados nas etapas anteriores para constituir-se na fase predicativa. Assim, foram aplicados questionários, para avaliar se os significados construídos pelos alunos sobre os conceitos trabalhados, na perspectiva da teoria dos campos conceituais de Vergnaud (1996), foram alicerçados a partir da tríade: situação-problema, invariantes operatórios e representações simbólicas. Desta forma, vislumbra-se, por meio de um campo conceitual, criar instrumentos para que os alunos possam vir a compreender os conceitos de temperatura e sensação térmica. Este é o momento da avaliação, onde o aluno pode realizar a externalização dos conceitos aprendidos e demonstrar indícios de uma evolução conceitual em comparação às experiências relatadas na primeira etapa (diálogo). As cinco situações-problemas são sintetizadas no Quadro 08.

Quadro 8 - Organização das situações-problema

(continua)

Etapas	Situação-problema	Aulas/duração
1º Encontro Exposição do tema e	A situação-problema 1, tem por objetivo investigar dos alunos qual a concepção dos mesmos com os	06/06/2019 4h/a de 50min

Quadro 8 - Organização das situações-problemas

(continuação)

investigação sobre os conceitos de temperatura e Sensação Térmica. Fase Dialética	conceitos de Temperatura e Sensação Térmica, através de uma reportagem intitulada: “Dom Pedrito, na campanha Gaúcha-RS, tem sensação térmica de – 4°C nesta segunda.	
2º Encontro Experimentação e investigação. Fase Dialética	A situação-problema 2, os alunos teriam que inicialmente experimentar o que chamamos de “Água Misturada”, e logo em seguida realizar o “experimento do balde”.	10/06/2019 2h/a de 50min
3º Encontro Investigando a Sensação Térmica Fase dialética e discursiva	No terceiro, foram aplicadas atividades avaliativas, no sentido de verificar se os alunos estavam mostrando evolução com relação aos conceitos de temperatura e sensação térmica. Primeira atividade, “Aceita uma xícara de café! Segunda atividade. “Hora do Banho...”	24/06/2019 2h/a de 50min
4º Encontro Quem foi Galileu Galilei? Fase dialética e discursiva.	Na situação-problema 3, os alunos, construíram um Termoscópio caseiro com o objetivo de investigar qual a relação do mesmo com o termômetro e logo em seguida realizaram alguns experimentos com a intenção de identificar as semelhanças entre os dois objetos.	27/06/2019 3h/a de 50min
5º Encontro Criar um código no Arduino através do aplicativo <i>Java Ardublock</i>	Na situação-problema 4, os alunos programam através do aplicativo <i>Java Ardublock</i> o sensor LM35, para realizar as medições de temperatura e relacionar nas escalas <i>Celsius</i> , <i>Fahrenheit</i> e <i>Kelvin</i> .	04/07/2019 3h/a de 50min
6º Encontro	Continuação da situação-problema 4	08/07/2019 1h/a de 50min
7º Encontro	Continuação da situação-problema 4.	11/07/2019 3h/a de 50min

Quadro 8 - Organização das situações-problemas

(conclusão)

<p>8º Encontro</p> <p>Feira de Ciências da escola.</p>	<p>Apresentação da Miniestação estação meteorológica</p>	<p>17/07/2019</p> <p>1h/a de 50min</p>
<p>9º Encontro</p> <p>Explorando a miniestação meteorológica</p>	<p>Situação-problema 5, medir a temperatura, umidade relativa do ar e a velocidades dos ventos com o uso de miniestação estação meteorológica automatizada com aplicativo <i>Java Ardublock</i>.</p>	<p>18/07/2019</p> <p>3h/a de 50min</p>

Fonte: Autora (2019)

4.6.1 Situações-problema 1 e 2

A situação número 1 (Apêndice A) é o ponto de partida, com tempo estimado de duas horas-aula, período em que os alunos são indagados sobre o título da reportagem (Figura 9), que enuncia o conceito de sensação térmica, e não o de temperatura. A situação busca provocar os alunos para que eles percebam a relação entre ambas, pois, durante nosso convívio social, temos por hábito utilizar expressões equivocadas com relação aos significados dos conceitos aceitos pela comunidade científica. Diante dessa análise, os alunos poderão expressar seus conhecimentos prévios a fim de compreender a relação entre eles.

Como forma de registro, utilizou-se como instrumento o aplicativo “Nuvem de Palavras”, (Apêndice B) é um gráfico digital que mostra o grau de frequência das palavras em um texto, que consiste em quanto mais a palavra é utilizada, mais chamativa é a representação dessa palavra no gráfico, as mesmas aparecem em fontes e cores diferentes indicando o que é mais relevante e o que é menos relevante no contexto.

Figura 9 - Ilustração sobre a situação número 1



Fonte: Autora (2019)

Na situação-problema de número dois (Apêndice C), com tempo previsto de três horas-aula, período em que os alunos são levados a um experimento que consiste na utilização de três baldes (Figura 10), sendo que cada balde deverá conter água com temperaturas diferentes: 1º) água gelada; 2º) água ambiente e 3º) água morna. Ao manipularem os três baldes, os alunos descreveram o que experimentaram e, logo em seguida, formularam uma resposta capaz de expressar sua compreensão durante o experimento. No fim da situação, os alunos foram indagados se os nossos sentidos são indicadores confiáveis para medir a temperatura de um objeto. Para investigar qual a compreensão dos alunos sobre sensação térmica, ao término da situação foram propostas duas atividades investigativas, com o intuito promover uma discussão sobre sensação térmica.

Figura 10 – Ilustração sobre a situação número dois



Fonte: Lopes (2015)

4.6.2 Situações-problema 3 e 4

Na situação número 3, (Apêndice D) os alunos tiveram que identificar qual é a melhor forma para medir a temperatura. Para isso, construíram um termoscópio, instrumento criado por Galileu Galilei por volta de 1592, cuja finalidade é avaliar qualitativamente o aumento ou a diminuição de temperatura. O intuito desta situação está em promover ao aluno oportunidades de investigar em diferentes lugares e instantes as temperaturas registradas por uma miniestação meteorológica automatizada por *Ardublock*, que foi montada na escola para que os alunos possam manusear e com ela registrar tudo o que foi observado.

Na situação de número 4 (Apêndice E), a intenção foi de mostrar para os alunos que a grandeza temperatura pode ser medida em diferentes escalas termométricas, como *Celsius*, *Fahrenheit* e *Kelvin*. Para isso, é necessário, anteriormente, identificar a escala utilizada para então realizar as conversões. Diante dessa situação, o aluno deverá explicar o que compreendeu em relação à sensação térmica e temperatura, descrevendo um paralelo entre os conceitos.

4.6.3 Situação-problema 5

A situação-problema de número 5 (Apêndice F) foi elaborada para promover a “Fase Discursiva” tendo como finalidade levar os alunos a investigar as relações existentes entre temperatura e sensação térmica. Para isso, tiveram que construir um código no *Ardublock* automatizado à miniestação meteorológica que revele um

planejamento teórico para ser concretizado no instrumento de medida. A capacidade de realizar um plano e executar tais medidas, poderão propiciar indícios de que os alunos foram capazes de diferenciar temperatura de sensação térmica.

4.7 Métodos de Avaliação da Intervenção

No método da avaliação da intervenção, surgem os instrumentos de pesquisa utilizados para a coleta e discussão de dados da intervenção pedagógica. A avaliação do processo propicia o caráter investigativo da intervenção pedagógica. Conforme Damiani *et al.* (2013, p. 62), a avaliação possui dois elementos principais: “[...] os achados relativos aos efeitos da intervenção sobre os seus participantes e os achados relativos à intervenção propriamente dita”, considerando que:

O primeiro grupo de achados volta-se à análise das mudanças observadas nos sujeitos participantes. Os dados referentes a essas mudanças, coletadas com o auxílio de diferentes instrumentos, são examinados à luz do referencial teórico que embasou a intervenção [...]. Os achados relativos aos efeitos da intervenção devem ser expostos por meio de descrições densas e interpretações detalhadas, incluindo exemplos retirados do corpus de dados empíricos (DAMIANI *et al.*, 2013, p. 63).

Assim, o capítulo de resultados foi estruturado em duas seções: Achados relativos ao efeito da intervenção sobre os seus participantes (seção 5.1) e os Achados relativos ao efeito da intervenção propriamente dita (seção 5.2).

Os achados, desse primeiro grupo, relacionam-se diretamente com as evidências observadas, baseadas nos objetivos de aprendizagem, a análise do conjunto de dados obtidos foi feita pela perspectiva da Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud. Assim, a seção 5.1 tem por intenção avaliar se ao final da aplicação do campo conceitual os participantes apresentaram EPR ou EEC. Tal seção foi constituída de quatro subseções, a saber: 5.1.1 Avaliação dos esquemas EPR ou EEC, averiguados na situação-problema 1 (Apêndice A); 5.1.2 Avaliação do processo de construção- “Conhecimentos-em-ação”, que foram experienciados e vivenciados durante a execução da situação-problema 2 (Apêndice C); 5.1.3 Avaliação das Filiações e Rupturas, diagnosticadas por meio das situações-problema 3 e 4 (Apêndice D e E); 5.1.4 Avaliação dos objetivos de aprendizagem, por meio da situação-problema 5 (Apêndice F).

Em relação aos achados relativos à avaliação da intervenção propriamente dito (seção 5.2), Damiani *et al.* (2013, p. 63) destaca que a análise ocorreu a partir das características da intervenção que geraram efeitos percebidos em seus participantes. Assim, o capítulo de resultados foi finalizado com a análise dos objetivos específicos (4.1.2), de modo a avaliarmos se tais objetivos foram atingidos e esses se correlacionam com os achados relativos aos participantes.

4.7.1 Instrumento de Coleta de Dados

Os instrumentos utilizados para coletar dados da intervenção foram:

- Gravações de áudio - utilizadas em todas as etapas da intervenção (EP e Campo Conceitual). Os encontros foram gravados para que nenhuma informação, por menor que seja, fosse perdida.
- Registros fotográficos - utilizados em todas as etapas da intervenção (EP e Campo Conceitual).
- Roteiro de acompanhamento - conforme estabelece a Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud.

Elaboração de um roteiro (Quadro 9) com base na Teoria dos Campos Conceituais para coletar informações referentes às situações-problemas.

Quadro 9 - Roteiro para coleta dos dados

O sujeito apresenta afinidade com a situação proposta?
Consegue realizar a situação utilizando somente um esquema?
Mobiliza vários conceitos a fim de resolver a situação proposta?
Precisa de um tempo de reflexão e exploração para dar conta da atividade proposta?
As hesitações, as tentativas frustradas levam o sujeito ao eventual sucesso ou fracasso?

Fonte: Autora (2019)

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente capítulo, faremos uma descrição delineada de como aconteceram os encontros da aplicação do Campo Conceitual. Além da apresentação dos resultados obtidos, também uma discussão sobre os elementos percebidos no decorrer das situações-problemas que serão analisadas de forma qualitativa. Serão observados, especialmente, os efeitos da intervenção sobre os participantes, se os mesmos possuem EPR ou EEC, de acordo com a TCC e as facilidades e dificuldades encontradas na intervenção pedagógica realizada.

5.1 Achados relativos ao efeito da intervenção sobre os seus participantes

5.1.1 Avaliação dos esquemas prontos ou esquemas em construção

A situação-problema 1, foi desenvolvida nas aulas do dia 06/06/2019, dois períodos de 50 min (2horas/aula – h/a) e dia 07/06/2019, dois períodos de 50 min (2horas/aula), com o total de cinco alunos, desses dois meninos e três meninas, tendo por finalidade dar início às discussões sobre os conceitos de temperatura e sensação térmica.

De acordo com a estrutura das situações-problemas, conforme mencionado no capítulo anterior, a fase dialética oportunizou discussões a fim de perceber se os alunos apresentaram EPR ou EEC e identificaram as relações existentes entre os sujeitos e os conceitos em estudo.

No primeiro momento, buscou-se dialogar com os alunos de forma que eles pudessem expressar suas ideias e opiniões sobre algumas situações decorrentes do nosso dia a dia, para isso responderam a um questionário contendo treze questões abertas (Apêndice A). A seguir, analisamos questão por questão para identificarmos os esquemas iniciais dos alunos.

No primeiro questionamento, letra a (**Como vocês estão se sentindo com relação à temperatura do dia de hoje?**), dos cinco alunos presentes, os alunos 4 e 5 mencionam que estavam sentindo frio e calor ao mesmo tempo, as respostas indicam uma perceptível confusão entre os conceitos. Os alunos 2 e 3, afirmam estar com frio, ou seja, mobilizam apenas um esquema (EPR) dando assim conta da tarefa, uma vez que, naquele dia, a temperatura ambiente era de 12º C. O aluno 1, disse estar com calor, assim foi possível identificar a necessidade de um processo

de RU, porque o conhecimento anterior é um obstáculo para o novo. As respostas dão indicativos de equívocos conceituais, ou seja, os alunos 1, 4 e 5 usaram os conceitos de calor e temperatura de forma indiscriminada. As respostas apresentadas sinalizam que os alunos possuem uma ideia inicial sobre o conceito de temperatura, porém não possuem clareza para conceitualização, utilizando-se de uma linguagem cotidiana e empírica. Alguns dos alunos, durante o questionamento realizado, ficaram indecisos sobre a resposta dada, em função da resposta do colega, que acabou colocando-os em conflito com a própria resposta, levando-os a refletirem sobre como realmente estavam se sentindo com relação à temperatura naquele momento.

Com o objetivo de verificar se os alunos associam o conceito de frio com o conceito de temperatura ou calor, no segundo item, letra b), foi perguntado: **Está frio ou calor? O que vocês acham?**. Todos cinco alunos mencionam estar com *frio*, mas, atrelado, a um outro fato. O Aluno 1 afirmou:

-Frio, mas meu corpo está quente! justificando a resposta, Professora: é que eu estava no campo esperando o ônibus em um lugar desprotegido, mas estou com corpo quente porque estou usando bastante roupa (gravação-áudio).

Os alunos 2 e 3, falaram que estava frio porque tinha ar e vento gelado, as respostas evidenciam que os alunos acionam seus esquemas mobilizando vários teoremas-em-ação (TEA), tais como: frio, ar, vento gelado. O aluno 5 traz uma explicação um pouco mais científica, sendo ela:

-Está frio, porque eu estou em repouso, e também por causa da temperatura, o ar frio.

Assim, é possível identificar, que na resposta, o mesmo mobiliza vários conceitos em construção e que ele relacionou temperatura com o conceito de frio. Os IOP estão nas expressões “repouso” e “ar frio” e os TEA, na justificativa da resposta (“estou parado, por isso sinto frio”). No entanto, nenhum aluno abordou o conceito de calor como uma energia em trânsito devido a uma diferença de temperatura.

Na pergunta referente a letra **c** (**De que forma vocês sentem a temperatura?**), dos 5 alunos, quatro disseram que sentem a temperatura por meio do corpo, os alunos 1 e 4, expressam em suas respostas que é através da sensação térmica.

Pela sensação térmica do nosso corpo e com a sensação térmica do corpo, respectivamente.

O aluno 2 menciona que sentir a temperatura tem relação com uma situação específica, o fato de estar abafado. As respostas apresentadas deixam claro que os alunos acionam seus esquemas dentro de suas redes conceituais, identificando-se os equívocos conceituais, pois as ANT apresentadas versam sobre as possibilidades de se obter uma resposta que atenda ao objetivo a ser alcançado.

Na letra **d**, é solicitado aos alunos que imaginem a seguinte situação: Um dia de verão com temperaturas altas, o que vai acontecer: **“Se desligarmos o ventilador, vamos sentir (que está mais) quente? Por quê?”** Os alunos 1, 2 e 3, afirmam que vai ficar quente porque não vai ter mais o ar ou vento gelado do ventilador, pois vamos sentir que está quente. Nesse momento, foi possível identificar que os alunos fazem as associações que condicionam o ar e o vento à condição de quente, caso o ventilador seja desligado. Assim, identifica-se que ambos possuem uma rede conceitual mais ampla que os esquemas acionados, pois IOP são mobilizados dentro dos teoremas já internalizados. O aluno 4, responde:

-Se é no verão, sim. Porque vai ficar quente por causa do sol.

A resposta dada não tem elementos coerentes, ou seja, o aluno faz INF com base nas informações dos quais dispõe na hora, a fim de dar conta da situação. O aluno 5, responde dizendo:

-Porque no lugar que estamos, vai ficar mais abafado.

Não expõe de forma clara o que vai acontecer, enquanto conversa com os colegas diz que o bafo é porque não tem vento. A resposta apresentada dá indícios de que as INF são feitas com base nos teoremas dos quais o aluno dispõe.

Na questão referente à letra e (***Se estiver frio, vamos deixar as portas e janelas abertas ou fechadas? Por quê?***) todos os cinco alunos afirmam que *fechadas*, porque se deixarmos as portas e janelas abertas o vento e ar gelado vão entrar em nossas casas. O Aluno 1:

-Fechadas – Porque senão o ar frio vai entrar em nossa casa.

Diante das respostas, os alunos acreditam que o frio está vinculado *ao vento ou ao ar* (rede conceitual), mas não conseguem se expressar de forma clara e usarem expressões durante a conversa, como por exemplo:

-O vento circula, tem geada, é inverno (Aluno 4).

Deixando evidente a falta de cientificidade em suas respostas, o que permite identificar que os alunos ainda precisam de mais experiências que oportunizem agregar mais conhecimentos sobre os temas em discussão. Na letra f (***Vocês saberiam dizer quantos graus está hoje mais ou menos?***) ocorreu uma discussão bastante interessante no sentido de que todos alunos começam a verbalizar com expressões do tipo ***“eu acho que está”*** e estimaram um valor entre 14 °C e 15 °C, apenas o aluno 2 faz a seguinte INF:

-15°. Porque a temperatura está gelada.

No momento das discussões, foi possível identificar que os alunos atribuem valor à temperatura com base no que estão sentindo e ainda trazem algumas vivências e experiências. Um dos alunos (aluno 6) faz a seguinte fala:

-Há alguns dias atrás, o dia estava parecido com o de hoje e que a temperatura estava 15 °C, então hoje também deve estar em torno disso.

Os conteúdos dessas falas deixam claro que os alunos não possuem compreensão sobre os conceitos em estudo, mas a análise feita sobre as respostas evidencia que todos estão em processo de construção com seus esquemas.

Na letra g (**Quem acha que não está muito quente? Por quê?**), foi possível, diante das respostas dos alunos, perceber as inferências feitas e os esquemas que são acionados com a intenção de resolver tal situação. As operações cognitivas a partir das informações que são prestadas pelos colegas são perceptíveis. O aluno 1 menciona que:

-Eu acho que esteja frio, está em uma temperatura agradável.

Tal resposta traz alguns conceitos que se entrelaçam, frio e temperatura agradável. O *aluno 5* faz menção que não está quente, porque faz relação com ar frio do dia em questão. Os alunos 2, 3 e 4, respondem de forma direta:

-Porque está frio.

Na letra h (**Por que nos dias frios colocamos mais roupas?**), os alunos afirmam em suas respostas que usamos mais roupas com a finalidade de mantermos nosso corpo aquecido. O aluno 5 dá uma resposta um pouco mais elaborada:

-Porque nosso corpo já se acostumou com o ar das cobertas. Então, por causa disso, colocamos mais roupas, para ficar na mesma temperatura.

Identificamos na resposta, uma inferência quando o aluno menciona a palavra “acostumou” que é um elemento de um esquema em ação. Ao relatar uma vivência, quando menciona o ar das cobertas criando um link com a temperatura. No entanto, nenhum aluno citou os conceitos de equilíbrio térmico, calor e isolante térmico.

Na letra i (**Por que nos dias frios procuramos nos abrigar em lugares onde não pegamos vento?**), as respostas dadas pelos alunos no primeiro momento são “para não pegar frio”, conforme o diálogo vai acontecendo, percebe-se que os mesmos buscam fundamentar as suas respostas de forma científica, como afirma o aluno 1:

-Porque se o local estiver com vento, vamos ficar com muito mais frio.

Tal afirmação promove a relação estreita entre frio e vento, constituindo no que Vergnaud (1996) chama de esquemas em ação, ou seja, mais de um conceito acionado para atender a situação proposta. Os demais alunos relatam que é para não pegar vento e para não sentir frio. No entanto, não fazem relações diretas entre ambos os conceitos, deixando claro que ainda não possuem clareza conceitual para dar conta do questionamento realizado.

Na letra j, a indagação é: **(Nosso corpo pode medir temperatura? O Que vocês acham? Sim? Não? Por quê?)** Essa questão deixou os alunos inquietos e com opiniões divergentes. O aluno 1 responde:

-Porque nosso corpo vai identificar, se estiver calor, vamos suar, se estiver frio, vamos ficar gelados.

Explicitando que acredita que o corpo pode ser usado para medir a temperatura. As relações estabelecidas pelos alunos evidenciam a rede conceitual e os esquemas mobilizados, a inferência feita, isto é, a conexão entre calor e suar; frio e a sensação de gelado. O aluno 2 argumenta que:

-Sim, porque a gente fica muito gelado, vai sentir o ar gelado.

Ou seja, destaca que existe uma relação com o que ele está sentindo naquele momento. Esse aluno faz inferências, mas os conhecimentos existentes não o possibilitam compreender as relações entre sensação e temperatura. O aluno 3 responde de forma incisiva:

-Não, porque não somos termômetro.

Dialogando com os colegas, afirma que podemos sentir o quanto fria ou quente está a temperatura, mas não medir a temperatura. O aluno 4 fala *que*:

-Mais ou menos – Sim, por causa da nossa corrente sanguínea.

Apresentando dúvida, com relação ao nosso corpo servir para medir a temperatura, complementa ainda de forma enfática o fato de mencionar o “sim”, criando um elo com a corrente sanguínea. O aluno 5 destaca que:

-Sim, pela temperatura do nosso corpo.

Com relação à letra k (**Como podemos medir a temperatura?**), os alunos apresentam dúvidas. O aluno 1:

-Com o termômetro e o nosso corpo, pois considera que tanto o termômetro quanto o corpo podem ser usados como instrumento para quantificar a temperatura.

Tal resposta evidencia a compreensão equivocada sobre os conceitos estudados, o mesmo ainda não consegue desvincular-se dos conceitos pré-estabelecidos pelo cotidiano. Os alunos 3 e 5, de forma direta, dizem que podemos medir por meio de um termômetro e o aluno 4 afirma que podemos medir a temperatura através dos sentidos. No momento do diálogo, faz inferências de que:

-Se nossa pele sente o frio e o calor podemos sim medir a temperatura.

Existe, neste momento, uma construção e desconstrução sobre os conceitos envolvidos. Na letra l, quando questionados sobre: (**Qual o instrumento utilizado para medir a temperatura?**), todos, os cinco alunos, respondem de forma clara e objetiva o “**termômetro**”, diante do exposto e da forma como foi resolvida, Vergnaud (1996) chama de esquemas prontos (EPR), comportamento amplamente automatizado e acionado, por um único conceito que atendeu a situação proposta.

Para finalizar a etapa dos questionamentos, buscou-se identificar o entendimento dos alunos sobre “**O que é um termômetro?**” Os alunos responderam:

-Algo usado para medir a temperatura (Aluno 1).

-Para gente medir o grau (Aluno 2).

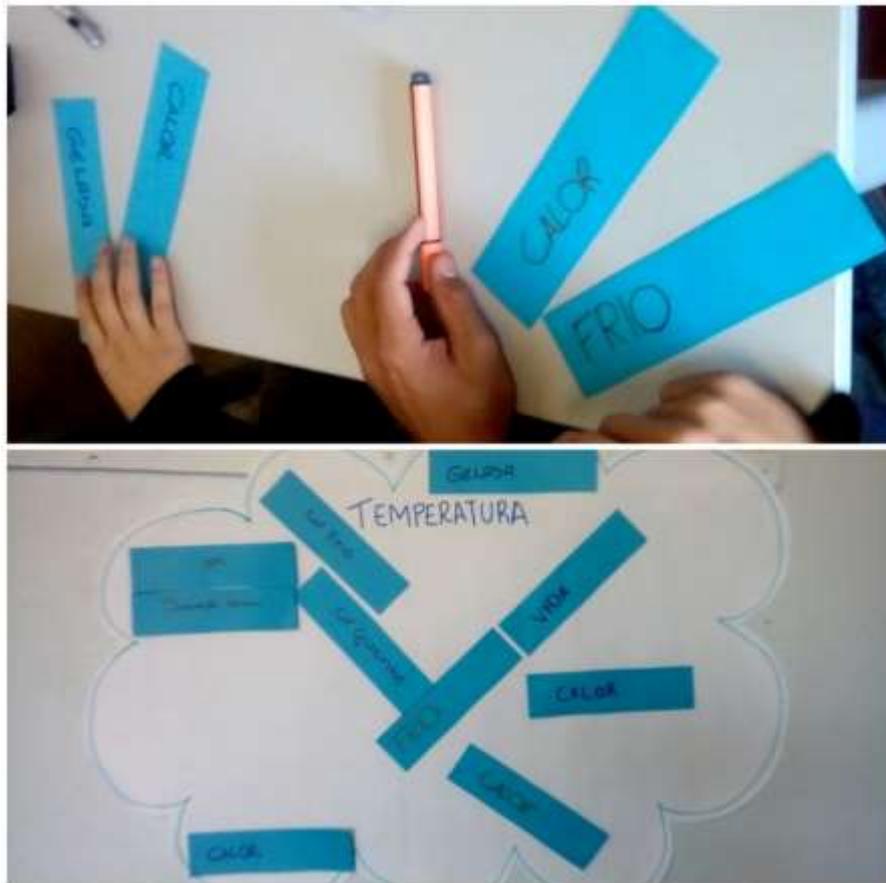
-Um instrumento usado para medir a temperatura (Aluno 3).

-É instrumento utilizado para medir a temperatura em graus célsius (Aluno 4).

O aluno 4 faz *INF* na busca de atender ao questionamento, quando exemplifica que a temperatura é expressa em graus celsius.

Ao término da fase do diálogo, buscou-se registrar os conceitos que foram levantados durante as trocas feitas entre professor/aluno, aluno/aluno e aluno/professor, como instrumento de registro foi utilizado a “Nuvem palavras”, (Apêndice B), conforme Figura 11.

Figura 11 - Construção da Nuvem de palavra



Fonte: Autora (2019)

Logo após a construção da nuvem, os alunos retomaram as discussões, a fim de compreenderem o porquê do surgimento dessas palavras na nuvem sobre Temperatura. Os alunos expuseram ao grupo a motivação das escolhas de suas palavras.

O quadro 10 traz as respostas dos alunos sobre “O que é Temperatura?”

Quadro 10 - Definição de temperatura a partir da nuvem de palavras

Pergunta	O que é temperatura?	
Aluno	Resposta	Explicação
Aluno 1	Ar e Sensação Térmica	<i>“porque a gente sente a temperatura pela sensação térmica”</i>
Aluno 2	Calor e gelado	<i>“Porque a gente sente o calor”</i>
Aluno 3	<i>Frio e Calor</i>	<i>“Frio é por causa do vento e calor é porque para o vento e o sol está mais próximo da terra⁵”</i>
Aluno 4	Calor e vida	<i>“Porque a temperatura no verão é calor, daí fica quente”</i>
Aluno 5	Ar quente e ar frio	<i>Ar frio porque eu estou sentindo hoje entendeu”, porque também seu olhar a temperatura em algum lugar e estivesse 15° C por exemplo eu saberia se está frio ou quente”</i>

Fonte: Autora (2019)

Diante das falas, foi possível identificar os erros conceituais sobre a definição de temperatura, os mesmos fazem ANT e INF quando acionam os seus esquemas, a fim de dar conta da situação, baseados nos teoremas que possuem, no entanto, o equívoco está relacionado à confusão entre os conceitos de temperatura e calor, pois os alunos acreditam ser o mesmo, o que foi possível perceber em vários momentos.

Após o término da primeira etapa, foi o momento de realizar a tarefa, conforme estruturação da situação 1. A tarefa consistia em uma reportagem de um jornal local, conforme (Apêndice A), no qual os alunos teriam que realizar a leitura e atender a alguns questionamentos (Figura 12).

⁵Sobre essa afirmação, apesar de não ser objeto de estudo do presente trabalho, cabe destacar a concepção equivocada das estações do ano estarem relacionadas com a proximidade do sol com a terra e não com a inclinação do eixo da Terra em relação ao Sol.

Figura 12 - Manchete do Jornal Folha da cidade



Fonte: Autora (2019)

Através das respostas apresentadas, observou-se que os alunos, possuem um saber baseado no senso comum, não há saber científico, apenas uma interpretação da figura 12. Dos cinco alunos, todos afirmaram que estava “Frio”, observa-se que os alunos mobilizaram apenas um esquema (EPR), dando conta da tarefa. Apenas o aluno 4 mencionou que estava:

-Muito frio, em função da geada.

Evidenciando assim, que o mesmo atribui a sensação de frio em função da geada. Durante a execução da tarefa e nos momentos de diálogo (gravação), gerados diante da situação proposta, os alunos usam expressões como:

-Professora só de olhar é possível identificar a geada, está tudo branco.

-As professoras estão usando muitas roupas, isso significa que está frio.

-Ah, é neve!; Ah, é gelo!

-Essa foto deve ter sido tirada no mês mais frio do ano.

Nas falas, foi possível identificar que eles realizaram uma leitura e interpretação da figura 12 sem maiores problemas. Quando questionados sobre a reportagem, que diz: “Dom Pedrito, na região da campanha- registra sensação

térmica de - 4°C nesta segunda”, todos afirmam que essa não era a temperatura registrada e sim a sensação em função da geada e do frio. Mediante as falas, percebe-se que os alunos identificam que há diferença entre temperatura e sensação térmica, porém não são capazes de conceitualizar a ponto de associarem a questões semelhantes do dia a dia.

Na segunda parte da tarefa, que contém questões complementares, os alunos apresentaram dificuldades no sentido de não conseguirem expressar (fase discursiva – o dizer), através da escrita, os fenômenos abordados. Na letra a (**Por que o título da reportagem não é “Dom Pedrito registra temperatura de - 4 °C nesta segunda-feira?**), todos escreveram a palavra “sentiram”, mas não a fundamentaram com saber científico, ficando apenas na dimensão do sentir sem justificativa. A discussão levou os alunos a indagações do tipo: “-Professora, menos quatro é muita coisa?”, “-Professora, mas abaixo de zero a água não congela?”. Os alunos 2 e 4, responderam:

-Porque eles sentiram a sensação térmica.

-Sentiram que a sensação estava - 4°.

Estes dois alunos, durante a fase das discussões, falaram aos demais colegas que:

-Na verdade não estava - 4°C, estava mais alto, mas por ser no campo dá a sensação de mais frio, por isso não poderia ser temperatura de - 4°C.

Na letra b, a pergunta era: (“**Existe diferença entre temperatura e sensação térmica?**”). Todos os cinco alunos respondem que “sim”, que existe diferença, os alunos 1, 2, 3 e 5, afirmam que a sensação é algo que sentimos, enquanto a temperatura é algo que medimos. Tais respostas evidenciam que os alunos sabem que há diferença entre ambos os conceitos, porém não sabem ainda discursar sobre. O aluno 4 elabora uma **representação** para explicar a diferença existente entre temperatura e sensação térmica, “**Sensação Térmica = Sentir e Temperatura = se mede**”, no entanto deixa claro que não sabe ao certo conceitualizar e diferenciar tais conceitos. Durante a construção dessa resposta, percebeu-se que o aluno está passando por um processo de assimilação e

acomodação, os seus conhecimentos anteriores não o ajudam a avançar na compreensão.

Os alunos 1, 2, 3 e 4, afirmam que a sensação térmica é diferente de temperatura, porque não podemos confiar muito em nossos sentidos, complementam a resposta dizendo:

-Nossos sentidos podem dizer sim se está frio ou quente, mas não atribuir um valor certo.

As trocas entre os alunos surgem a todo momento e são relatadas situações do dia a dia. O aluno 4 faz a seguinte comparação:

-Professora, minha mãe dorme com cinco cobertas e ainda treme de frio, enquanto eu uso apenas uma coberta fina e não sinto frio” (gravação), isso quer dizer que sentimos diferentes, né, professora?

Essas expressões retratam a falta de saber científico por parte dos alunos, evidenciando que os teoremas existentes são de certa forma inadequados, dificultando a assimilação por parte dos mesmos.

Sobre o questionamento referente a letra **c) (O que acontece com o nosso corpo quando sentimos a sensação de frio?)**, os alunos 1 e 2, mencionam em suas respostas que seus corpos ficam gelados e então começam a tremer. Isso significa que os mesmos fazem algumas associações e relações, e o fato de estar gelado faz com que nosso corpo comece a tremer, mas não conseguem expressar o que de fato ocorre quando sentimos frio, é um saber popular, sem cientificidade.

Na letra **d) (Por que colocamos mais roupas quando estamos com frio?)**, as respostas são todas iguais, ou seja, os alunos afirmam que é para nos aquecermos, mas sem explicar o que acontece neste processo. Ainda questionam o professor, sobre o que realmente acontece com o nosso corpo, qual a função da roupa no frio, levando os alunos a relatarem algumas situações que ocorrem durante o dia. O aluno 4, relata que durante o jogo de futebol, no intervalo do almoço, tinha colegas que começaram a jogar de mão no bolso, encolhidos, mas à medida que corriam no campo, começavam a sentir calor e suavam muito, entra no diálogo o aluno 3 que diz *“-calor não, quente!”* Diante da discussão, um dos alunos diz:

-É a sensação de calor. É possível observar durante a conversa que existe uma forte confusão com relação a Temperatura e Calor.

A sistematização (Etapa 3, das situações-problema) era composta por duas perguntas objetivas para que os alunos, com base no que foi discutido durante as tarefas da situação-problema 1, pudessem escrever sobre os conceitos de temperatura e sensação térmica. O quadro 11 traz as respostas apresentadas pelos alunos, bem como os exemplos citados.

Quadro 11 - Sistematização da situação 1)

Pergunta	Sensação Térmica	
Aluno	Resposta	Exemplificação
Aluno 1	<i>“É o que nosso corpo sente”</i>	<i>É quando suamos estamos sentindo uma sensação de calor”</i>
Aluno 2	<i>“Está presente no nosso dia-a-dia, porque a gente sente”</i>	
Aluno 3	<i>“É o que a gente sente”</i>	<i>“tocar em ferro”</i>
Aluno 4	<i>“É quando somente sentimos”</i>	<i>“Vem um vento frio e aí eu começo a sentir frio”</i>
Aluno 5	<i>“Meu corpo sente a “temperatura”, mas não especificamente ela, só se está frio ou quente”</i>	<i>saí de casa 6h da manhã então meu corpo sentiu que estava frio”,</i>
Pergunta	Temperatura	
Aluno	Resposta	Exemplificação
Aluno 1	<i>“É o que podemos medir com termômetro”</i>	<i>“Quando está caindo geada usamos um termômetro para medir a temperatura”</i>
Aluno 2	<i>“Quando a gente mede nossa temperatura”.</i>	
Aluno 3	<i>É o mesmo que sensação térmica.</i>	
Aluno 4	<i>“É algo que medimos com um instrumento”</i>	<i>“De manhã cedo olho para fora e tem geada olho no termômetro e está 2º graus”</i>
Aluno 5	<i>“É o que está em cada dia o ar está mais frio ou quente, mas com um termômetro para escrever exatamente qual é a temperatura”</i>	

Fonte: Autora (2019)

As respostas apresentadas no Quadro 11 evidenciam os equívocos conceituais, a fase discursiva (O dizer), momento em que o aluno precisa expressar-se sobre o que aprendeu. Foi nesse momento que se identificou as fragilidades com relação à conceitualização. Alguns alunos expressaram que “temperatura é igual a calor e que calor é quente”. As associações feitas e as relações estabelecidas entre Temperatura, Calor e Sensação Térmica são utilizadas como sinônimos.

A situação teve como propósito, identificar se os alunos possuíam esquemas EPR ou EEC. A partir dela, foi possível verificar a compreensão e investigar os

conhecimentos prévios úteis para servirem como base para o novo e os que precisam ser ressignificados. Para isso, buscou-se situações que levassem os alunos à *ruptura*, romper com o conhecimento anterior a fim de avançar de forma significativa na construção do novo saber de forma científica.

5.1.2 Avaliação do processo de construção- “Conhecimentos-em-ação”

A situação-problema 2 (Apêndice C) foi desenvolvida no dia, 10/06/2019, com dois períodos de 50 min. A intenção foi de promover para os alunos tarefas de experimentação e investigação que os levassem a refletir sobre a utilização dos nossos sentidos (tato) como instrumento para medir a temperatura e qual a relação existente com a sensação térmica.

No primeiro momento (fase do diálogo), os alunos apenas tiveram que observar recipientes que estavam dispostos sobre a mesa com os seguintes rótulos: Fria, Ambiente e Quente. Dando início ao diálogo, as perguntas realizadas foram: a) Diante do material exposto sobre a mesa, o que você acha que vamos fazer? Por quê? b) O que significa a legenda de cada balde? c) É possível medir a temperatura de cada balde? d) Qual seria a melhor forma de medir a temperatura? e) Se utilizarmos nossos sentidos (tato) como instrumento para verificar a temperatura da água, o que podemos perceber? f) “Você consegue quantificar através do tato a temperatura de cada balde. O quadro 12 apresenta a respostas dos alunos sobre os questionamentos elencados.

Quadro 12 – Fase do diálogo

(continua)

Aluno	a) Diante do material exposto sobre a mesa o que você acha que vamos fazer? Por quê? Resposta – A
Aluno 1	“ Medir a temperatura, sentir o calor”
Aluno 2	“ Ver a temperatura e ver a sensação”
Aluno 3	“ Encher de água e ver a temperatura”.
Aluno 4	“ Colocar as mãos e medir a temperatura”
Aluno 5	“ Vamos medir a temperatura”.
Aluno 6	“ Medir a temperatura e medir o calor”.
	b) O que significa legenda de cada balde? Resposta:
Aluno 1	“ Ambiente é morna”.; “Quente que foi aquecida”.; “Fria uma água que foi posta no gelo ou geladeira”.
Aluno 2	“Fria: gelada”. “Ambiente - Morna” - Quente porque ela foi fervida”.

Quadro 12 - Fase do diálogo

(conclusão)

Aluno 3	<i>“Fria - água da geladeira; Ambiente - água da torneira; Quente água aquecida”.</i>
Aluno 4	<i>“Água fria é gelada, água ambiente é morna água quente é a água que foi fervida”</i>
Aluno 5	<i>“Fria (gelada) - Ambiente (sai da torneira) - Quente(foi fervida)”</i>
Aluno 6	<i>“ A fria ela é gelada, usa para beber, a ambiente é usada para todo dia, em casa, etc. e a quente é usada para banho”</i>
	<i>c) É possível medir a temperatura de cada balde? Respostas</i>
Aluno 1	<i>“ Sim pelo nossos sentidos”</i>
Aluno 2	<i>“ Sim dá pra medir a temperatura com os sentidos”</i>
Aluno 3	<i>“ Sim, usando os sentidos”</i>
Aluno 4	<i>“ Sim. Usando um termômetro ou ter ser só uma base colocando as mãos”.</i>
Aluno 5	<i>“ Sim com os nossos sentidos, mas não a temperatura exata”.</i>
Aluno 6	<i>“ Sim. Medir com o nosso sentido, tocar no balde de cada um para saber”.</i>
	<i>Resposta – D</i>
Aluno 1	<i>“ Podemos perceber se a temperatura está quente, fria ou ambiente”.</i>
Aluno 2	<i>“ Que ela está quente, fria e ambiente”</i>
Aluno 3	<i>“Que a temperatura é fria ou quente”.</i>
Aluno 4	<i>“Podemos perceber se a temperatura está fria, ambiente ou quente”</i>
Aluno 5	<i>“Que cada uma das águas tem uma temperatura diferente”.</i>
Aluno 6	<i>“ Podemos ver se a água está fria, ambiente ou quente”.</i>
	<i>Resposta – E</i>
Aluno 1	<i>Não</i>
Aluno 2	<i>Não</i>
Aluno 3	<i>Não</i>
Aluno 4	<i>Não. Só dar um “chute”</i>
Aluno 5	<i>“ Não, porque não vai ver a temperatura exata”</i>
Aluno 6	<i>“ Não. Exata não</i>
Aluno 1	<i>“ Para ficar em uma boa temperatura”.</i>
Aluno 2	<i>“ Para ela não ficar nem gelada nem morna”.</i>
Aluno 3	<i>“ Para ficar a gosto da pessoa”.</i>
Aluno 4	<i>“ Para não ficar nem muito gelada e nem muito morna”.</i>
Aluno 5	<i>“ Para ficar agradável (para não ficar tão gelada ou quente”</i>
Aluno 6	<i>“ Para ficar agradável, para não ficar nem tão gelada e nem tão morna”</i>

Fonte: Autora (2020)

As respostas apresentadas pelos alunos evidenciam que ainda existe uma fragilidade com relação aos conceitos estudados e que as situações do nosso dia a dia fazem com que o senso comum se torne um obstáculo para o saber científico. Os equívocos conceituais, como os mencionados no questionamento da letra c, em que os alunos acreditam que o sentido do (tato) pode ser utilizado para medir a temperatura, traz evidências de que os conhecimentos já existentes sobre os conceitos se tornam uma barreira para aquisição do novo conhecimento.

Outro momento de extrema relevância, durante a fase dialética, foi a execução da tarefa referente à letra f. Os alunos tiveram que responder por que tomamos água misturada e após realizar o experimento afim de investigar o que acontece durante este processo de mistura. A figura 13 mostra o momento em que

os alunos estavam realizando o experimento para posteriormente relatarem o que foi possível perceber durante a ingestão da água gelada com água da torneira.

Figura 13 - Momento da experimentação



Fonte: Autora (2019)

Durante a realização da tarefa, percebeu-se que os alunos levantaram hipóteses com o intuito de encontrar uma resposta para o que acontece quando misturamos a água gelada com água da torneira até obter uma água “agradável” com relação ao paladar. Os esquemas acionados trouxeram evidências de que os alunos, ao mesmo tempo que, construíram suas hipóteses, também eram obrigados a desconstruir, porque percebiam que algo acontecia no processo de mistura, mas que não conseguiam explicar, deixando evidente os EEC. Três alunos (alunos 1, 2 e 4) mencionam que não identificaram diferença na temperatura, afirmando que continuava a mesma coisa, complementando suas respostas, expressaram, de forma oral, que as águas estão quase na mesma temperatura, o que torna difícil perceber se realmente houve mudança na temperatura. Os demais alunos afirmam que perceberam diferença na temperatura da água quando realizaram a mistura, afirmando que, mesmo com pouca diferença entre as águas, identificaram que a mistura trouxe uma sensação de água agradável. Dos seis alunos que realizaram a tarefa, nenhum mencionou o processo de equilíbrio térmico após a mistura das águas gelada e da torneira.

A segunda parte da situação teve por finalidade promover um momento de investigação através da experimentação.

Às vezes, utilizamos o tato para avaliar o quanto um objeto está quente ou frio, ou até mesmo verificar o estado febril de uma pessoa. Entretanto, a nossa sensação pode nos surpreender, como pode ser verificado na situação do quadro 13.

Quadro 13 - Experimento dos baldes

<p>Coloque uma das mãos no balde com água quente e a outra numa vasilha com água fria. Se as duas mãos forem colocadas posteriormente numa terceira vasilha com água morna, essa mesma água provocará uma sensação diferente em cada mão.</p>		<p>A água morna parecerá fria para a mão que estava quente, e quente para a mão que estava fria.</p>
---	--	--

Fonte: Autora (2020)

Após a realização, os alunos responderam o seguinte questionamento: (**Se os nossos sentidos "mentem", o que poderia ser usado para se quantificar o "quente" ou o "frio"? Como determinar a temperatura de um objeto?**). O aluno 1, expressa-se da seguinte forma:

-Não temos como determinar apenas sentindo, apenas podemos ter a sensação térmica. Termômetro.

Com base nas suas respostas anteriores, percebe-se que o aluno está começando a perceber que existe diferença entre temperatura e sensação térmica, pois a mobilização dos esquemas acontece de forma mais coerente e sistematizada, porque anteriormente acreditava que através do tato seria possível mensurar a temperatura. O aluno 2 levanta a seguinte hipótese:

-Choque térmico, não ficou nem quente, nem frio.

Diante da resposta apresentada, foi possível verificar que o aluno ainda não conseguiu compreender de forma clara qual é a função do tato, no que diz respeito a medir a temperatura, todavia, a expressão "choque térmico" faz uma inferência implícita sobre a percepção dos sentidos (EEC). Durante o experimento, o aluno expressa que identificou diferença quando tirou a mão da água quente e a colocou na morna, diz ter sentido que a mão ficou gelada e quando tirou da água fria e colocou na morna, a mão ficou quente, é visível perceber que o mesmo identificou a

diferença, mas não foi capaz de elaborar uma resposta de forma coerente sobre o fenômeno, a (fase discursiva) ,de acordo com TCC, é realmente o momento mais difícil, porque o aluno precisa ter seus (EPR), a fim de conceitualizar os conceitos.

O aluno 3, responde de forma direta: “Com termômetro”, percebe-se, assim, que o aluno acredita que, quanto quente ou frio está um objeto, ele só pode ser medido utilizando um termômetro. Durante a realização do experimento, o aluno faz a seguinte fala:

-Barbaridade, isso estava quente e agora gelou de novo!

É perceptível, na expressão do aluno, que ele identificou que ocorreu uma sensação diferente, mas o mesmo não consegue construir uma resposta com coerência. Os IOP são acionados na busca de solucionar o problema, no entanto, com poucas tarefas ainda não foram suficientes para promover uma melhor compreensão por parte do aluno.

O aluno 4, responde da seguinte forma:

-Poderia ser utilizado um termômetro. Tocando nele.

Complementa, mencionado que seria possível perceber quanto frio ou quente está, utilizando o tato. Afirma. que não ficou tão gelada como a água fria e quando tirou a mão da água fria e colocou na água morna, ficou “morninha, quentinha”. As expressões, utilizadas pelo aluno, faz com que seja possível perceber que, no intuito de dar conta da situação são realizadas as INF e as ANT, já existe um avanço conceitual, no entanto, ainda de forma superficial.

O aluno 5, responde ao questionamento dizendo:

-Percebi que, da água fria para a água morna, aquece, e da quente para a morna, gela (temperaturas mudam).

A resposta apresentada evidencia que o aluno conseguiu perceber, através do tato, que existem sensações diferentes e levanta a seguinte hipótese - as temperaturas mudam. O experimento oportunizou a esse aluno um momento de

reflexão, os esquemas acionados ainda são suficientes para que o mesmo possa expressar-se de forma correta com relação aos conceitos.

O aluno 6, responde:

-Quando a fria foi para morna ficou quente e do quente para morna ficou gelada.

O aluno conseguiu perceber, através do tato, as diferentes sensações, mencionando que da água quente para a água morna “esfriou”. A relação feita pelo aluno evidencia que o mesmo percebe as diferenças quando realiza o experimento, mas os seus conhecimentos anteriores, trazem equívocos conceituais o que dificulta o processo de compressão.

Todos os alunos, de modo geral, conseguiram expressar as relações que fazem durante a tarefa criando hipóteses e fazendo INF. É possível perceber que os mesmos já estão conseguindo ampliar e (res)significar suas redes, os IOP são acionados na intenção de dar conta da tarefa.

Na sistematização da situação, os alunos teriam que responder duas questões sobre temperatura e calor de acordo com Quadro (14).

Quadro 14 - Sistematização da Situação 2

Pergunta	A água pode estar fria e quente ao mesmo tempo? Explique:
Aluno	Resposta
Aluno 1	“ Não - porque vai haver uma troca de temperatura”
Aluno 2	“ Não - porque fica uma troca de temperatura”
Aluno 3	“ Não - porque haverá um troca de temperatura”
Aluno 4	“Não- porque ela vai ter uma troca de temperatura e aí ela não vai ficar nem quente e nem fria”
Aluno 5	“ Não - porque vai haver uma troca de temperatura”
Aluno 6	“ Não- porque haverá uma troca de temperatura”
	Como podemos explicar o observado? Como conceituar temperatura? Estamos usando corretamente os conceitos de temperatura e calor?
Aluno 1	“ Temperatura não é o mesmo que calor. Nas misturas ocorrem trocas de temperatura, usamos errado, temperatura é algo certo.”
Aluno 2	“ Temperatura não é o mesmo que calor, Porque houve mistura diferente.
Aluno 3	“Temperatura não é o mesmo que calor, nas misturas ocorrem trocas.”
Aluno 4	“ Temperatura não é o mesmo que calor, nas misturas ocorrem trocas de calor.”
Aluno 5	“ Temperatura é diferente de calor. Nas misturas ocorrem uma troca de calor” (Temperatura - um valor exato)
Aluno 6	“ Temperatura não é mesmo que calor, nas misturas ocorre trocas, não estamos errados.”

Fonte: Autora (2020)

Ao término da situação, foi possível perceber e identificar que os alunos já começam a apresentar evolução conceitual, ou seja, já é possível perceber que os

alunos buscam responder as questões baseados no saber científico e não no senso comum. Existem ainda erros conceituais, o mais difícil, é o momento da conceitualização, em função do saber inicial estar ancorado em uma informação distorcida, sem cientificidade, os esquemas acionados evidenciam que os alunos se utilizam de TEA.

5.1.3 Avaliação das Filiações e Rupturas

As situações-problemas 3 e 4 (Apêndices D e E) foram realizadas nos dias 27/06/2019, com três períodos de 50 minutos, 04/07/2019, com três períodos de 50 minutos, 08/07/2019, com um período de 50 minutos, e 11/07/2019, com três períodos de 50 minutos. As situações foram elaboradas com a intenção de avaliar se as situações-problemas 1 e 2 estavam oportunizando aos alunos uma melhor compreensão dos conceitos em estudo.

O ponto de partida da situação 3 (fase do diálogo) foi baseada na parte da história, inicialmente foram realizadas três perguntas: Você sabe quem foi Galileu Galilei?; Você já ouviu falar em termoscópio?; Sabe para que serve um termoscópio?, durante o diálogo todos os alunos responderam não saber quem foi Galileu Galilei e tão pouco tinham ouvido falar em termoscópio.

Foi possível identificar que os alunos não possuíam elementos significativos, de modo que pudessem dar conta das questões levantadas. Mesmo não possuindo o conhecimento, algumas hipóteses começam a ser levantadas, ou seja, ANT e INF são identificadas como na fala do aluno 4:

-Vamos pensar – se estamos estudando sobre temperatura, termômetro e sensação térmica deve ter sido ele quem inventou o termômetro.

Percebe-se que os esquemas são acionados e os IOP buscam organizar as ideias sobre o que está estudado. Os TEA começam a dar espaço para os CEA e as situações vivenciadas já servem como base para o novo, oportunizando uma evolução conceitual.

Ainda dentro da fase do diálogo, os alunos tiveram que construir um termoscópio caseiro, utilizando um frasco de vidro, tubo de caneta, álcool 96% e

corante, Figura 14, que propiciou aos alunos momentos de reflexão e discussões, sobre a sua utilização e qual a relação com termômetro.

Figura 14 - Construção do Termoscópio



Fonte: Autora (2019)

As imagens mostram que no processo de construção do termoscópio, foi possível identificar o envolvimento dos alunos. Ao término, os mesmos teriam de realizar algumas tarefas, com a utilização do instrumento, como mencionados no quadro 15:

Quadro 15 - Utilizando o termoscópio caseiro

a) Envolve o termoscópio com mãos, espere cinco minutos, o que você identificou neste espaço de tempo?
b) Você saberia explicar porque precisamos esperar cinco minutos para identificarmos o que acontece com a coluna de líquido do termoscópio?
c) A temperatura em contato com as suas mãos aumentou ou diminuiu? Por quê?
d) O que causa a variação da coluna de líquido?
e) Como podemos provocar a variação da coluna de líquido?
f) Encontre uma forma de fazer a coluna de líquido do termoscópio subir?
g) Encontre uma forma de fazer a coluna de líquido do termoscópio baixar?

Fonte: Autora (2020)

As tarefas propostas, promoveram momentos de construção do conhecimento por parte dos alunos, ao realizar os experimentos e observar o que estava acontecendo. Conforme observação feita pelo professor (gravações, fotos, quadro de coleta), percebeu-se que os alunos estavam acionando seus esquemas de forma mais coerente e ordenada, buscando compreender como funciona o termoscópio. As explanações evidenciam que os sujeitos buscam solucionar os problemas que emergem durante a realização do experimento.

O ponto mais relevante da tarefa foi quando os alunos construíram o termoscópio, Figura 14, e verificaram que o mesmo não funcionou como o esperado. A partir daí, os alunos começam a levantar hipóteses, a fim de resolver os possíveis fatores que ocasionaram o seu mau funcionamento. Em uma das situações, os alunos teriam que envolver o termoscópio com as mãos e observar o que aconteceria com a coluna de líquido, o que para a surpresa dos alunos continuou na mesma altura. Nesse momento, os alunos relatam à professora:

-Não subiu porque o vidro do frasco é muito grosso e demora a receber o calor das nossas mãos; ao envolver o vidro com as mãos ocorre o processo de transferência de calor o que proporcionaria o equilíbrio térmico.

Outro aluno faz a seguinte INF:

-Pode ser também porque a temperatura do ambiente está baixa fria o que faz com que demore para subir.

Neste momento, o aluno apresenta uma FI, a relação entre temperatura baixa com o conceito macroscópico de temperatura - “frio”, foi o que dificultou o líquido de subir pela coluna de líquido. O aluno 3 diz que “pode não ter variado a coluna de líquido, porque o recipiente não está bem vedado”, e conclui dizendo “pode estar escapando ar pela tampa”. O aluno 6 propõe a seguinte tarefa:

-Professora, e se colocarmos o termoscópio no freezer, será que vamos perceber alguma diferença?

A proposta apresentada evidencia que o aluno faz ANT, na busca de solucionar a tarefa. Frente à indagação proposta, os alunos resolveram realizar o experimento. O termoscópio foi colocado dentro do freezer pelo período de 1 hora, após transcorrer o tempo, perceberam que a coluna de líquido sofreu uma pequena alteração. Em função do resfriamento, identificaram que o líquido acabou descendo alguns milímetros no interior da coluna e atribuíram, ao fato, de que no freezer a temperatura registrada era de -4°C .

As falas deixam claro que os alunos buscam solucionar a situação, e que o fato de não ter funcionado não foi uma barreira, ou seja, a falha no funcionamento fez com os alunos fossem a procura de soluções até obter o EPR. A Figura 15, mostra momentos experienciados pelos alunos durante a realização da investigação.

Figura 15 - Construção e utilização do termoscópio



Fonte: Autora (2019)

Após a realização da segunda etapa da situação-problema, na sistematização, os alunos teriam que responder a dois questionamentos, sendo eles:

- a) Você saberia dizer qual a diferença entre termoscópio e termômetro?
- b) O que são escalas termométricas?

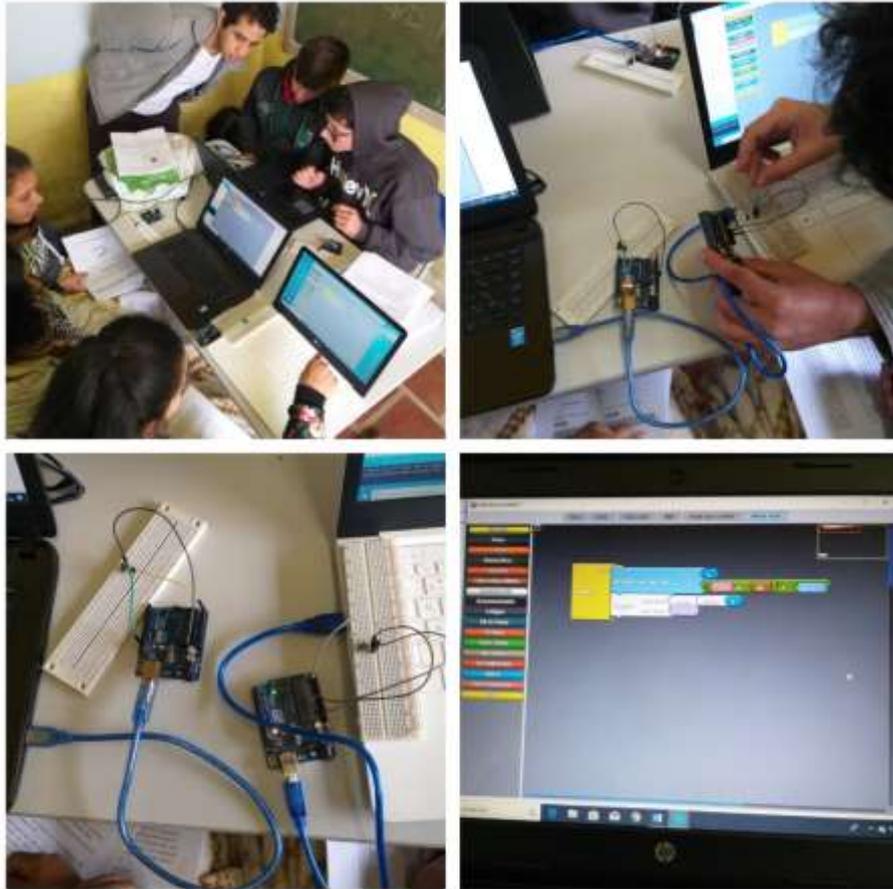
Na letra a), todos os alunos respondem de forma clara e objetiva dizendo que a diferença está no termômetro, pois possui uma escala numerada, chamada escala Célsius (EPR). Enquanto, no termoscópio é possível verificar se o ambiente está quente ou frio. Na letra b), todos expressam que escalas termométricas são os números que aparecem no termômetro, identificando-se uma fragilidade na resposta apresentada, pois mesmo após a execução das tarefas os alunos estão em processo de construção do novo conhecimento, ou seja, acionamento dos IOP e buscando de alguma forma dar conta da tarefa.

A situação-problema 4 oportunizou aos alunos, através das tarefas propostas, que os mesmos pudessem acompanhar a evolução dos termômetros, chegando ao uso dos sensores, e posteriormente identificar as diferentes escalas termométricas (*Celsius, Kelvin e Fahrenheit*). Para isso, o recurso didático utilizado foi o uso da programação em blocos *Ardublock* juntamente com a placa *Arduino*.

A fase dialética oportunizou por meio de um questionário (Apêndice E) identificar conhecimentos prévios dos alunos, conforme mencionado anteriormente. Os alunos no ano de 2018, participaram do EP, em que trataram de questões sobre lógica e programação no *Arduino*. Foi possível perceber que os mesmos já possuíam uma certa familiaridade com o assunto em questão o que possibilitou um maior engajamento na hora de realizar as tarefas.

A tarefa desenvolvida consistiu em criar um código no *Ardublock*, sensor de temperatura (LM35). As imagens (Figura 16) mostram o processo de execução da atividade, momento em que os alunos acionam os esquemas mobilizando os IOP. Nessa fase os alunos deram indícios de que os conhecimentos estudados no ano anterior serviram como base para apropriação do novo saber, o que Vergnaud (1996) descreve como FI. Foi possível perceber o envolvimento dos alunos durante a execução da situação-problema.

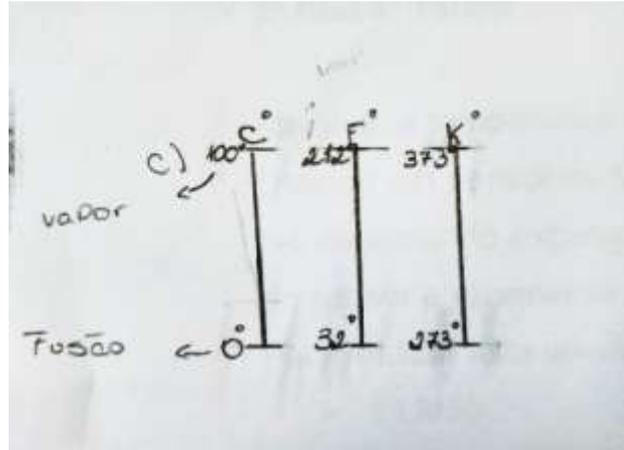
Figura 16 - Construção dos códigos no aplicativo *Ardublock* utilizando o plataforma *Arduino*



Fonte: Autora (2019)

Após a execução da tarefa, os alunos foram desafiados a responder questões referentes às escalas termométricas (*Celsius, Fahrenheit, Kelvin*), Figura 17, sendo que entre as atividades propostas, os alunos teriam que representar as escalas na forma de desenho.

Figura 17 - Escalas termométricas

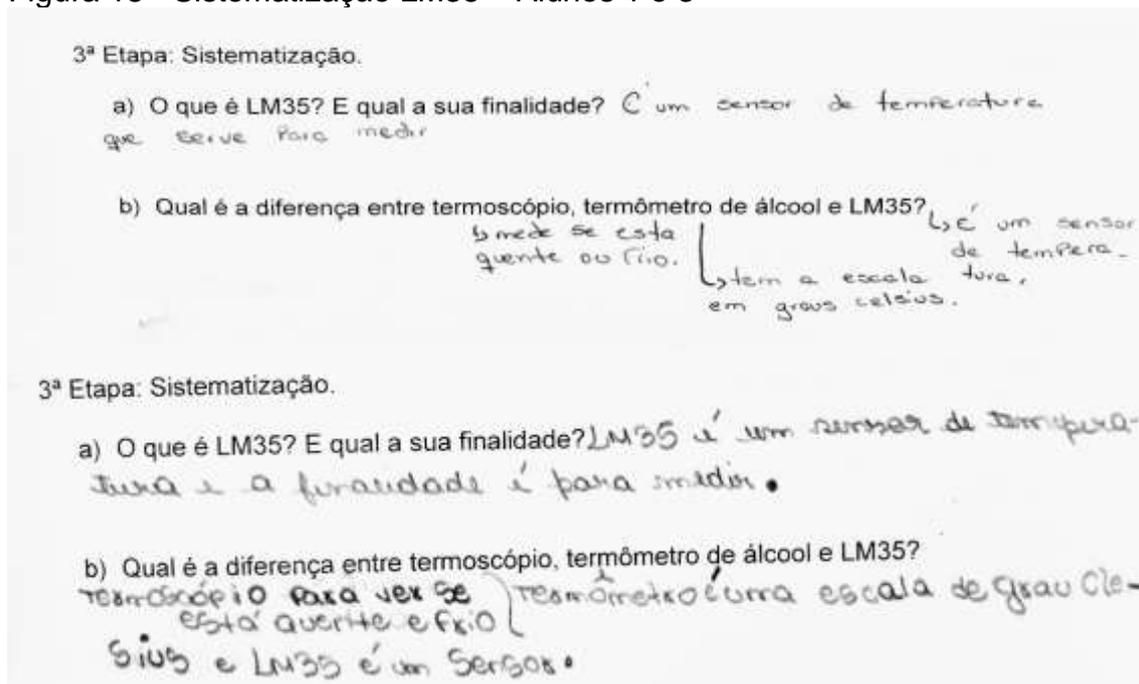


Fonte: Autora (2020)

Durante a realização da atividade, os alunos relatam não ter conhecimento sobre as escalas termométricas (*Fahrenheit, Kelvin*), o que fez com que os mesmos apresentassem dificuldade na hora de expressar suas ideias (fase discursiva). Os esquemas acionados não foram suficientes para dar conta da situação, havendo necessidade de romper com os conhecimentos anteriores para só então poder evoluir conceitualmente.

A sistematização, Figura 18, teve como propósito instigar os alunos a responder a dois questionamentos: a) O que é LM35? E qual a sua finalidade?; b) Qual a diferença entre termoscópio, termômetro de álcool e LM35?

Figura 18 - Sistematização LM35 – Alunos 1 e 3



Fonte: Autora (2020)

As imagens sinalizam que os alunos apresentaram uma evolução conceitual, mesmo que ainda não consigam escrever de forma mais consistente suas ideias. É perceptível que a cada situação os alunos foram ampliando seus repertórios conceituais sobre o que é temperatura e qual a relação com os instrumentos utilizados, sendo eles para medir ou identificar o quanto frio o quente está terminado ambiente ou objeto. O foco central deste trabalho foi propiciar aos alunos situações que os levassem a compreender a diferença entre a conceitos de temperatura e sensação térmica, bem como os fatores que influenciam a diferença conceitual entre ambos. Ao mesmo tempo que se percebeu o avanço dos alunos, em algumas das execuções das tarefas, identificou-se a dificuldade dos alunos em desvincular os conceitos de quente com calor. Com relação ao uso do aplicativo *Ardublock*, verificou-se que os alunos realizaram um processo de FI, pois os mesmos se utilizaram os conceitos estudados no EP e não apresentaram dificuldades na hora de criar o código para medir temperatura (LM35).

5.1.4 Avaliação dos objetivos de aprendizagem

A situação-problema 5 foi aplicada nos dias 17/07/2019, com um período de 50 min (1h/a), e 18/07/2019, com três períodos de 50min (3h/a). Cabe salientar que, nos dias de aplicação, dos seis alunos apenas quatro estavam presentes.

No dia dezessete, os alunos participaram da Feira de Ciências interna da escola, de acordo com a Figura 19, com o trabalho intitulado: “A evolução do termómetro: Termoscópio, Termômetro e Sensor Lm35”. Antes da apresentação dos trabalhos, os alunos tiveram um tempo de montagem, foi possível perceber o envolvimento durante a execução, todos os quatro alunos se mostraram capazes de criar o código do LM35, bem como as explicações sobre a diferença entre o termoscópio e o termômetro, o que fez com que os alunos fossem premiados com o primeiro lugar.

Figura 19 - Programando o sensor de Temperatura LM35



Fonte: Autora (2019)

O próximo dia de intervenção aconteceu no dia 18/07/2019.

A intencionalidade da situação, quadro 16, foi de verificar se os alunos seriam capazes de diferenciar temperatura de sensação térmica, para isso foi utilizada uma miniestação meteorológica automatizada a partir do aplicativo *Ardublock*. A situação-problema 5 teve como ponto de partida (fase do diálogo) o seguinte questionário:

Quadro 16 – Etapa inicial das discussões sobre Índice de resfriamento e calor
(continua)

Pergunta	a) Você sabe o que é índice de resfriamento?
Aluno	Resposta:
Aluno 1	Não
Aluno 2	Não
Aluno 3	[ausente]
Aluno 4	[ausente]
Aluno 5	Não
Aluno 6	Não
	b) Quais os fatores que influenciam na sensação térmica?
Aluno 1	Vento e umidade
Aluno 2	Vento e umidade
Aluno 3	[ausente]
Aluno 4	[ausente]
Aluno 5	Vento e umidade
Aluno 6	Vento e umidade
	c) Na sua opinião o vento pode interferir na sensação térmica?
Aluno 1	Sim
Aluno 2	Sim
Aluno 3	[ausente]

Quadro 16 – Etapa inicial das discussões sobre Índice de resfriamento e calor
(continuação)

Aluno 4	[ausente]
Aluno 5	Sim
Aluno 6	Sim
	d) Você acredita ser possível calcular a velocidade dos ventos?
Aluno 1	Sim
Aluno 2	Sim
Aluno 3	[ausente]
Aluno 4	[ausente]
Aluno 5	Sim
Aluno 6	Sim
	e) Você já ouviu falar no anemômetro? E para que serve?
Aluno 1	Não
Aluno 2	Não
Aluno 3	[ausente]
Aluno 4	[ausente]
Aluno 5	Não
Aluno 6	Não
	f) Você sabe o que é índice de calor?
Aluno 1	Não
Aluno 2	Não
Aluno 3	[ausente]
Aluno 4	[ausente]
Aluno 5	Não
Aluno 6	Não
	g) A umidade relativa do ar pode interferir na sensação térmica?
Aluno 1	Sim
Aluno 2	Sim
Aluno 3	[ausente]
Aluno 4	[ausente]
Aluno 5	Sim
Aluno 6	Sim
	h) Na sua opinião a temperatura e a umidade relativa do ar podem ser utilizados para o cálculo do índice de calor?
Aluno 1	Sim
Aluno 2	Sim
Aluno 3	[ausente]
Aluno 4	
Aluno 5	Sim
Aluno 6	Sim
	i) Qual a relação entre índice de calor e sensação térmica?

Quadro 16 – Etapa inicial das discussões sobre Índice de resfriamento e calor
(conclusão)

Aluno 1	Sim
Aluno 2	Sim, vai ficar muito quente.
Aluno 3	[ausente]
Aluno 4	[ausente]
Aluno 5	Sim
Aluno 6	Sim
	j) Qual a relação entre índice de resfriamento e sensação térmica?
Aluno 1	Sim, o vento proporciona sensação de mais frio
Aluno 2	Sensação de frio
Aluno 3	[ausente]
Aluno 4	[ausente]
Aluno 5	Sim
Aluno 6	O vento traz uma sensação de frio.
	k) Tanto o índice de calor quanto o índice de resfriamento podem influenciar na nossa sensação de temperatura, como você poderia descrever este fenômeno?
Aluno 1	Quando está para chover.
Aluno 2	Quando os dias ficam muito abafado.
Aluno 3	[ausente]
Aluno 4	[ausente]
Aluno 5	Em um dia que está para chuva.
Aluno 6	Um dia de chuva, abafado, um dia de vento forte.

Fonte: Autora (2020)

A fase do diálogo trouxe aos alunos momentos de discussões e reflexões sobre os conceitos que já haviam sido estudados fazendo com que refletissem sobre suas respostas.

Na primeira pergunta (letra a), todos os alunos respondem não saber o que é índice de calor, verificando-se assim que não existem elementos significativos, ou seja, os IOP acionados não são suficientes para que venham a formular uma resposta (fase discursiva). Na letra b, todos os quatro alunos, responderam que o vento e umidade influenciam na sensação térmica, mostrando que os esquemas acionados neste momento trazem elementos significativos da situação-problema 2, momento em que os alunos avaliaram se nossos sentidos são capazes de medir a temperatura. Neste instante identifica-se o processo de (FI), em que os alunos se utilizam de saberes anteriores para compreensão do novo saber. Nas letras c) e d), os alunos acionam apenas um único esquema dando conta da situação, eles afirmam que o vento interfere na sensação térmica como também é possível medir a velocidade dos ventos. Os alunos contextualizam e expressam de forma oral situações do cotidiano como quando: escutam no rádio que a velocidade do vento é de 10km/h e umidade relativa do ar está em 60%, sendo perceptível que os alunos buscam similaridades entre os conceitos e o meio que os cerca. Ao mesmo tempo

que os alunos mencionam que é possível calcular a velocidades dos ventos, eles desconhecem que o anemômetro é o instrumento utilizado para medir.

Nas letras, f), g) e h) o conceito investigado é sobre a umidade relativa do ar, sendo que todos quatro alunos mencionam não saber o que é índice de calor. No entanto, respondem que a umidade do ar influencia na sensação térmica, que existe uma fragilidade conceitual, ou seja, os alunos não conseguem relacionar umidade do ar com índice de calor.

Na letra i), três, dos quatro alunos presentes afirmaram haver relação entre índice de calor e sensação, porém as respostas apresentadas não possuem cientificidade, apenas hipóteses elaboradas com base no senso comum. O Aluno 2 buscou incorporar à sua resposta elementos que possam atender ao questionamento, fazendo (INF) e (ANT) na intenção de dar conta. Nesse momento percebe-se a evolução conceitual, mesmo que a proposição apresentada ainda não expresse de forma clara a intenção de sua resposta.

Na letra j), todos os alunos respondem de forma mais clara, buscando elementos significativos do dia-a-dia, e mencionam que o vento tem relação com índice de resfriamento e a sensação térmica.

Na letra k), os alunos respondem ao questionamento por meio de um exemplo. O aluno 1, diz que “quando está para chover” link entre o índice de calor e a sensação térmica. O Aluno 2 diz que a relação existente entre índice de calor e resfriamento pode ser observada quando os dias estão mais abafados, para o aluno 5, quando o tempo está para chuva, já o aluno 6 refere-se a um dia de chuva ou dia de vento forte.

As respostas apresentadas pelos alunos sinalizam que todos estão em processo de construção dos conceitos referentes a índice de calor e índice de resfriamento, mesmo que ainda apresentem dificuldades na hora de expressar-se o que é totalmente aceitável de acordo com a teoria dos campos conceituais, que parte da premissa que a fase “do Dizer” é mais complexa, enquanto que a fase “do Fazer” é mais fácil. A justificativa está no fato de atuarmos sobre os fenômenos de forma investigativa, ou seja, identifica-se o problema, coleta-se os dados, realiza-se as análises para posteriormente fazer representações simbólicas.

Na segunda parte da situação, os alunos realizaram análises das condições climáticas, Figura 20, do município de Dom Pedrito no site da Climatempo.

Figura 20 - Previsão do tempo para Dom Pedrito – RS

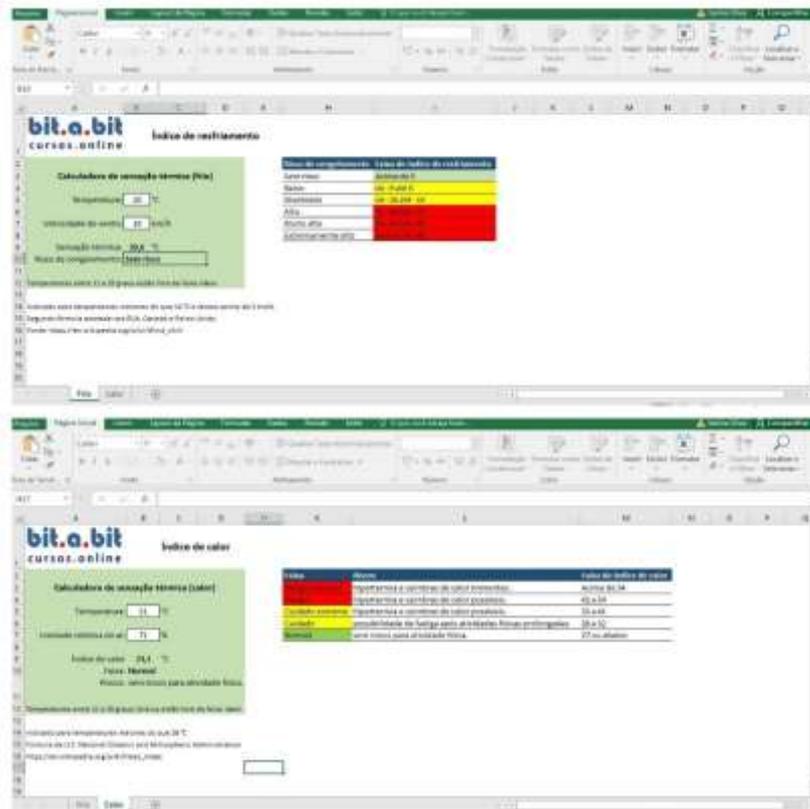


Fonte: Climatempo (2019)

Os alunos tiveram que responder com base no gráfico acima questões como: Qual foi a temperatura máxima e mínima registrada? Qual a umidade relativa do ar para o dia 11/07/2019? Qual a velocidade do vento para dia 11/07/2019? Todos quatro alunos não apresentaram dificuldades na hora de responder, mencionam ser mais fácil interpretar as informações descritas em um gráfico que por ser visual, torna o processo de leitura e interpretação mais compreensíveis.

Na segunda parte da tarefa, os alunos tiveram que calcular o índice de resfriamento e o índice de calor, sendo que para isso foi utilizado como material de apoio para os cálculos a planilha do *excel*, Figura 21, desenvolvida por *bit. a, bit-cursos online*.

Figura 21 - Calculadora de Sensação Térmica



Fonte: Bit a bit (2020)

Inicialmente os alunos apresentaram algumas dificuldades com relação ao uso da planilha do *excel*, eles afirmaram nunca ter usado antes. Foi necessário, no primeiro momento, que os mesmos explorassem o recurso a fim de conseguirem responder as atividades propostas. Ao término do tempo estipulado, os alunos já começam a realizar os cálculos, o que acabou gerando uma enorme discussão. No dia da intervenção, a temperatura estava entre 18°C e 20°C, o gráfico utilizado para interpretação estava marcando temperaturas entre 15° C e 20°C o que não tornou possível o cálculo do índice de calor, porque conforme teoria conceitual para que possa ser possível calcular, a temperatura precisa ser superior a 21°C. A Figura 22 mostra, momentos de troca e discussão.

Figura 22 - Calculando a Sensação Térmica



Fonte: Autora (2019)

A discussão levantada, trouxe indícios de que os alunos estavam se apropriando do conceito de índice de calor e a sua relação com a sensação térmica, sendo que os quatro alunos já conseguem argumentar de forma mais científica.

Com relação ao cálculo do índice de resfriamento, os alunos já percebem de logo no início da atividade que o vento e a temperatura são essenciais para poder calcular. No entanto, todos quatro alunos expressam não saber qual é o valor da temperatura e a velocidade do vento ideal para que seja possível calcular.

Surge então algumas discussões e hipóteses, o aluno 2 diz que de acordo com a planilha para que se possa calcular o índice de resfriamento as temperaturas precisam ser inferiores a 10°C e ventos acima de 5km/h . Essas discussões evidenciam que os alunos não possuem (EPR), mas que as situações propostas promovem espaços ricos na construção do saber permitindo que os mesmos a reflitam sobre os conceitos que estão em sendo explorados.

A parte II da tarefa, não foi desenvolvida conforme (Apêndice F), em função do término das intervenções, e a parte referente a sistematização também precisou ser adaptada.

A sistematização teve como foco central desafiar os alunos a criar no *Ardublock* um código para medir temperatura, velocidade dos ventos e umidade do ar, por meio de uma miniestação meteorológica, a fim de que os alunos percebessem os fatores que interferem na sensação térmica e qual a diferença entre temperatura e sensação térmica (Figura 23).

Figura 23 - Miniestação Meteorológica

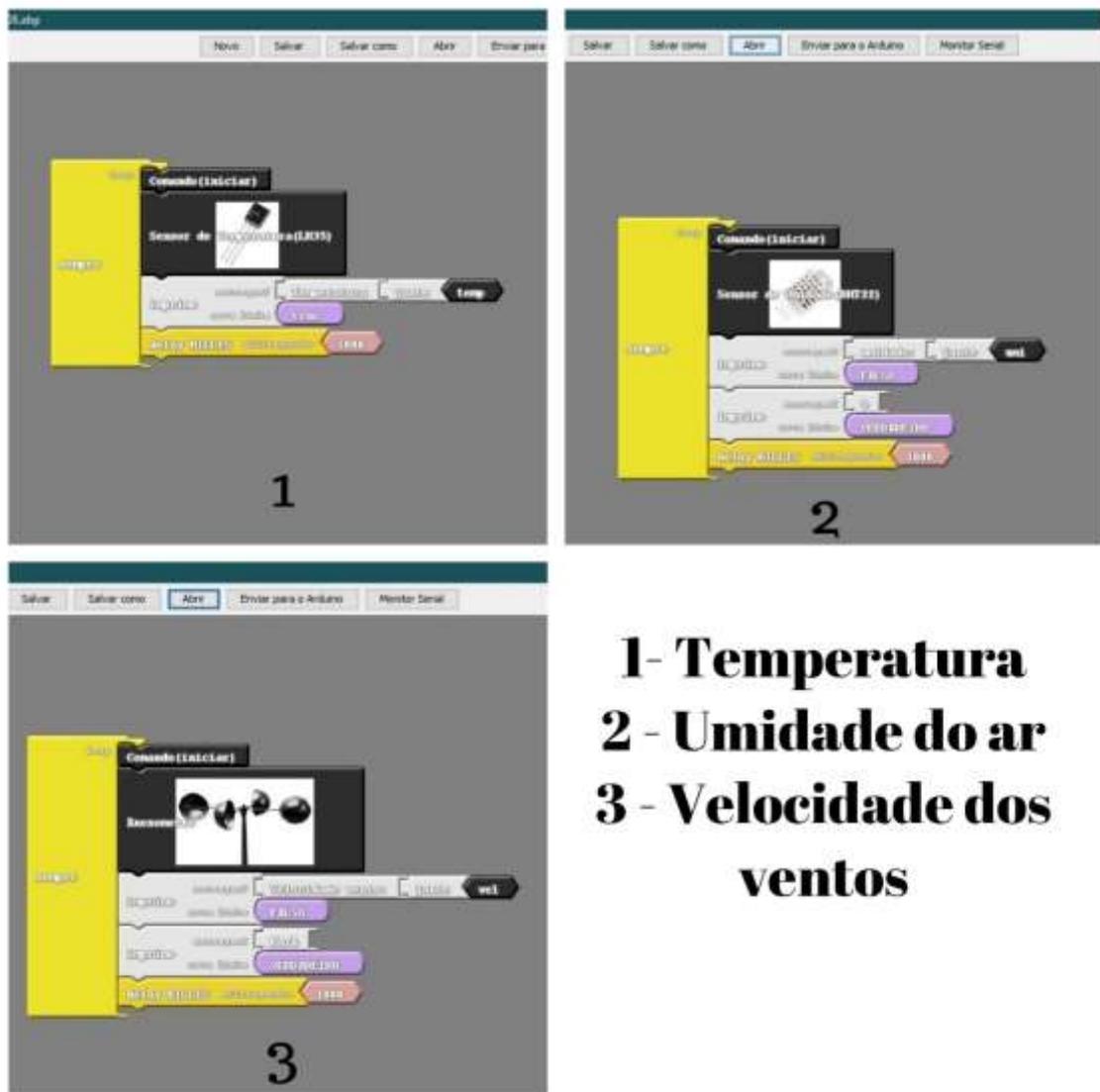


Fonte: Autora (2019)

Inicialmente os alunos criaram os códigos no *Ardublock*⁶, para temperatura, umidade do ar e velocidade dos ventos, e posteriormente realizaram as medidas em diferentes situações e contextos. A Figura 24 ilustra parte dos códigos criados pelos alunos a partir das orientações realizadas pelo trabalho de Lopes (2019), conforme já mencionado.

⁶ No trabalho de Lopes (2019) foram realizadas alterações no *Ardublock* para a inserção de blocos sobre a estação meteorológica.

Figura 24 - Códigos do *Ardublock* desenvolvidos por Lopes (2019)



Fonte: Autora (2020)

Foi possível identificar, que durante a criação dos códigos, os alunos não apresentaram maiores dificuldades, sobre a utilização do aplicativo *Ardublock*, sendo evidente a superação a cada instante da construção.

Para desenvolver os códigos, os alunos presentes trouxeram elementos vividos na situação-problema 2 que teve como foco central identificar e perceber a temperatura em uma visão macroscópica de quente ou frio e os elementos que interferem na sensação térmica. Isso levou os alunos a criarem hipóteses sobre como o vento e a umidade tem interferência na sensação ao mesmo tempo que perceberam que é possível fazer uma estimativa da sensação térmica.

Com a criação dos códigos, os alunos levantam a seguinte questão: O índice de resfriamento e o índice de calor são mesmo que sensação térmica? Diante do

questionamento, verificou-se a necessidade de oportunizar aos alunos espaços de construção e discussão, para que os mesmos pudessem elaborar suas respostas sobre o problema levantado.

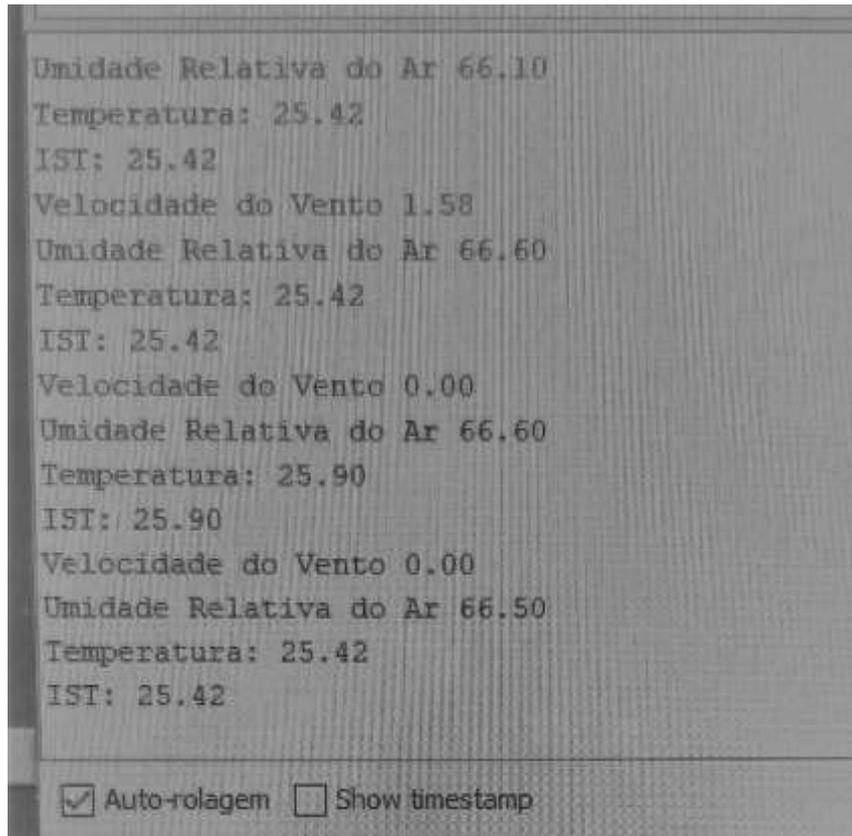
Os alunos foram desafiados a realizar as medidas referentes a temperatura, umidade do ar e velocidade dos ventos em diferentes espaços da escola: no pátio, na quinta de eucaliptos e no refeitório. As Figuras 25, 26, 27 mostram os alunos realizando as medidas.

Figura 25 - Testando os sensores de temperatura, velocidade dos ventos, umidade e sensação térmica



Fonte: Autora (2019)

Na Figura 25, as alunas estão realizando as medidas, no pátio da escola, que relatam ser possível coletar a medida da temperatura (LM35) e da umidade do ar, no entanto não conseguiram coletar a velocidade do vento.

Figura 26 - Realizando medidas no *Ardublock*

Fonte: Autora (2019)

A Figura 26, mostra uma das discussões dos alunos sobre não conseguirem realizar a medida referente a velocidade dos ventos. Os alunos fazem INF e ANT com o intuito de identificar o que ocorre quando não possível coletar a medida referente a velocidade dos ventos. Os IOP mobilizados são a todo tempo acionados na busca por EPR que atenda a tarefa proposta.

O próximo espaço, Figura 27, utilizado pelos alunos para realizar as medidas, foi o pátio lateral da escola em uma plantação de eucaliptos.

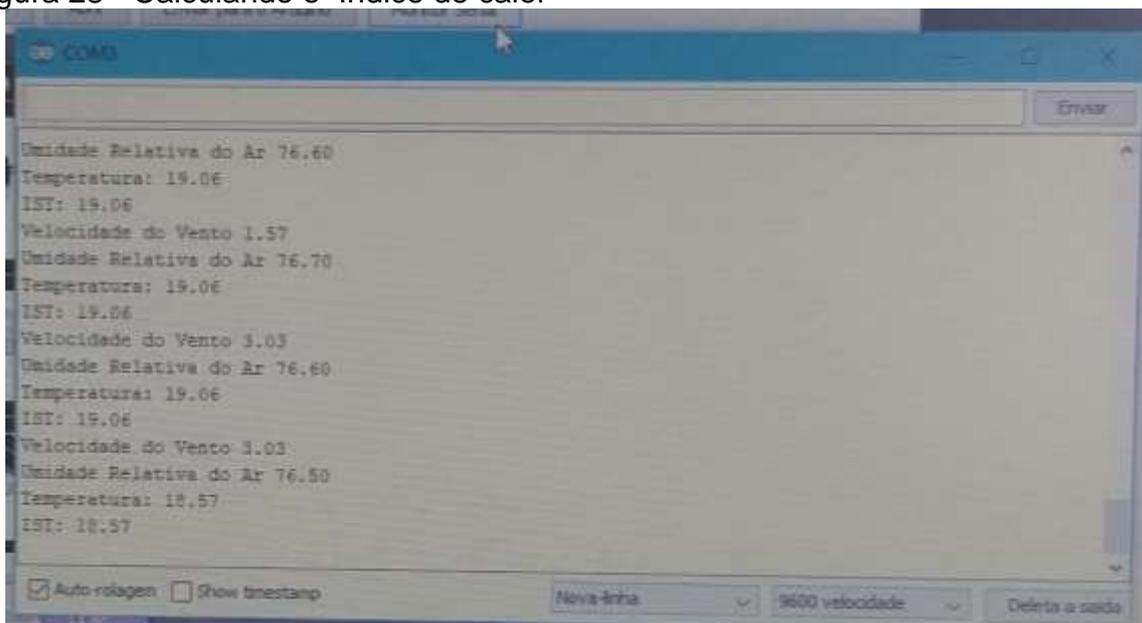
Figura 27 - Medindo a velocidade dos ventos no pátio lateral da escola



Fonte: Autora (2019)

As alunas, durante a coleta dos dados, mencionam que neste espaço foi possível coletar a medida da velocidade do vento, facilitando assim a identificação e percepção do mesmo sobre a sensação térmica. A Figura 28, traz os registros durante a experiência.

Figura 28 - Calculando o Índice de calor



Fonte: Autora (2020)

Durante a observação dos dados, os alunos identificam que no primeiro experimento, Figura 26, realizado no pátio da escola, onde não foi possível coletar a velocidades dos ventos, observaram que a temperatura registrada foi de 25°C, a umidade relativa do ar foi de 66, 50% e o índice de sensação térmica (IST) foi de aproximadamente 25,42° C, enquanto que no experimento onde foi possível registrar a velocidade do vento Figura 28, os valores já sofreram uma pequena variação: temperatura 19.06°C, umidade do ar 76.60 %, a velocidade do vento de 3.03 km/h. Os alunos identificaram que não houve diferença entre temperatura e o IST, levando-os a refletirem sobre a influência do vento sobre a sensação térmica, conforme discussões anteriores.

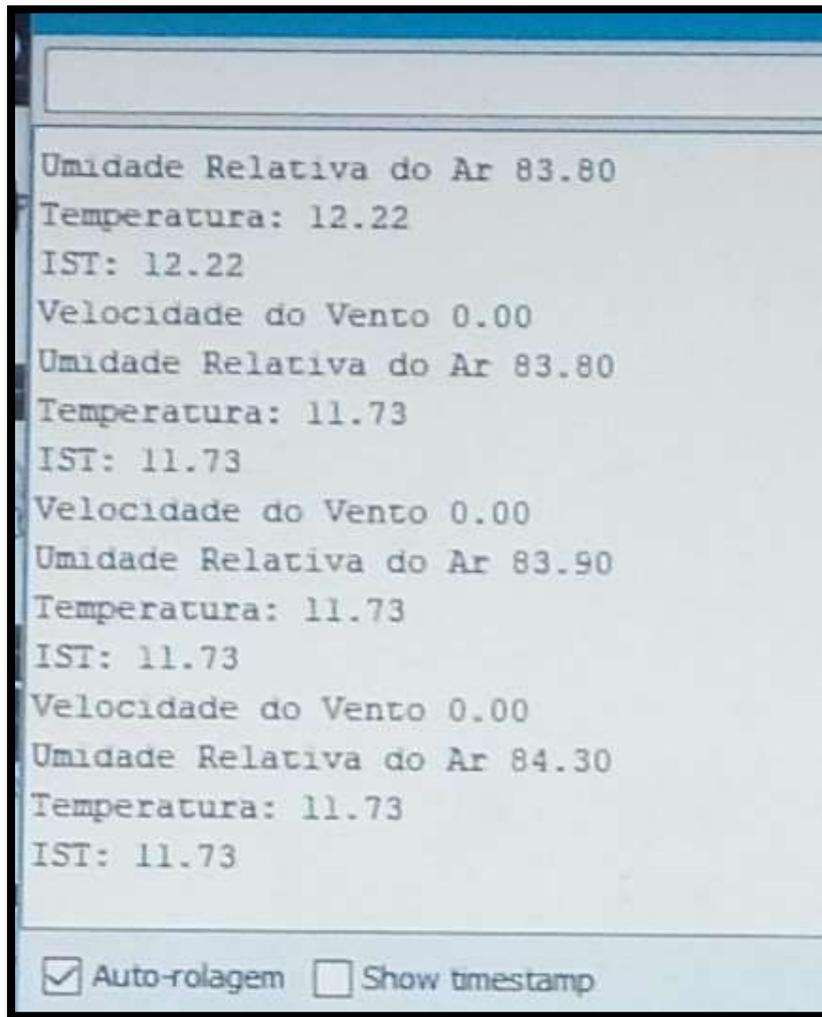
O terceiro espaço escolhido para realizar as medidas, Figura 29, foi o refeitório da escola, onde os alunos realizariam algumas simulações: 1º - temperatura abaixo de 10° C, como no dia as temperaturas estavam mais elevadas os mesmos utilizaram gelo para provocar uma diminuição.

Figura 29 - Medindo o índice de resfriamento utilizando uma barra de gelo para promover a queda na temperatura



Fonte: Autora (2019)

Dados registrados pelo código durante a simulação realizada com gelo, conforme Figura 30.

Figura 30 - Código *Ardublock*

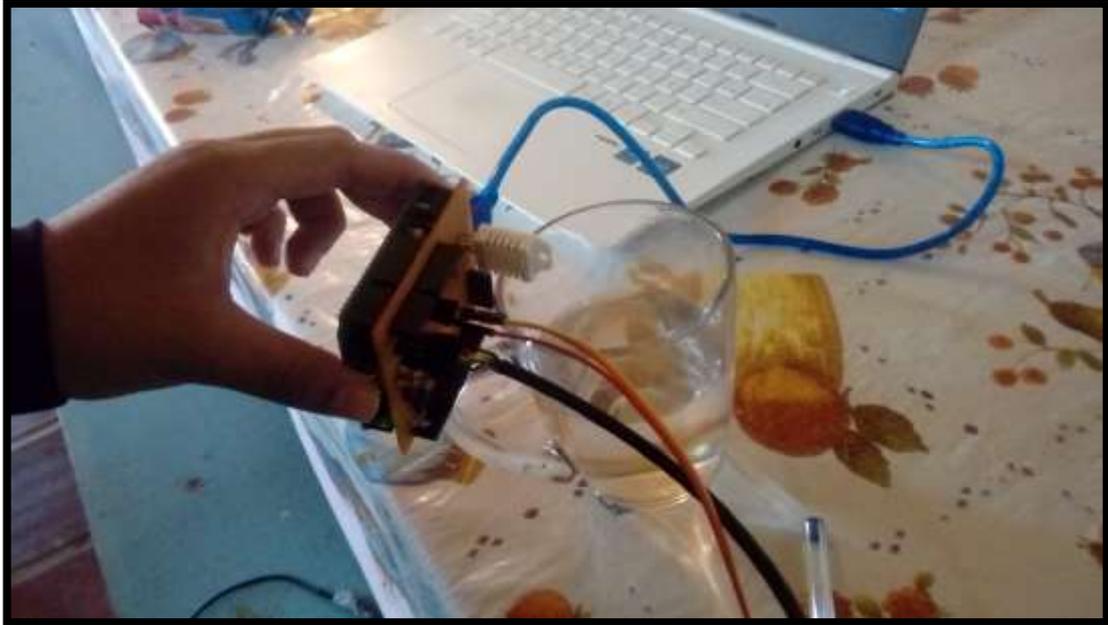
Fonte: Autora (2020)

Os alunos colocaram o sensor de temperatura em contato com uma barra de gelo e verificaram que a temperatura registrada foi baixando consideravelmente. Na simulação anterior a temperatura registrada foi de aproximadamente 25°C, e em contato com o gelo a temperatura baixou para 11.73°C.

O índice de resfriamento só pode ser identificado, quando a temperatura for inferior a 10° C e a velocidade do vento for superior da 5km/h, mas o mesmo sem ter conseguido medir a velocidade dos ventos e a temperatura não ter baixado de 10° C, Figura 30, os alunos mencionam que o vento faz com que (IST) dê a sensação de uma temperatura mais baixa do que realmente ela está. Tal argumentação sinaliza que os alunos estavam conseguindo de forma coerente e sistemática construir os conceitos de temperatura e sensação térmica, bem como os fatores que influenciam nas medidas.

Após a simulação com a barra de gelo, o segundo desafio proposto foi o de submeter o sensor de umidade relativa do ar em contato com o vapor, Figura 31, e verificar o que acontece.

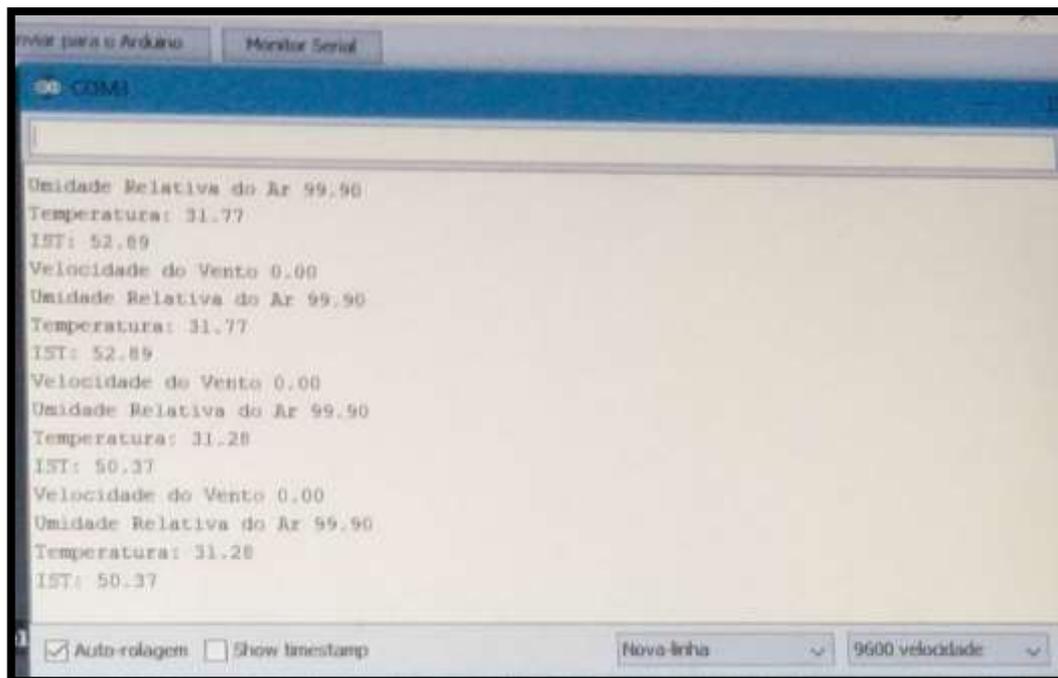
Figura 31 – Testando o sensor de Umidade DHT22



Fonte: Autora (2019)

Para simular o índice de calor e os alunos poderem registrar a umidade relativa do ar, foi utilizado uma xícara com água fervendo, onde foi aproximado o sensor de umidade. Dados observados, conforme Figura 32.

Figura 32 - Realizando medidas com a utilização do aplicativo *ardublock*



Fonte: Autora (2020)

Os alunos durante a simulação, identificaram que ao aproximar o sensor de umidade em contato com vapor da xícara contendo água fervendo, Figura 31 houve um aumento considerável na umidade relativa do ar que atingiu 99.90%, a uma temperatura de 31.28°C e isso fez com que o (IST) registrado fosse de 50,37°C.

Ao término da situação-problema os alunos deram indícios que compreenderam que existe diferença entre temperatura e sensação térmica, mencionam que a sensação térmica pode ser medida se for levado em consideração a velocidade dos ventos e a umidade relativa do ar, e que temperatura pode ser conceitualizada no sentido macroscópico de quente ou frio. Porém, com base na rede conceitual, os alunos no decorrer das situações-problemas relacionavam os conceitos muitas vezes de forma arbitrária sem cientificidade, o que dificultou a fase “do Dizer”.

5.2 Achados relativos ao efeito da intervenção propriamente dita

Analisando os resultados obtidos, foi possível fazer algumas considerações, inicialmente sobre a relevância do Estudo Piloto de acordo com os objetivos específicos definidos na subseção 4.4 e posteriormente no Campo Conceitual com

composto por cinco situações problemas que foi delimitado na seção 4.7 (Método de Avaliação da Intervenção), em que se avaliam os “[...] achados relativos à intervenção propriamente dita”. (DAMIANI *et al.*, 2013, p. 63).

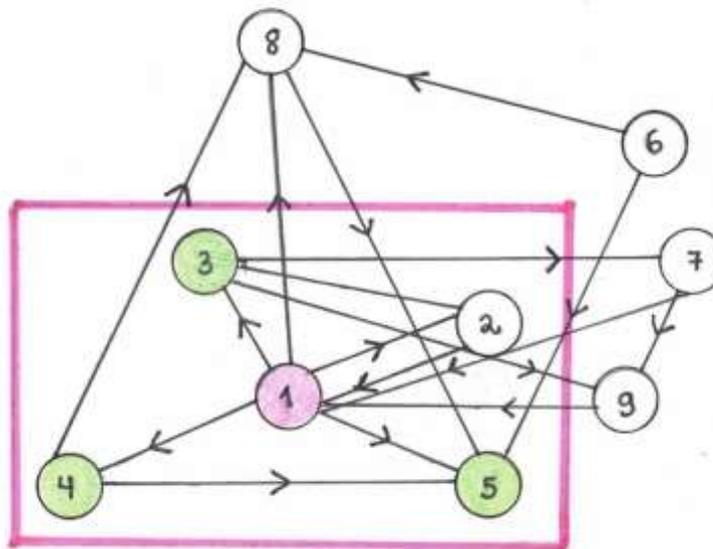
Com relação à intervenção pedagógica desenvolvida no estudo piloto, foi possível constatar a importância deste estudo no desenvolvimento das tarefas propostas dentro do campo conceitual. O perfil da turma também contribuiu de forma significativa, por se tratar de alunos com idade entre 12 e 16 anos e com conhecimentos significativos sobre tecnologia, propiciando um maior engajamento por parte dos envolvidos.

Ao investigar os conhecimentos prévios dos alunos sobre os conceitos pertinentes à proposta de trabalho, foi possível perceber a forma como os mesmos atuam sobre os conceitos de temperatura e sensação térmica, evidenciando que os conhecimentos empíricos estão de certa forma ancorados em saberes sem cientificidade. No entanto, à medida que os alunos foram expressando suas ideias, elaborando hipóteses, construindo e elaborando argumentos, identificamos que a “bagagem” poderia ser ressignificada, desde que tivesse vínculo com o contexto local, justificando a pertinência da escolha do tema estar associada ao Clima.

Buscando elementos significativos e de acordo com o contexto, o presente trabalho trouxe como proposta construir, implementar e avaliar cinco situações-problemas capazes de propiciar a diferenciação conceitual entre temperatura e sensação térmica.

Os objetivos de aprendizagem, foram elaborados de forma sistemática e com diferentes níveis de complexidade com o intuito de que os alunos pudessem ampliar suas redes evoluindo conceitualmente, e posteriormente fechar os esquemas. Os alunos teriam que diferenciar os conceitos de temperatura de sensação térmica. As situações aplicadas fizeram com que os alunos relacionassem gradualmente os conceitos: na situação-problema 1 – Figura 33; na situação-problema 2 – Figura 34, na situação-problema 3 – Figura 35, todas com base na Figura 8 que será analisado a evolução conceitual a partir dessa rede.

Figura 33 - Rede conceitual 1
situação 1

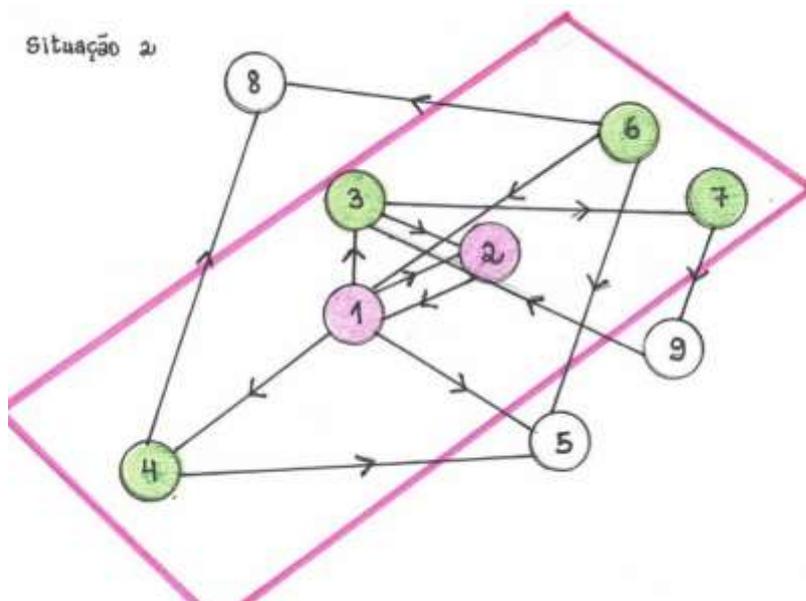


Fonte : Baseado em Carvalho Júnior e Aguiar Júnior (2008)

A rede conceitual 1 foi construída a partir dos conhecimentos prévios, que nesta etapa inicial, estavam debruçados em questões de senso comum, os elementos destacados na rede são: 1 (Temperatura), refere-se ao conceito em estudo, os elementos 3 (frio); 4 (quente); 5 (calor), são os conceitos relacionados.

A estrutura lógica do pensamento dos alunos, durante a execução das tarefas, deixa claro que os conceitos são tratados de forma isolada, e que temperatura está diretamente ligada ao conceito de calor. No entanto, trabalham com a hipótese que temperatura pode ser conceitualizada tanto como calor ou como quente, isto deixa claro que os alunos estão em processo de construção de seus esquemas.

Figura 34 - Rede conceitual 2



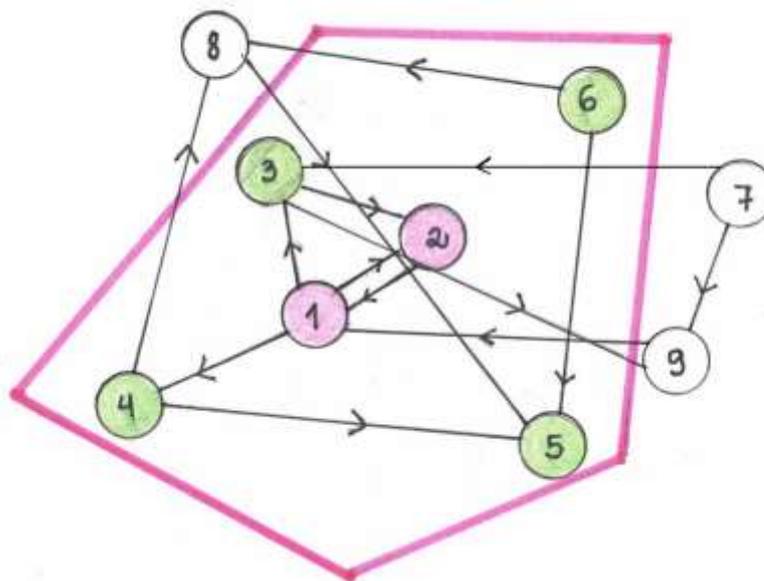
Fonte: Baseado em Carvalho Júnior e Aguiar Júnior (2008)

A rede conceitual 2 foi elaborada a partir da situação-problema 2, que teve como intencionalidade investigar se os alunos saberiam identificar os conceitos que estão relacionados ao conceito 2 (sensação térmica) para que os mesmos pudessem diferenciar de temperatura.

A estrutura da Figura 34 traz a correspondência feita pelos alunos durante a realização das tarefas, que diferente da rede conceitual 1, possui uma ampliação significativa, percebe-se neste momento que a sensação térmica não está relacionada diretamente aos conceitos de 6 – Umidade relativa do ar e 7 – Velocidade dos ventos. Os conceitos relacionados de forma direta são: 1- Temperatura, 2 – Sensação térmica e 3 – frio. Os alunos relacionam que temperatura está associada 6 – Umidade do ar, bem como, que o 3 - frio está associado a conceito de velocidade dos ventos, deixando claro que temperatura pode ser sim conceitualizada como quente. As associações feitas e relações estabelecidas mostram que os alunos ainda não fecharam seus esquemas, no entanto, apresentam uma evolução significativa e continuam em processo de construção.

Figura 35 - Rede Conceitual 3

situação 3 e 4



Fonte: Baseado em Carvalho Júnior e Aguiar Júnior (2008)

A rede conceitual 3 (Figura 35) foi construída em dois momentos, inicialmente o processo de experimentação e posteriormente na execução e elaboração de códigos desenvolvidos no *Ardublock*. Na experimentação os alunos construíram um Termoscópio caseiro a fim de investigar qual a relação do mesmo com o termômetro.

Nesta etapa, correlacionam 1 – (temperatura) com 4 – (quente), e 4 – (quente) com 5- (calor), mas não mais relacionam (temperatura) com (calor) o que traz indícios evolução conceitual. Quando relacionam 5 – (calor) com 6 – (Umidade relativa do ar) identifica-se uma fragilidade conceitual, os alunos não estavam com seus esquemas prontos, foi preciso promover situações que os levem a uma (RUP).

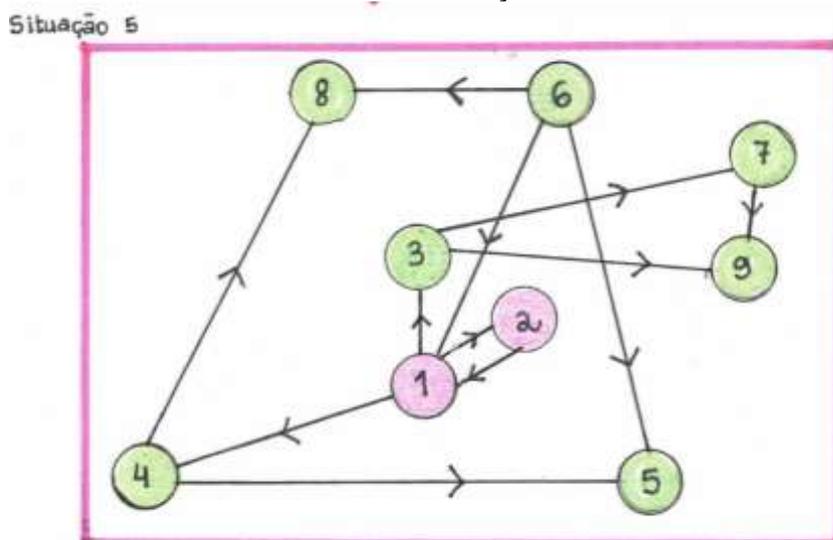
Ao término da experimentação, os alunos teriam que através do aplicativo *Ardublock* realizar medições de (temperatura) e relacionar nas escalas *Celsius*, *Fahrenheit* e *Kelvin*. As escalas termométricas não são pontuadas na rede conceitual em função da relevância com base nos estudados relacionados, buscou-se fazer com que os alunos identificassem que existe diferentes escala.

As redes Figuras 33, 34 e 35, foram construídas com base na execução das tarefas realizadas pelos alunos, bem como, a forma como atuavam frente a resolução das situações os conceitos mobilizados eram a todo tempo construídos e desconstruídos, os sujeitos interagiam com os conceitos em estudo.

Buscando identificar e compreender as diferenças entre os conceitos estudados os alunos, teriam que construir um código no *ArduBlock* capaz de fornecer medidas de temperaturas, umidade relativa do ar, velocidade do vento e índice de sensação térmica. O foco central deste objetivo foi de agregar e relacionar os conceitos de umidade relativa e velocidade do vento para uma melhor compreensão. Após identificar e verificar as medidas acima mencionadas os alunos argumentaram sobre soluções que minimizem as sensações térmicas das temperaturas máximas nos dias de verão e sensações de temperaturas mínimas nos dias de inverno.

Ao final dos objetivos traçados os alunos puderam ampliar os conceitos aumentando e fechando suas redes, como base nas situações propostas bem como perceber que os fatores que influenciam no IST estão diretamente relacionados a temperatura, conforme Figura 36.

Figura 36 - Rede conceitual utilizada na execução da tarefa



Fonte: Baseado em Carvalho Júnior e Aguiar Júnior (2008)

A rede conceitual da Figura 36 mostra a evolução conceitual, conforme preconiza a TCC, a qual foi perceptível o progresso evolutivo dos alunos em conseguirem identificar os diferentes conceitos e atuar de forma coerente.

As conexões realizadas pelos alunos estão representadas na rede conceitual 5, as correlações entre os conceitos em estudos (temperatura e sensação térmica) e os conceitos relacionados (frio, quente, calor, umidade relativa do ar, velocidade dos ventos, índice de resfriamento e índice de calor).

Consideramos que quando o aluno consegue identificar que temperatura pode ser conceitualizada do ponto de vista macroscópico de quente e frio, traz evidência de amadurecimento científico. A posição das setas representadas na rede possibilita vislumbrar a compreensão sobre as situações experienciadas, a conexão estabelecida entre frio, temperatura e velocidade dos ventos como condição que interfere na sensação térmica e finaliza no 9 - índice de resfriamento, deixando claro que os alunos já mobilizam seus esquemas de forma coerente e com níveis mais complexos. Outras conexões são gradativamente incorporadas a rede como quando os mesmos relacionam 6 – (umidade do ar) com 8 – (índice de calor), o conceito 1 – (temperatura) aparece desvinculado de 5 - (calor), outro ponto bastante relevante partindo da premissa que ambos eram internalizados como sendo sinônimos.

As situações trouxeram indícios de que os alunos conseguiram fechar seus esquemas o que foi possível perceber quando foram desafiados a criar um código no *Ardublock* com a intencionalidade de automatizar uma miniestação meteorológica que pudesse registrar temperatura, bem como os fatores que precisam ser considerados para medir a sensação térmica, tal procedimento oportunizou aos alunos perceberem que existe diferença entre os conceitos de temperatura e sensação térmica (foco central deste trabalho).

Tratando-se de conhecimentos de natureza diferenciada, faz-se necessário analisar de forma diferenciada, pois a abordagem de campo conceitual não é um processo rápido, e suas dificuldades só serão superadas na medida em que forem enfrentadas. Por se tratar de uma teoria cognitivista Vergnaud (1996) defende a ideia de que a assimilação do conhecimento está diretamente ligada ao processo de maturação do indivíduo e de suas experiências. Assim, para formar um conceito o aluno precisa interagir com as situações, sendo esses quais é possível construir significados sobre os conceitos, e esse o principal foco desse do presente trabalho.

Ao final da aplicação do campo conceitual, buscou-se criar um recurso didático (miniestação meteorológica) que foi desenvolver uma produção educacional capaz de promover o engajamento cognitivo e motivacional de alunos dos anos finais, do Ensino Fundamental, a fim de propiciar melhores condições para uma conceitualização de Temperatura e Sensação Térmica.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente trabalho apresentado, discorremos sobre uma intervenção pedagógica que abordou introduzir conceitos de temperatura e sensação térmica a Luz da Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud. Através de um campo conceitual, composto por cinco situações-problemas organizadas de modo sistemático e com níveis de complexidade diferentes, teve como fechamento a automação de uma miniestação meteorológica controlada pelo aplicativo *Ardublock*.

A pesquisa teve início no ano de 2014, durante a realização do curso de Especialização em Práticas Educativas na Universidade Federal do Pampa - *campus* Dom Pedrito, intitulada: EDUCAÇÃO DO CAMPO E TECNOLOGIA: UM ESTUDO DA ESCOLA MUNICIPAL RURAL DE ENSINO FUNDAMENTAL SUCESSÃO DOS MORAES, tendo como propósito analisar a concepção dos alunos de uma escola do campo em relação à tecnologia, bem como verificar questões relacionadas ao acesso e a sua utilização.

Como base nos instrumentos investigativos (questionários, textos coletivos e desenhos), utilizados durante a pesquisa, constatou-se que as tecnologias mais utilizadas são: rádio, televisão e telefone celular, e que também está relacionada a equipamentos que facilitam a vida cotidiana, tais como: tratores, pulverizadores e maquinários de irrigação.

Diante do exposto, percebeu-se a necessidade de dar continuidade aos estudos e investigar como os jovens do campo, compreendem esse avanço tecnológico, de que forma a tecnologia aproxima a prática educativa e o contexto do campo, valorizando suas singularidades, pois a Educação do Campo configura-se como uma luta social dos trabalhadores do campo pela educação (CALDART, 2012).

Outros temas precisam ser discutidos dentro das escolas do campo e estão relacionados com questões de Climatologia e Meteorologia, em função da relação direta que ambas exercem no funcionamento destas escolas.

De acordo com o site do IBGE⁷ (2016), Dom Pedrito se caracteriza como o quarto município em extensão do Estado do Rio Grande do Sul, com aproximadamente 5200 km², economia baseada na agricultura e pecuária extensiva, monocultura, com prevalência de grandes propriedades de terra, tais características

⁷ INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Dom Pedrito**, 2016. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/v3/cidades/municipio/4306601>. Acesso em: 04 abr. 2020.

precisam ser analisadas e discutidas dentro do contexto escolar através de temas que levem seus sujeitos a atuarem de forma crítica e reflexiva sobre o mundo a sua volta.

Pensando nesta problemática, a intervenção desenvolvida trouxe em seu contexto elementos que levassem os alunos a diferenciar temperatura de sensação térmica. Foi elaborada uma rede conceitual com conceitos a serem estudados (Temperatura e Sensação Térmica) e conceitos relacionados (Frio, Quente, Calor, Umidade relativa do ar, Velocidade dos ventos, Índice de Calor e Índice de resfriamento).

A construção da rede conceitual partiu de uma investigação acerca de trabalhos realizados conforme mencionado nos estudos relacionados. A partir dessa revisão, foi possível vislumbrar a forma como os professores abordam os conceitos em questão e como os alunos buscam internalizar os conceitos.

Na literatura, os trabalhos conceitualizam predominantemente temperatura com uma visão microscópica, ou seja, por meio do agitação das partículas, utilizam metodologias e estratégias diferentes como elaboração de sequencias didáticas, plataforma *Arduino* e automação de miniestação meteorológica.

Através da revisão literatura sobre os conceitos de temperatura e sensação térmica, a dissertação que influenciou de forma significativa o presente trabalho foi a do mestrado profissional de Pereira (2010), na qual foram analisados diversos livros didáticos sobre os conceitos em estudo. Máximo e Alvarenga (1997, p. 47) em contrapartida aos demais livros apresentam uma definição macroscópica, sendo ela: “A temperatura é uma grandeza Física usada para indicar se um corpo está mais quente ou mais frio”, sendo estes um dos objetivos centrais deste trabalho.

Ao longo do presente trabalho, também buscamos conceitualizar temperatura a partir de uma abordagem macroscópica de quente ou frio e diferenciá-la de sensação térmica.

Com este propósito, ao término da intervenção, os alunos automatizaram uma miniestação meteorológica a partir do aplicativo *Ardublock*. O campo conceitual foi elaborado a partir de situações-problemas que fizessem parte do contexto dos alunos.

As cinco situações foram construídas com diferentes níveis de complexidade para que os alunos ao realizarem pudessem ampliar suas redes e aos poucos perceberem a cientificidade por traz de questões simples como por exemplo a

situação 1 que trouxe em seu contexto a seguinte indagação: Por que no título da reportagem ao invés de sensação térmica de -4°C não poderia ter sido informado uma temperatura de -4°C ?

Tal indagação foi o ponto de partida para investigar os possíveis equívocos conceituais que aos poucos precisam ser desmistificados.

A situação 2 teve por intuito provocar os alunos sobre os nossos sentidos serem utilizados como instrumento capaz de medir a temperatura, oportunizando momentos de inúmeras indagações e discussões. Afinal de que forma podemos medir a temperatura?

Na situação 3 os alunos tiveram a oportunidade de construir um termoscópio primeiro instrumento desenvolvido por Galileu Galilei para medir o quanto frio ou quente está um ambiente. Os alunos puderam perceber que a temperatura pode ser conceitualizada como quente ou frio. Esta situação trouxe também a evolução dos instrumentos utilizados para medir a temperatura (termômetro de coluna e sensores eletrônicos) e quais elementos precisam ser utilizados quando se trata de sensação térmica.

A situação 4 trouxe questões voltadas para a programação em blocos (aplicativo *Ardublock*). Na presente situação os alunos exploraram o sensor de temperatura LM35 bem como sua programação e posteriormente identificaram as diferentes escalas termométricas que foi trabalhada de forma superficial em função do foco central do presente trabalho.

A sistematização da situação 4 fez a seguinte indagação aos alunos: Qual a diferença entre termoscópio, termômetro de álcool e LM35? Foi perceptível conforme já mencionado no capítulo anterior que os alunos foram agregando elementos as suas redes de forma a compreender os conceitos abordados.

A situação 5 trouxe em seu contexto conceitos que até então pareciam ser sinônimos como temperatura ser o mesmo que sensação térmica para a maioria dos alunos. Os alunos quando tiveram a oportunidade de automatizar a miniestação perceberam que existem conceitos que precisam ser levados em consideração quando se fala em sensação térmica e que diferente do que se imagina ela pode sim ser estimada desde que se identifique a velocidade dos ventos e a umidade relativa do ar.

Para isso, os alunos realizaram tarefas como analisar gráficos de temperatura e utilizaram uma calculadora desenvolvida por *bit.a.bit* cursos online para calcular o

índice de resfriamento e o índice de calor, levando-os a identificar e compreender o índice de Sensação Térmica e finalizaram a tarefa construindo códigos no *Ardublock* para calcular os tais índices.

Ao término da situação 5 foi possível perceber que os alunos deram indícios de que foram capazes de conceitualizar e diferenciar temperatura de sensação térmica por meio do engajamento dos estudantes durante a realização das situações, pelas falas e principalmente pelas soluções encontradas para concluírem as tarefas propostas. Conforme preconiza Vergnaud (1996), o tempo para um aluno abstrair determinado conceito pode levar muito tempo, no entanto, os alunos vão ampliando suas redes até fecharem seus esquemas.

A situação 5 foi considerada o ápice do campo conceitual, sendo a grande responsável por desmistificar que a Física pode ser sim trabalhada dentro dos espaços escolares nos anos finais do ensino fundamental de forma contextualizada e construtiva, levando os alunos a serem protagonistas de seus saberes de forma responsável na sociedade em que estão inseridos.

Voltando a escrever na primeira pessoa do singular, para conclusão ou melhor fechamento de uma etapa do presente trabalho, destaco que como professora de rede pública de ensino e hoje como professora pesquisadora pude perceber a forma como os alunos percebem o mundo que os cerca e que os saberes trabalhados em sala de aula precisam fazer sentido para que os alunos possam vir a aprender de forma significativa e que o fazer ciência precisa estar atrelado ao mundo que os cerca.

Termino minha dissertação confiante neste processo, porque através da intervenção aplicada, dos estudos realizados e do referencial teórico adotado, sendo a Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud (o grande responsável pelas minhas mudanças internas), pude perceber elementos de como os alunos aprendem, me tornando uma professora mais atenta ao mundo e ao meu contexto. Como a pesquisa contribui para a construção de conhecimento e pode ser utilizada por outros professores da educação básica e também na formação de professores.

Essa dissertação fruto da pesquisa no Mestrado Profissional em Ensino de Ciências traz um produto educacional, descrição (apêndice G), ficando disponível no google drive.

Pauso a minha escrita com a frase da professora Esther Pillar Grossi. *“NOSSO CEREBRO SÓ REGISTRA O QUE EMOCIONA”*.

REFERÊNCIAS

ANJOS, J. R.; FREITAS, S. A. Utilização do software scratch para a aprendizagem de lançamentos de projéteis e conceito de gravidade no ensino fundamental. **ACTIO**, Curitiba, PR, v. 1, n. 1, p. 128-144, jul./dez. 2016. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/view/5004>. Acesso em: 20 set. 2020.

ANJOS FILHO, P.E.D. **Revisitando experimentos didáticos de física numa perspectiva de ensino por investigação**. 2018. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal de Juiz de Fora. Programa de Mestrado Nacional em Ensino de Física, Minas Gerais, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufjf.br/jspui/bitstream/ufjf/8265/1/plaudioevangelistadosanjofilho.pdf>. Acesso em: 28 de ago. 2020.

BIT A BIT. **Cálculo de sensação térmica original**. [S.l. : s.n.], 2020. Disponível em <http://radames.manosso.nom.br/bitabit/download/calculo-de-sensacao-termica/>. Acesso em: 29 mar. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Base nacional comum curricular**. Brasília, DF, [s.n.], 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/#/site/inicio>. Acesso em: 06 jun. 2018.

CARVALHO JÚNIOR, G. D.; AGUIAR JÚNIOR, O. Os campos conceituais de Vergnaud como ferramenta para o planejamento didático. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, p. 207-227, 2008. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2008v25n2p207>. Acesso em: 20 set. 2020.

DAMIANI, M. F.; ROCHEFORT, R. S.; CASTRO, R. F.; DARIZ, M. R.; PINHEIRO, S.S. Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. **Cadernos de Educação**, Pelotas, RS, n. 45, p. 57- 67, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/caduc/article/view/3822>. Acesso em: 20 set. 2020.

LOPES, R. G. **Iniciação à programação em blocos utilizando Ardublock e plataforma Arduino**. 2019. 135 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Física) – Universidade Federal do Pampa, Curso em licenciatura em Física, Bagé, 2019. Disponível em: <http://dspace.unipampa.edu.br/handle/riu/4624>. Acesso em: 24 out. 2019.

LOPES, S. **Ciências da Natureza: Investigar e Conhecer**. 9º ano. 1. ed. 1. São Paulo: Saraiva, 2015.

MATTOS, C. R.; DRUMMOND, A. V. N. Sensação térmica: Uma abordagem interdisciplinar. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 21, n. 1, p. 7 – 34. 2004. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6437>. Acesso em: 20 set. 2020.

MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. **Física: Volume Único**. São Paulo: Scipione, 1997.

MEDEIROS, A. Sensação térmica x temperatura ambiente. **Centro de Referência para o Ensino de Física**, [S.l. : s.n.], 2012. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/novocref/?contact-pergunta=sensacao-termica-x-temperatura-ambiente>. Acesso em: 24 out. 2019.

NOVACOSKI, M.P. **O Arduino na programação de experiências em termodinâmica e em física moderna**. 2016. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física) – Universidade Estadual de Ponta Grossa. Programa de Pós-graduação da Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG, do curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física, Ponta Grossa, 2016. Disponível em: <https://tede2.uepg.br/jspui/bitstream/prefix/2141/1/Marilene%20Probst%20Novacoski.pdf>). Acesso em: 20 set. 2020.

PEREIRA, M. M. **Ufa!! Que calor é esse? Rio 40°C – Uma proposta para o ensino dos conceitos de calor e temperatura no Ensino Médio**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: https://www.if.ufrj.br/~pef/producao_academica/dissertacoes/2010_Marta_Maximo_Pereira/dissertacao_Marta_Maximo.pdf. Acesso em: 23 out. 2019.

OLIVA, I. V. **Educação do campo e tecnologia: um estudo da Escola Municipal Rural de Ensino Fundamental Sucessão dos Moraes**. 2019. 135 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Física) – Universidade Federal do Pampa, Curso em licenciatura em Física, Bagé, 2019. Disponível em: <http://dspace.unipampa.edu.br/handle/riiu/4624>. Acesso em: 24 out. 2019.

PINTO, F. C. R. **Proposta de sequência didática baseada na aprendizagem significativa: construção de uma miniestação meteorológica com arduino**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Estadual Paulista. Programa de Mestrado Ensino de Física, Presidente Prudente, 2018. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/152655>. Acesso em: 23 out. 2019.

RIBEIRO, J. **Explorando as possibilidades de inserção da plataforma arduino no ensino de ciências da educação básica**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Federal do Pampa. Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências, Bagé, 2018. Disponível em: <http://dspace.unipampa.edu.br:8080/jspui/bitstream/riiu/3044/1/Disserta%c3%a7%c3%a3o%20Janu%c3%a1rio%20Ribeiro%202017.pdf>. Acesso em: 23 out. 2019.

RODRIGUES, R. F. **Arduino como uma ferramenta mediadora no ensino de física**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-graduação em Ensino de Física, Porto Alegre, 2014. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/108542>. Acesso em: 24 out. 2019.

ROTHFUSZ, P. L. The Heat Index “Equation” (or, More Than You Ever Wanted to Know About Heat Index). **Scientific Services Division**, 1990. Disponível em: https://www.weather.gov/media/ffc/ta_htindx.PDF. Acesso em: 23 abr. 2019.

SANTOS, E. M. F. **Arduino**: uma ferramenta para aquisição de dados, controle e automação de experimentos de óptica em laboratório didático de física no ensino médio. 2014. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação de Ensino de Física, Porto Alegre, 2014. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/115456>. Acesso em: 24 out. 2019.

SILVEIRA, F. L. Sensação térmica x temperatura ambiente. **Centro de Referência para o Ensino de Física**, [S.l. : s.n.], 2012. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/novocref/?contact-pergunta=sensacao-termica-x-temperatura-ambiente>. Acesso em: 24 out. 2019.

TRENTIN, M. A. S.; ROSA, C. W.; ROSA, A. B.; TEIXEIRA, A. C. Robótica educativa livre no ensino de Física: da construção do robô à elaboração da proposta didática de orientação metacognitiva. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Curitiba, PR, v. 8, n. 3, 2015. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/1950>. Acesso em: 20 set. 2020.

VERGNAUD, G. Quelques problèmes théoriques de la didactique a propos d'un exemple: les structures additives. **Atelier International d'Eté: Recherche en Didactique de la Physique**. La Londe les Maures, França, 1983.

VERGNAUD, G. Teoria dos Campos Conceituais. *In*: NASSER, L. **Anais do 1º Seminário Internacional de Educação Matemática**. Rio de Janeiro, 1993, p. 1-26.

VERGNAUD, G. A Trama dos Campos Conceituais na Construção dos Conhecimentos. **Revista do GEEMPA**, Porto Alegre, n 4, p. 9-19, 1996.

VERGNAUD, G. A comprehensive theory of representation for mathematics education. **Journal of Mathematical Behavior**, v. 17, n. 2, p. 167 -181, 1998.

VERGNAUD, G. A gênese dos campos conceituais. *In*: GROSSI, E. P. **Porque ainda há quem não aprende?** 2. ed. Petrópolis: Editora Vozes, 2003.

VERGNAUD, G. Atividade Humana e Conceituação. **GEEMPA. Colóquio Internacional**, Paris, [s.n.], 2008.

VERGNAUD, G. A matemática além dos números. **Revista Pátio**. Ano IV, n. 3, Jun/ago, p. 14-17. 2012.

VERGNAUD, G. O que é Aprender? Por que Teoria dos Campos Conceituais. **Revista do GEEMPA**. [S. l.: s. n.], 2017.

WIND CHILL. The Free Encyclopedia. **Wikipedia**, 2019. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/Wind_chill. Acesso em: 23 abr. 2019.

APÊNDICE A - Guia do Aluno: Situação 1

1ª Etapa: Diálogo

1.1 Senso Comum (Interações: professor/aluno, aluno/aluno)

Questões:

- a) Como vocês estão se sentindo com relação à temperatura do dia de hoje?
- b) Está frio ou quente? O que vocês acham?
- c) De que forma vocês sentem a temperatura?
- d) Se desligarmos o ventilador, vamos sentir calor? Por quê?
- e) Se estiver frio, vamos deixar as portas e janelas abertas ou fechadas?

Por quê?

- f) Vocês saberiam dizer quantos graus está hoje mais ou menos?

(Resposta individual)

- g) Quem acha que não está muito calor? Por quê?
- h) Por que nos dias frios colocamos mais roupas?
- i) Por que nos dias frios procuramos nos abrigar em lugares em que não

pegamos vento?

- j) Nosso corpo pode medir a temperatura? O que vocês acham? Sim?

Não? Por quê?

- k) Como podemos medir a temperatura?
- l) Qual o instrumento utilizado para medir a temperatura?
- m) O que é um termômetro?

1.2 Nuvem de Palavras (Interações: professor/aluno, aluno/aluno)

Passo 1: Escreva em cada uma das cinco tiras de papel uma palavra para definir o conceito de temperatura.

Passo 2: Cole as tiras no papel pardo com a nuvem desenhada, procurando agrupar as palavras semelhantes escritas por seus colegas.

Passo 3: Após todos colarem as tiras, será o momento de observar e anotar as principais palavras.

Passo 4: Faça uma pesquisa na internet sobre o conceito de temperatura.

Após a pesquisa, faça uma discussão com seus colegas para analisar as relações entre o conceito de temperatura e as palavras que tiveram maior destaque.

2ª Etapa: Tarefa

No dia 17 de julho de 2018, o jornal Zero Hora da cidade de Porto Alegre publicou a seguinte notícia:

Porto Alegre registra a mínima mais baixa do ano e a menor sensação térmica desde 2013. Massa de ar fria presente sobre o estado derruba os termômetros desde a semana passada. Na capital, mínima foi de $2,6^{\circ}\text{C}$, segundo medição do Inmet. Sensação térmica foi de $-0,2^{\circ}\text{C}$, a menor registrada desde 2013.

Adaptação: No mesmo dia foi publicada na capa do jornal Folha da Cidade do município de Dom Pedrito a foto da Figura 6. Com base nessa foto, apresentamos o seguinte questionamento: “O que podemos observar com base na reportagem e na imagem?”



Questões complementares:

- Por que o título da reportagem não é “Dom Pedrito registra temperatura de -4°C nesta segunda-feira”?
- Existe diferença entre temperatura e sensação térmica?
- O que acontece com o nosso corpo quando sentimos a sensação de frio?
- Por que colocamos mais roupas quando estamos com frio?

3ª Etapa – Sistematização da discussão acerca de temperatura e sensação térmica.

Questionário final
<p>Com base no que foi discutido durante as situações-problemas, escreva sobre os conceitos de temperatura e sensação térmica e exemplifique:</p> <p>a) Sensação Térmica:</p> <p>b) Temperatura:</p>

APÊNDICE B – Guia do aluno: Nuvem de palavras

Nuvem de Palavras (Interações: professor/aluno, aluno/aluno)

Passo 1: Escreva em cada uma das cinco tiras de papel uma palavra para definir o conceito de temperatura.

Passo 2: Cole as tiras no papel pardo com a nuvem desenhada, procurando agrupar as palavras semelhantes escritas por seus colegas.

Passo 3: Após todos colarem as tiras, foi o momento de observar e anotar as principais palavras.

Passo 4: Faça uma pesquisa na internet sobre o conceito de temperatura.

Após a pesquisa, faça uma discussão com seus colegas para analisar as relações entre o conceito de temperatura e as palavras que tiveram maior destaque.

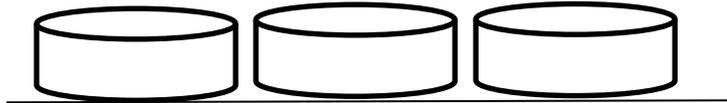
APÊNDICE C - Guia do aluno – Situação-problema 2

1ª Etapa: Diálogo

1.1 Senso Comum (Interações: professor/aluno, aluno/aluno)

Questões:

a) Diante do material exposto sobre a mesa o que você acha que vamos fazer? Por quê?



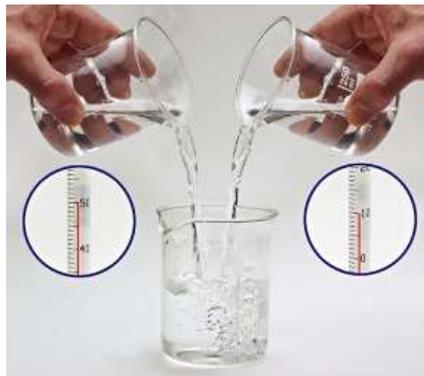
b) O que significa a legenda de cada balde?

c) É possível medir a temperatura de cada balde? Qual seria a melhor forma de medir a temperatura?

d) Se utilizarmos nossos sentidos (tato) como instrumento para verificar a temperatura da água, o que podemos perceber?

e) Você consegue quantificar através do tato a temperatura de cada balde?

f) É bem comum nesta época do ano as pessoas dizerem que preferem beber água misturada. Isto significa dizer que ela quer água gelada misturada com água a temperatura ambiente no mesmo copo, para que fique com uma temperatura agradável. Você saberia explicar o que acontece neste processo de mistura?



g) Agora vamos realizar o experimento da água misturada, buscando compreender o que acontece?

h) O que foi possível perceber nesta mistura de água gelada com água da torneira?

i) O que seria uma temperatura agradável?

2ª Etapa: Tarefa

Às vezes utilizamos o tato para avaliar o quanto um objeto está quente ou frio, ou até mesmo verificar o estado febril de uma pessoa. Entretanto, a nossa sensação pode nos surpreender, como pode ser verificado na situação abaixo.

<p>Coloque uma das mãos no balde com água quente e a outra numa vasilha com água fria. Se as duas mãos forem colocadas posteriormente numa terceira vasilha com água morna, essa mesma água provocará uma sensação diferente em cada mão.</p>		<p>A água natural parecerá fria para a mão que estava quente, e quente para a mão que estava fria.</p>
<p>Se os nossos sentidos "mentem", o que poderia ser usado para se quantificar o "quente" ou o "frio"? Como determinar a temperatura de um objeto?</p>		

Questões complementares:

- a) Quando as mãos estavam em baldes separados você podia descrever qual era a quente ou qual era a fria?
- b) Nessa situação, foi possível determinar a temperatura da água?
- Quando você colocou as mãos no mesmo balde (água morna), continuou a ter as mesmas sensações? Descreva o que você sentiu?

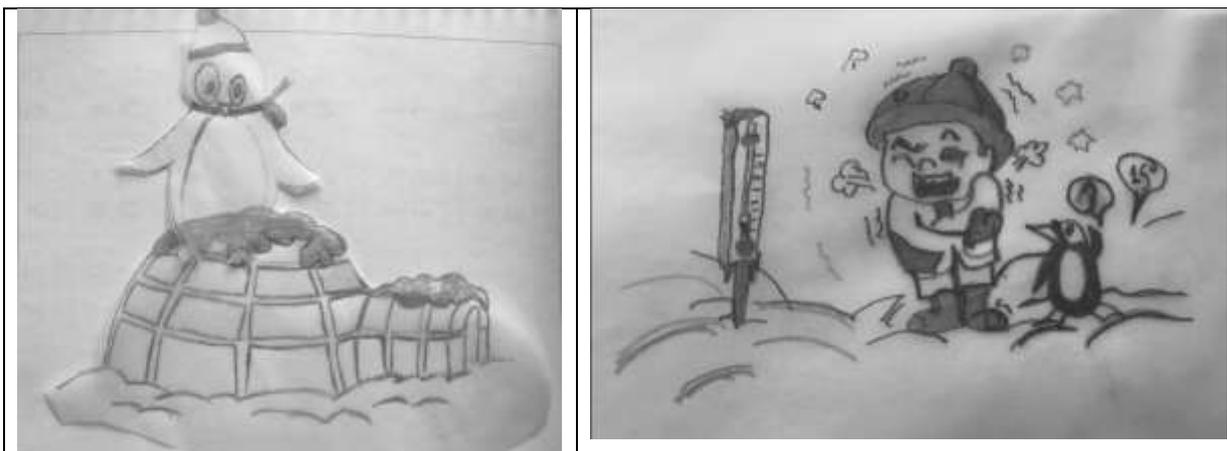
Tarefa parte 2.

- a) Com o uso de termômetro, verificar as temperaturas em cada balde e registrar no quadro abaixo:



Balde	Temperatura
Fria	
Natural	
Quente	

- b) O que podemos observar a partir das imagens abaixo:



- a) O que você pode interpretar sobre a imagem?
- b) Qual a relação do termômetro com a imagem?
- c) Quantos graus celsius poderíamos relacionar a um dia quente?
- d) Qual a função do termômetro?
- e) O que o termômetro mede? (temperatura ou calor).

3ª Etapa – Sistematização da discussão acerca de temperatura e calor.

- a) A água pode estar fria e quente ao mesmo tempo? Explique:

- b) Como podemos explicar o observado? Como conceituar temperatura? Estamos usando corretamente os conceitos de temperatura e calor?

APÊNDICE D - Guia do aluno: Situação- problema 3

1ª Etapa: Diálogo

1.1 Senso Comum (Interações: professor/aluno, aluno/aluno)

Questões:

- a) Você sabe quem foi Galileu Galilei?
- b) Você já ouviu falar em termoscópio?
- c) Sabe para que serve um termoscópio?
- d) Construindo um termoscópio.

Material Utilizado:

- Álcool etílico, 96%;
- Corante alimentício de cor forte (azul escuro, verde ou vermelho);
- Tubo de caneta esferográfica vazia;
- Um vidro de tamanho aproximado de 30 ml.

Montagem

- Encha o vidro com álcool e corante até boca;
- Faça na tampa do vidro um furo e atravesse o tubo da caneta;
- Escolha um tubo de aproximadamente 13 cm e ao inseri-lo na tampa, deixe a maior parte para fora do vidro, colocando o bem justo para não permitir vazamento;
- Tampe cuidadosamente de forma que o vidro fique cheio e o nível do líquido, a temperatura ambiente.

2ª Etapa: Tarefa

Utilizando o termoscópio:

- a) Envolve o termoscópio com mãos, espere cinco minutos, o que você identificou neste espaço de tempo?
- b) Você saberia explicar porque precisamos esperar cinco minutos para identificarmos o que acontece com a coluna de líquido do termoscópio?
- c) A temperatura em contato com as suas mãos aumentou ou diminuiu?

Por quê?

- d) O que causa a variação da coluna de líquido?

- e) Como podemos provocar a variação da coluna de líquido?
- f) Encontre uma forma de fazer a coluna de líquido do termoscópio subir?
- g) Encontre uma forma de fazer a coluna de líquido do termoscópio baixar?

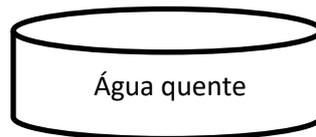
Investigando!

Qual a relação entre Termoscópio e Termômetro?

a) Coloque em balde água gelada, meça a temperatura com termômetro e logo em seguida, insira o termoscópio dentro do balde. O que acontece com o nível do álcool do termoscópio quando a água é gelada? Explique o fenômeno.



b) Coloque em um balde água quente, meça a temperatura com o termômetro e logo em seguida, insira dentro deste balde o termoscópio. O que ocorre com o nível de álcool do Termoscópio quando a água é aquecida? Explique o fenômeno.



3ª Etapa: Sistematização.

- a) *Você saberia dizer qual a diferença entre termoscópio e termômetro?*
- b) *O que são escalas termométricas?*

APÊNDICE E - Guia do aluno: Situação- problema 4

1ª Etapa: Diálogo

1.1 Senso Comum (Interações: professor/aluno, aluno/aluno)

Questões:

- a) Você sabe o que é uma placa microcontrolada Arduino?
- b) Você sabe para que é utilizada uma placa Arduino?
- c) O que é programação? E para que serve?
- d) Você sabe o que é programação em blocos?
- e) Você conhece o aplicativo Ardublock?
- f) Você sabe o que é um sensor? E para que serve?
- g) Onde podemos utilizar os sensores?
- h) Você sabe quais são as unidades de temperatura mais usuais?
- i) Qual a diferença entre uma medida de temperatura em graus Celsius e graus Fahrenheit e Kelvin?

2ª Etapa: Tarefa

Medindo a temperatura

Usando um sensor de temperatura, meça a temperatura ambiente em °C e °F. No decorrer do experimento, observe temperatura e coloque o dedo em cima do sensor e observe se a temperatura sofre alguma alteração.

Para realizar esta atividade serão necessários os seguintes materiais:

- 1 LM35;
- 1 protoboard;
- 3 jumpers;
- Uma placa Arduino.

Dicas:

- Veja a seção 6 para saber como fazer a instalação correta do LM35 e a operação matemática necessária para realização. Para observar os resultados, abra o monitor serial.

Questões complementares:

- a) Quais são as escalas termométricas mais utilizadas?

b) Qual é o ponto de fusão e ebulição da água na escala Celsius? E na escala Fahrenheit? E na escala Kelvin?

c) Represente através de desenhos as três escalas termométricas?

d) Descreva os comandos do Ardublock utilizados no programa para medir temperatura nas três escalas abordadas.

3ª Etapa: Sistematização:

a) O que é LM35? E qual a sua finalidade?

b) Qual é a diferença entre termoscópio, termômetro de álcool e LM35?

APÊNDICE F - Guia do aluno - Situação- problema 5**1ª Etapa: Diálogo**

1.1 Senso Comum (Interações: professor/aluno, aluno/aluno)

Questões:

- a) Você sabe o que é índice de resfriamento?
- b) Quais os fatores que influenciam na sensação térmica?
- c) Na sua opinião o vento pode interferir na sensação térmica?
- d) Você acredita ser possível calcular a velocidade dos ventos?
- e) Você já ouviu falar no anemômetro? E para que serve?
- f) Você sabe o que é índice de calor?
- g) A umidade relativa do ar pode interferir na sensação térmica?
- h) Na sua opinião a temperatura e a umidade relativa do ar podem ser utilizados para o cálculo do índice de calor?
- i) Qual a relação entre índice de calor e sensação térmica?
- j) Qual a relação entre índice de resfriamento e sensação térmica?
- k) Tanto o índice de calor quanto o índice de resfriamento podem influenciar na nossa sensação de temperatura, como você poderia descrever este fenômeno?

2ª Etapa: Tarefa

Tabela abaixo traz informações sobre as condições climáticas do município de Dom Pedrito.

CLIMATEMPO
A StormGeo Company

Hoje Amanhã 15 Dias Fim de

PREVISÃO DE AMANHÃ PARA DOM PEDRITO - 11/07

↑ 21°
↓ 14°
variação ↻

manhã tarde noite

0 mm
0% chuva ↻

74%
50% umidade

NNE
10km/h vento ↻

Sol com algumas nuvens. Não chove.



Questões

Com base na tabela acima responda:

- Qual foi a temperatura mínima e a máxima registrada?
- Qual a umidade relativa do ar registrada para o dia 11/07/2019?
- Qual a velocidade do vento para o dia 11/07/2019?

Com base na tabela correspondente a **previsão horária**, vamos calcular o índice de resfriamento e o índice de calor. Para que possamos calcular vamos utilizar uma planilha do Excel desenvolvida por *bit.a.bit – cursos online*.

- Qual o índice de resfriamento às 00h?
- Qual o índice de resfriamento às 02h?

- c) Qual o índice de resfriamento as 04h?
- d) Qual o índice de resfriamento as 06h?
- e) Qual o índice de resfriamento as 08h?
- f) Qual o índice de resfriamento as 10h?
- g) Qual o índice de resfriamento as 12h?

Após calcular, identificar se existe risco de congelamento, nas horas acima mencionadas.

De acordo com a tabela apresentada o índice de calor só pode ser medido se a temperatura for superior a 21°C.

Com base no gráfico da temperatura, responda:

- a) Qual foi a temperatura mínima e a máxima registrada?
- b) Houve diferença de temperatura entre as 00h e as 02h?
- c) Das 04h às 08h, ocorreu uma diferença de temperatura de quantos graus?
- d) e) Qual foi a média de temperatura entre 00h e as 12h?

Tarefa - parte II

- a) Criar no aplicativo *Ardublock*, um código para calcular o índice de calor.
- b) Criar no aplicativo *Ardublock* um código para calcular o índice de resfriamento?

3ª Etapa: Sistematização.

- a) Como podemos medir o índice de resfriamento?
- b) Como podemos medir o índice de calor?

APÊNDICE G – Descrição do Produto Educacional

A DIFERENCIAÇÃO ENTRE OS CONCEITOS DE TEMPERATURA E SENSÇÃO TÉRMICA POR MEIO DE UMA MINIESTAÇÃO METEOROLÓGICA À LUZ DA TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS: UMA INVESTIGAÇÃO DE UMA ESCOLA DO CAMPO

Para possibilitar uma maior divulgação da Produto Educacional optamos pela ferramenta do Google Drive (Figura 1), com a intencionalidade de facilitar o seu uso em qualquer lugar, seja no notebook ou celular.

Figura 1 – Descrição do Google Drive.

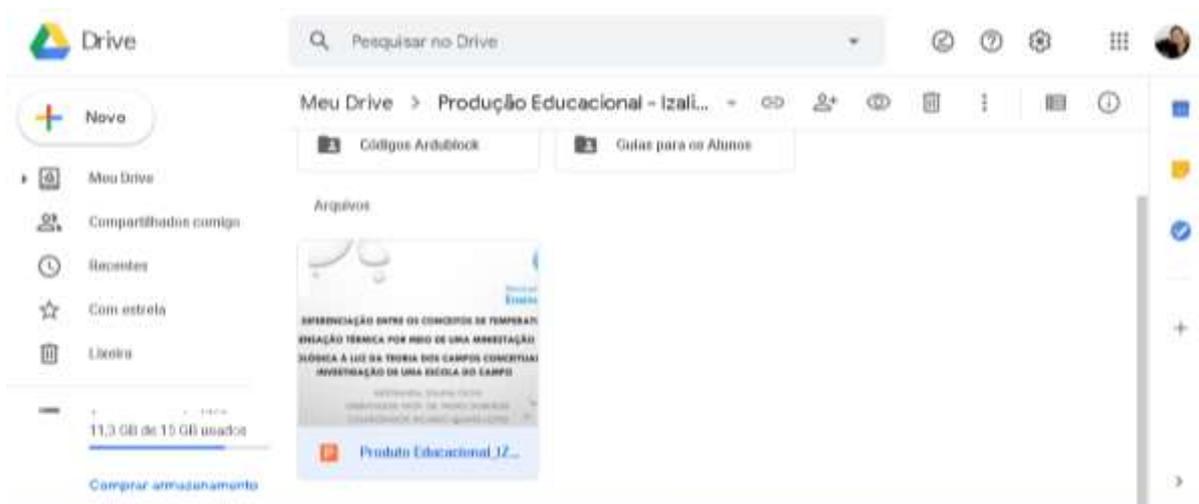
<p>O que é o Google Drive?</p> <p>Trata-se um disco virtual, que tem como objetivo o armazenamento de arquivos na nuvem do Google.</p> <p>O Google Drive permite que seus arquivos armazenados sejam compartilhados através da conta do Google. É possível decidir com quem os arquivos serão compartilhados, além de da permissão de cada pessoa, é possível escolher quem apenas poderá visualizar, editar ou comentar nos seus arquivos.</p>	 <p>Logotipo do Google Drive</p>
---	--

Fonte: Autora

1º Passo: Acessando a Produção Educacional.

- Link da Pasta compartilhada:
<https://drive.google.com/drive/folders/1DuzAj8t1TZbw8grvHXvDDi754e3jnwie?usp=sharing>
- Ao clicar no link abrirá uma janela de um navegador contendo a pasta intitulada: **Produto Educacional – Izalina Oliva** (Figura 2).

Figura 2 – Página inicial da Produção Educacional

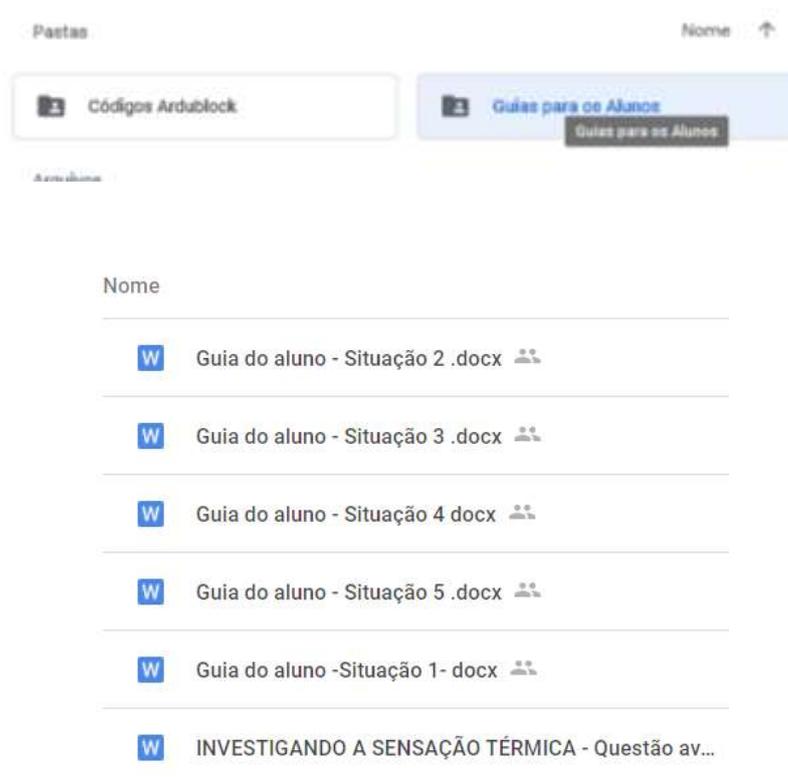


Dentro da pasta dos **Códigos do Ardublock** existe uma subpasta intitulada **Ardublock** que contém os códigos para baixar o programa e suas bibliotecas.

3º Passo: Explorando a pasta Guia para os Alunos

Para acessar essa pasta, será necessário voltar a pasta Produto Educacional. Ao clicar na pasta conforme figura 5, será possível visualizar os guias dos alunos referentes as situações-problema.

Figura 5 – Arquivos dos guias para os alunos em formato de texto.



Fonte: Autora