



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE BIOCÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM REDE NACIONAL EM ENSINO
DAS CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

GISELLY DE ANDRADE ALENCAR CAIRRÃO

**CONFORTO TÉRMICO NO AMBIENTE ESCOLAR: uma análise
metacognitiva com aplicação da cortina térmica sustentável**

Recife

2019

GISELLY DE ANDRADE ALENCAR CAIRRÃO

**CONFORTO TÉRMICO NO AMBIENTE ESCOLAR: uma análise
metacognitiva com aplicação da cortina térmica sustentável**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Rede Nacional em Ensino das Ciências Ambientais da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências Ambientais.

Área de concentração: Ensino de Ciências Ambientais.

Orientadora: Prof^a. Dra. Valéria Sandra de Oliveira Costa

Coorientadora: Prof^a. Dra. Patrícia Smith Cavalcante

Recife

2019

Catálogo na fonte Elaine
C Barroso (CRB 4/1728)

Cairrão, Giselly Andrade de Alencar

Conforto térmico no ambiente escolar: uma análise metacognitiva com aplicação da cortina térmica sustentável / Giselly Andrade de Alencar Cairrão- 2017.

68 folhas: il., fig., tab.

Orientadora: Valéria Sandra de Oliveira Costa
Coorientadora: Patrícia Smith Cavalcante
Dissertação (mestrado)– Universidade Federal de Pernambuco.
Centro de Biociências. Programa de Pós-Graduação em Rede
Nacional em Ensino das Ciências Ambientais. Recife, 2017.

Inclui referências, apêndices e anexos

1. Educação ambiental 2. Calor e temperatura 3. Sala de aula I.
Costa, Valéria Sandra de Oliveira (orient.) II. Cavalcante, Patrícia Smith
(coorient.) III. Título

363.7

CDD (22.ed.)

UFPE/CB-2019-142

GISELLY DE ANDRADE ALENCAR CAIRRÃO

CONFORTO TÉRMICO NO AMBIENTE ESCOLAR: uma análise metacognitiva com aplicação da cortina térmica sustentável

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Rede Nacional em Ensino das Ciências Ambientais da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências Ambientais.

Aprovada em: 27 / 02 / 2019.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a.Dra.Valéria Sandra de Oliveira Costa (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Ranyére Silva Nôbrega (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^a. Dra. Maria Aparecida Guilherme Rocha (Examinadora Externa) Universidade Federal de Pernambuco

*Ao meu marido **Marcelo Cairrão** pelo incentivo na busca de novos conhecimentos, pelo apoio nesta etapa acadêmica, por ser presente em todos os momentos desta construção de aprendizagem, pela compreensão das minhas ausências no momento familiar e por cuidar do nosso filho, Vinícius, o bem mais precioso. E por transformar a minha vida em uma existência plena e virtuosa.*

AGRADECIMENTOS

A **Deus** por ter permitido esta realização profissional e por conceder sempre o caminho da luz.

Aos meus **Pais** por serem a minha base, minha mãe, uma incentivadora maior dos meus estudos e meu pai, por sustentar os meus estudos e dar segurança na caminhada enquanto estava entre nós (*in memoriam*).

A minha irmã **Andreza** pelo ânimo nos momentos difíceis e torcidos em cada superação da caminhada.

Ao meu marido **Prof. Dr. Marcelo Cairrão** pelas contribuições científicas e significativas do processo fisiológico e termais deste trabalho.

A orientadora **Prof^a. Dra. Valéria Costa** pelas orientações acadêmicas, carinho e paciência, que fizeram com que este trabalho fosse realizado com êxito.

A Coorientadora **Prof^a. Dra. Patrícia Smith** pelas excelentes contribuições metodológicas deste trabalho.

Aos **meus alunos** que acreditaram neste sonho e viveram comigo esta realidade.

Aos **colegas do curso e amigos**, companheiros de tantas horas, de momentos fáceis até os difíceis, porém maravilhoso, que nosso aprendizado seja luz para nossos caminhos.

Ao **Mind Lab[®]** pela disponibilização dos conteúdos.

A **Prefeitura do Recife** pelo apoio e financiamento deste trabalho, especialmente o Emir Andrade, pessoa de muita paciência, mais resoluto.

Ao Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento –SERGEO, por ter concedido o equipamento para as medições, especialmente a **Prof^a. Dra. Josiclêda**, pelo despertar da pesquisa.

Ao Mestrado Profissional em Rede Nacional para o Ensino de Ciências Ambientais (**PROFCIAMB**), a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (**CAPES**) e a Agência Nacional de Águas (ANA) pelo apoio e oportunidade de estudo da primeira autora.



“OS PASSARINHOS”

Disponível: <https://ospassarinhos.wordpress.com/Acesso:18/02/2019>.

RESUMO

Um dos temas que se relaciona diretamente com a dinâmica escolar é o conforto térmico escolar. Este pode ter implicações tanto na aprendizagem e rendimentos dos alunos. Portanto, este trabalho teve o objetivo de explorar os conceitos de calor e temperatura através de uma análise da adaptação do método do semáforo, MindLab®, para melhorar o conforto térmico da sala de aula com a implantação de uma cortina térmica sustentável. Este estudo foi desenvolvido em uma abordagem qualitativa e quantitativa de pesquisa e o procedimento-técnico adotado foi a pesquisa-ação. Os instrumentos utilizados para coleta de dados foram o Pré-teste pictográfico, a aplicação da adaptação do Método Semáforo MindLab® para diagnóstico ambiental e as etapas da elaboração da Cortina Térmica Sustentável, com fotos e narrativas dos alunos e o Pós-teste avaliativo-questionário. Os sujeitos-alvos foram alunos do 7º b do fundamental de uma escola pública da prefeitura de Recife. O resultado pictográfico demonstrou que os alunos apresentaram certa dificuldade para diferenciar conceitualmente o calor da temperatura. A adaptação do método semáforo do MindLab® mostrou que foi possível fazer transcendências para além do próprio jogo, conseguiu fazer a adaptação para a realização de um diagnóstico ambiental, onde prever a análise do contexto, as possíveis soluções para o problema e a melhor implementação de ação. A construção da cortina térmica sustentável, feita de caixa de leite, resultou na diminuição do ofuscamento da luz solar nos cadernos dos alunos, redução da temperatura de 30°C para 28,6°C e da umidade de 85% para 66%, proporcionando um melhor conforto térmico na sala de aula, devido ao processo de evaporação da sudorese. Através da aplicação do Pós-teste avaliativo de aprendizagem foi possível verificar o “crescimento ou desenvolvimento conceitual” dos estudantes diante dos conceitos de calor e temperatura. Dessa forma, esta pesquisa proporcionou uma aprendizagem significativa nos alunos através de uma inovação didática pedagógica baseada em problemas reais inseridos no próprio ambiente escolar, incentivou o protagonismo social do alunado e contribuiu para a sustentabilidade com soluções economicamente viáveis.

Palavras-chave: Calor e temperatura. Sala de aula. Educação Ambiental.

ABSTRACT

One of the themes that is directly related to the school dynamics is the school thermal comfort. This can have implications for both learning and student achievement. Therefore, this work aimed to explore the concepts of heat and temperature through analysis of the adaptation of the traffic light method, Mind Lab®, to improve the thermal comfort of the classroom with the implementation of a sustainable thermal curtain. This study was developed in a qualitative and quantitative research approach and the technical procedure adopted was action research. The instruments used for data collection were the pictographic Pre-test, the application of the Mind Lab® Semaphore Method for environmental diagnosis and the stages of the elaboration of the Sustainable Thermal Curtain, with photos and narratives of the students and the evaluative Pos test-quiz. The target subjects were students of the seven the grade of a fundamental of a public school of the prefecture of Recife. The pictographic result showed that the students presented some difficulty to conceptually differentiate the heat from the temperature. The adaptation of the Mind Lab® semaphore method showed that it was possible to make transcendences beyond the game itself, managed to make the adaptation to carry out an environmental diagnosis, where to predict the context analysis, possible solutions to the problem and the best implementation of a solution. The construction of the sustainable thermal curtain, made from a milk carton, resulted in a reduction in sun light from students notebooks, reducing the temperature from 30°C to 28.6°C and from 85% to 66% humidity. Provide better thermal comfort in the classroom due to the evaporation process of sweating. Through the application of the evaluation evaluative test, it was possible to verify the students "conceptual growth or development" regarding the concepts of heat and temperature. Thus, this research provided significant learning in students through a didactic pedagogical innovation based on real problems inserted in the school environment itself, encouraged the social protagonism of the student and contributed to sustainability with economically viable solutions.

Keywords: Heat and temperature. Classroom. Environmental Education.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | | |
|----------------|--|----|
| Figura 1 – | Diagrama do Conforto Humano..... | 20 |
| Figura 2 – | Localização da Escola Municipal Hugo Gerdau..... | 26 |
| Figura 3 – | Etapas da pesquisa conforto térmico no ambiente escolar..... | 29 |
| Figura 4 – | Jogo MindLab [®] utilizado na pesquisa conforto térmico no ambiente escolar: kit do aluno (A) e Slogan do método do semáforo (B)..... | 30 |
| Fotografia 1– | Registro fotográfico da frente da Escola Municipal Hugo Gerdau,Recife–PE..... | 32 |
| Fotografia 2– | Registros fotográficos do entorno situado à direita (A) e esquerda (B) da Escola Municipal Hugo Gerdau, Recife-PE..... | 33 |
| Fotografia 3 – | Registro fotográfico dos cobógos da sala de aula da pesquisa conforto térmico no ambiente escolar..... | 33 |
| Figura 5 – | Processo de avaliação do conforto térmico..... | 34 |
| Figura 6 – | Associação ao conceito de calor e temperatura por meio do desenho do aluno1..... | 38 |
| Figura 7 – | Associação ao conceito de calor e temperatura por meio do desenho do aluno 2..... | 39 |
| Figura 8 – | Diagnóstico do problema ambiental da sala de aula..... | 42 |
| Fotografia 4 – | Registros fotográficos da execução do teste piloto sem a cortina (A) e com a cortina (B)..... | 44 |
| Fotografia 5 – | Registros fotográficos da confecção da Cortina Térmica Sustentável nas dependências da Escola Municipal Hugo Gerdau, Recife -PE | 45 |
| Fotografia 6 – | Registro fotográfico da distância da cortina a parede para circulação de vento e luminosidade (A), instalação da grade de sustentação no lado externo da sala de aula (B) e a instalação da cortina (C)..... | 46 |

| | | |
|---------------|---|----|
| Fotografia 7– | Registros fotográficos das temperatura e umidade relativa (A) da sala de aula, da Escola Hugo Gerdau, Recife-PE, com o Termohigrômetro Digital (B)..... | 47 |
| Figura 09 – | Adaptação do diagrama do conforto térmico humano para a realidade da sala de aula da Escola Hugo Gerdau, Recife - PE..... | 47 |
| Gráfico 1 – | Efeito da cortina de caixas de leite sobre a umidade e temperatura interna da sala de aula. | 48 |
| Gráfico 2 – | Efeito da cortina de caixas de leite sobre a diferença de temperatura medida em dois pontos diferentes da parte interna da sala de aula..... | 49 |
| Gráfico 3 – | Respostas dos Alunos à questão terceira do Pós-teste avaliativo..... | 53 |
| Gráfico 4 – | Respostas dos Alunos à questão oitava do Pós-teste Avaliativo..... | 54 |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 13 |
| 2 | REVISÃO DE LITERATURA | 16 |
| 2.1 | CONFORTO E EDUCAÇÃO AMBIENTAL ESCOLAR..... | 16 |
| 2.2 | MÉTODO SEMÁFORO MINDLAB..... | 22 |
| 3 | METODOLÓGIA | 26 |
| 3.1 | ÁREA DE ESTUDO..... | 26 |
| 3.2 | DESENHO METODOLÓGICO..... | 26 |
| 3.3 | OS SUJEITOS-ALVO. | 28 |
| 3.4 | O MATERIAL EXPERIMENTAL..... | 28 |
| 4 | ANALISE E DISCUSSÃO DOS DADOS | 32 |
| 4.1 | AS CONDIÇÕES AMBIENTAIS DA ESCOLA | 32 |
| 4.2 | PRÉ-TESTE PICTOGRÁFICO..... | 35 |
| 4.3 | ADAPTAÇÃO DO MÉTODO DO SEMÁFORO MINDLAB®..... | 40 |
| 4.4 | CORTINA TÉRMICA SUSTENTÁVEL..... | 43 |
| 4.5 | PÓS-TESTE AVALIATIVO DE APRENDIZAGEM | 52 |
| 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 57 |
| | REFERÊNCIAS | 59 |
| | APÊNDICE A– PÓS-TESTE AVALIATIVO DE APRENDIZAGEM | 63 |
| | APÊNDICE B – INFOGRÁFICO DO MÉTODO SEMÁFORO PARA DIAGNÓSTICO AMBIENTAL | 64 |
| | APÊNDICE C– CARTILHA DA CORTINA TÉRMICA SUSTENTÁVEL | 65 |
| | ANEXO A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO AOS PAIS DOS ALUNOS | 66 |
| | ANEXO B – PREMIAÇÃO DA CORTINA TÉRMICA SUSTENTÁVEL ...67 | |
| | ANEXO C – REPORTAGEM NO PORTAL DA EDUCAÇÃO DA PCR SOBRE A CORTINA TÉRMICA SUSTENTÁVEL | 68 |

1 INTRODUÇÃO

A Educação Ambiental tem sido um componente importante para repensar as teorias e práticas que fundamentam as ações educativas, seja nos contextos formais ou informais. Ela deve ser interdisciplinar, orientada para a solução dos problemas voltados para realidade local, adequando-os ao público alvo e a realidade dos mesmos, uma vez que os problemas ambientais de acordo com Dias (2004) devem ser compreendidos primeiramente em seu contexto local, e em seguida ser entendido em seu contexto global. É importante que ocorra um processo participativo e permanente, de modo a desenvolver e incluir uma consciência crítica sobre a problemática ambiental.

Abordar temas ambientais pode ser uma das formas de se ter novas estratégias de ação educacional. Um dos temas que se relaciona diretamente com a dinâmica escolar é o conforto térmico escolar, o qual pode ter implicações tanto na aprendizagem quanto no rendimento escolar. Pesquisas europeias sobre espaços de aprendizagem indicam o conforto térmico como um dos indicadores da dimensão da Qualidade Ambiental, do Sistema Avaliativo de Espaços de Aprendizagem (BROWN et al., 2017). De acordo com este sistema é importante perceber quando a temperatura do espaço (muito quente, muito frio ou variando de mais) está tirando a atenção dos estudantes e prejudicando a aprendizagem. Fornecer controle sobre o conforto térmico aos professores e alunos, como janelas, termostato, ar condicionado, ventiladores, ou outros meios para ajustar a temperatura é um dos elementos que melhora a aprendizagem dentro da sala de aula e é tarefa da gestão escolar.

Assim, correlacionar o conforto térmico da sala de aula com os assuntos curriculares é despertar novas concepções ideológicas de educação. E dependendo das concepções ideológicas e as formas de encarar o papel da educação, pode-se desenvolver, uma educação **sobre o** ambiente, com caráter estritamente cognitivo, uma educação **no** ambiente, considerada como um recurso pedagógico ou educação **com o** ambiente. Leme (2006, p.51), que define esta última, vem nos afirmar que “a educação para o ambiente é a abordagem mais

próxima de uma educação transformativa, uma educação para a mudança, uma educação que questione os valores e modelos da sociedade moderna”.

No processo de mudanças e questionamentos da estruturação curricular, da educação tradicional para a renovada, encontram-se vários autores, entre eles, Ausubel (1982) e Morin (2007), com enfoque em concepções interacionistas e cognitivas para a construção do saber. A Base Nacional Comum Curricular Brasileira (BNCC), dentre as suas dez competências gerais que os alunos devem desenvolver, aponta para:

Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas. (BNCC, 2018, p.9).

Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta. (BNCC, 2018, p.9).

Nesta perspectiva, promover atividades pedagógicas que despertem no alunado interesse por assuntos curriculares através de situações não formais de aprendizagem, como a utilização de jogos, poderá tornar as aulas dinâmicas, interativas e sociais. Aproximar a teoria da prática e incluir a apropriação de bens naturais, como os processos térmicos, torna as possibilidades de uma formação mais socialmente sustentável no âmbito escolar, promovendo as competências da BNCC.

A aplicação do método da pesquisa-ação contribui para buscar a transformação social. Este tipo de pesquisa é concebida e realizada em estreita associação com a ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo. Na pesquisa há influência do sujeito (pesquisador) sobre o objeto e vice-versa. O grupo implicado nos problemas realmente executa uma ação, e nesta o pesquisador desempenha um papel ativo no equacionamento dos problemas encontrados, no acompanhamento e na

avaliação das ações desencadeada sem função dos problemas (THIOLLENT,1985). O diálogo entre o pesquisador e o grupo, o trabalho participativo, estabelece uma relação entre o conhecimento popular e o científico, uma troca de saberes (VASCONCELLOS, 1997) que garante sentido social à produção de conhecimentos e à ação educativa.

Analisar as contribuições de uma abordagem de ensino baseada na aplicação de uma metodologia do jogo do Mind Lab®, sobre as questões termodinâmicas da sala de aula e melhorar o conforto térmico da mesma. E tentar despertar no alunado o papel transformador, que ele como sujeito social, pode transformar o ambiente no qual está inserido e buscar soluções economicamente viáveis e ambientalmente sustentáveis para o seu desenvolvimento intelectual e socioambiental.

Por fim, o objetivo geral deste trabalho é explorar os conceitos de calor e temperatura através de uma análise metacognitiva com a utilização da adaptação do Método do Semáforo, Mind Lab®, para melhorar o conforto térmico da sala de aula. E com objetivos específicos de: Comparar as concepções dos conceitos dos alunos sobre calor e temperatura com as teorias científicas; Aplicar a adaptação do Método do Semáforo do Mind Lab® para um diagnóstico ambiental da sala de aula sobre as questões termais; Verificar a temperatura e a umidade relativa da sala de aula e propor solução sustentável para resolver o problema térmico da sala.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CONFORTO E EDUCAÇÃO AMBIENTAL ESCOLAR

O ambiente construído de uma escola influencia o comportamento de seus usuários por desenvolver formas distintas de organização social. Segundo Piaget (1970), os espaços de vivência de uma pessoa, incluindo a escola, representa uma experiência decisiva na aprendizagem e na formação das primeiras estruturas cognitivas. Aprender está relacionado à capacidade de relacionar o que se aprende com o que já se sabe. Nesse processo, é vital a motivação favorável do aluno que está vinculada, entre outros fatores, à organização espacial da escola.

No espaço construído de sala de aula, estão configurados os espaços físicos (espaço material, construído), cultural (espaço imaterial composto pelo conjunto de conhecimentos, costumes, crenças e valores de uma comunidade) e simbólico (espaço imaterial constituído e símbolos, signos, ideias, tradições, culturas) (GUIDALLI, 2012).

Portanto, a sala de aula passa a ter um papel significativo no desenvolvimento social, cognitivo e afetivo dos indivíduos que frequentam o ambiente, proporcionando uma interação agradável e promovendo o bem-estar das pessoas. Porém, quando o ambiente apresenta algum desconforto ambiental, passa a ser o motivo das alterações comportamentais e a diminuição do rendimento escolar.

Como afirmam Schiff e Somjen (1985), o aumento da temperatura afeta o funcionamento dos neurônios, conseqüentemente o desempenho fisiológico e comportamental. O que é confirmado por Frota e Schiffer (2001), ao relatarem que o aumento da temperatura de 20 para 30°C de temperatura ambiente, com uma comunidade de 80%, causa redução de 28% no rendimento escolar.

A percepção de calor e frio pelo organismo humano ocorre tanto na periferia da pele (temperatura cutânea) quanto próximo às vísceras na região central do corpo (temperatura central). Nestas regiões, há presença de termorreceptores de

quente ou frio, células sensíveis a diferentes temperaturas que enviam informações para o sistema nervoso central, tendo como alvo o hipotálamo e também reflexos medulares locais. Temperaturas na faixa de 30 a 45°C ativamos receptores para quente, enquanto temperaturas de 7 a 20°C ativam prioritariamente os receptores para frio (GUYTON; HALL, 2011).

Como apontam Frota e Schiffer (2001) sobre os mecanismos de trocas térmicas entre o corpo e ambiente

O calor é dissipado através dos mecanismos de trocas térmicas entre o corpo e o ambiente, envolvendo as trocas secas — condução, convecção e radiação — e as trocas úmidas — evaporação. O calor perdido para o ambiente através das trocas secas é denominado calor sensível e é função das diferenças de temperatura entre o corpo e o ambiente. Já o calor perdido para o ambiente através das trocas úmidas é denominado calor latente e envolve mudança de estado de agregação — o suor, líquido, passa para o estado gasoso, de vapor, através da evaporação. Assim, o organismo perde calor para o ambiente sob duas formas: calor sensível e calor latente. (Frota e Schiffer, 2001, p.21)

As perturbações no conforto térmico são acompanhadas de alterações funcionais que atingem todo o organismo. Calor excessivo leva primeiro a um cansaço e sonolência, o que reduz a prontidão de resposta e aumenta a tendência de falhas, conseqüentemente diminui o rendimento escolar. Além disso, o aumento da temperatura pode relacionar-se com aumento da proliferação de microorganismos e doenças associadas. Assim, é fundamental correlacionar o conforto térmico da sala de aula com o rendimento escolar. Para que se possa ter um bom aprendizado é necessário ter um ambiente que favoreça os estudos.

As padronizações de Ambiente Escolares determinados pela Fundação para o Desenvolvimento de Educação (FDE) (Tabela 1) estabelecem critérios mínimos para se propiciar um ambiente saudável para o aprendizado escolar (SÃO PAULO, 1990).

Segundo a Norma ISO 7730 (2005), que tem a finalidade de descrever os procedimentos dos métodos de PMV (Prognóstico do Voto Médio) e PPD (Porcentagem Estimada de Insatisfeitos) para avaliar o conforto térmico do ambiente, estabelecem os critérios da relação existente entre várias pessoas num mesmo espaço com vestuário e atividades diferentes. Portanto, são apresentados numa tabela os valores da diferença de temperaturas conforme os diversos tipos

de espaços (Tabela 2) e nela consta que a temperatura para sala de aula deve ser em torno de 24,5°C, podendo variar para mais ou para menos de 2,5°C.

Tabela 1- Padronização de ambientes escolares determinados pela Fundação para o Desenvolvimento de Educação (FDE).

| AMBIENTE | PÉ-DIREITO(m) | NÍVEL DE ILUMINAÇÃO (lux) | INSTALAÇÕES |
|---------------------|---------------|---------------------------|---|
| Administração | 2,4 | 300 | Interruptor, tomada, telefone, luminárias |
| Sala de Professores | 2,4 | 300 | Interruptor, tomada, luminárias |
| Sala de Aula | 3 | 300 | Tomadas, luminárias |
| Sala de Leitura | 3 | 500 | Interruptor, tomada, luminárias, telefone, FM /TV |

A capacidade do número de salas varia de 02 a 23 salas de aula Forro obrigatório (exceto no galpão). Iluminação fluorescente

Pintura semi- impermeável até a altura do peitoril

Iluminação mínima = 1/5 da área do piso

Ventilação mínima = 1/10 da área do piso

Ventilação cruzada obrigatória nas áreas pedagógicas

Fonte: Doris, Labaki e Pina(2001).

Tabela 2 – Critérios de temperatura para diferentes tipos de espaços.

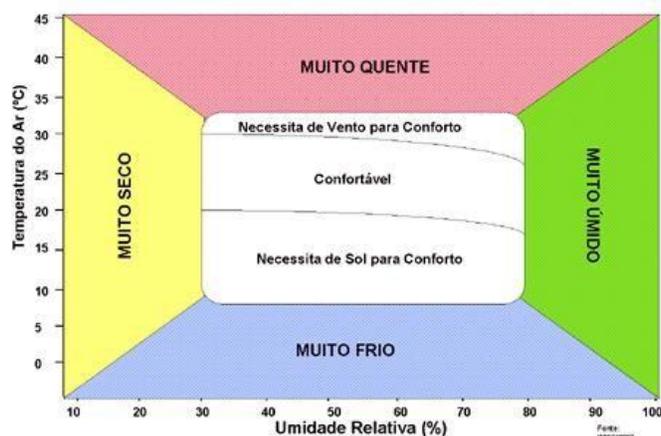
| Tipo Construção/espaço | Atividade (W/m ²) | Categoria | Temperatura Operativa 0C | | Máxima velocidade média ¹ m/s | |
|--|-------------------------------|-----------|--------------------------|----------|--|-------------------|
| | | | Verão | Inverno | Verão | Inverno |
| Escritório particular Sala deconferência Auditório Restaurante Sala deaula | 70 | A | 24,5±1,0 | 22,0±1,0 | 0,12 | 0,10 |
| | | B | 24,5±1,5 | 22,0±2,0 | 0,19 | 0,16 |
| | | C | 24,5±2,5 | 22,0±3,0 | 0,24 | 0,21 ² |
| Jardim da infância | 81 | A | 23,5±1,0 | 20,0±1,0 | 0,11 | 0,10 ² |
| | | B | 23,5±2,0 | 22,0±2,5 | 0,18 | 0,15 ² |
| | | C | 23,5±2,5 | 22,0±3,5 | 0,23 | 0,19 ² |
| lojas | 93 | A | 23,0±1,0 | 19,0±1,5 | 0,16 | 0,13 ² |
| | | B | 23,0±2,0 | 19,0±3,0 | 0,20 | 0,15 ² |
| | | C | 23,0±3,0 | 19,0±4,0 | 0,23 | 0,18 ² |

¹Máxima velocidade média é baseada na intensidade de turbulência de 40⁰ e a temperatura operativa de acordo com a Figura A2. Umidade relativa de 60% e 40% para verão e inverno, respectivamente. Para ambos o verão ou inverno a baixa temperatura na escola é usada para determinar a máxima velocidade média² Abaixo de 20⁰C. Fonte: ISO 7730 (2005).

A Norma Regulamentadora - NR17 (BRASIL,1990), subitem 17.5.2b, sobre as condições do ambiente para a execução de atividade intelectual, recomenda as seguintes condições de conforto: a) níveis de ruído de acordo com o estabelecido na NBR 10152 (INMETRO); b) índice de temperatura efetiva entre 20 e 23°C; c) velocidade do ar não superior a 0,75m/s; d) umidade relativa do ar não inferior a 40%.

De acordo com as normas citadas acima não é possível definir um valor exato para temperatura do espaço escolar, pois os fatores que atuam sobre as trocas térmicas, as variáveis do conforto térmico, encontram-se as taxas de metabolismo e isolamentos das vestimentas – fatores pessoais – e a temperatura do ar, temperatura radiante, a velocidade do ar e umidade relativa – fatores ambientais (FANGER,1970). No entanto é possível estimar os valores em torno de 23 a 24,5°C, para ambientes de atividade intelectual, como as salas de aulas das escolas. Caso, o ambiente encontre-se diferente desta margem ideal de temperatura, o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), aponta um diagrama do conforto térmico humano (Figura 1) que menciona as atitudes necessárias para adaptar o ambiente que se encontre fora dos padrões desconfortável.

Figura 1 – Diagrama do Conforto Humano.



Fonte: INMET(2018).

Portanto, é preciso um olhar atento para o ambiente escolar e as suas edificações, pois deles resultam uma boa ou má qualidade de vida escolar. Este trabalho não visa relatar a infraestrutura dos prédios escolares, mas reforçar a ideia

de que as construções das edificações, o ambiente da sala de aula, podem interferir diretamente no ensino-aprendizagem.

A busca por uma melhor qualidade de aprendizagem perpassa por um melhor conforto térmico, pois juntos representam um papel significativo no desenvolvimento social, cognitivo e afetivo dos indivíduos.

A Educação Ambiental (EA), na forma da Lei 9.795/99, entra nas escolas não como uma disciplina que deve ser implementada isoladamente, mas de forma interdisciplinar, onde sua abordagem deve ser integrada e contínua (BRASIL, 1999). Portanto, a lei tornou-se uma ferramenta importante para promover consciência ambiental no âmbito escolar.

Neste contexto, a Política de Ensino da Rede Municipal de Recife foi revisada e concluída em 2015, construindo um novo currículo da Educação Infantil e Ensino Fundamental. A nova Política de Ensino é um conjunto de orientações que auxiliam no planejamento, acompanhamento e avaliação das ações educativas, substituindo a última versão, que era de 2002. Os princípios norteadores desta política estão fundamentados nas Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica (RECIFE, 2015). O novo currículo construído visa escolas democráticas, pluralizadas, comprometidas com as diversidades (étnico-racial, de gênero, orientação sexual, estética, etc.) e voltadas para a EA integrada. Fundamentada no conceito da Ecopedagogia, este conceito está diretamente relacionado à prática pedagógica da escola cidadã, tendo sua base na Carta da Terra (PADILHA, 2004).

A Carta da Terra é uma declaração de princípios éticos fundamentais para a construção, no século XXI, de uma sociedade global justa, sustentável e pacífica. Como pertencimento da terra, olhar o ambiente com cuidados de preservação, de guarda compartilhada, obrigações mútuas, solidariedade intergeracional para uma melhor qualidade de vida, seja local e/ou global (PADILHA, 2004, p.91).

O Direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado pertence a todos, incluindo as gerações presentes e as futuras, sejam brasileiros ou estrangeiros, não está na disponibilidade particular de ninguém, nem de pessoa privada, nem de

pessoa pública. É, portanto, Dever de todos. Tanto do Poder Público como da coletividade, de defender o meio ambiente e preservá-lo, pois se trata de um bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida. Como consta na Constituição Federal de 1988, no artigo 225º com seus parágrafos e incisos (BRASIL, 2009).

É preciso um olhar para o ambiente de forma que busque tanto a sustentabilidade como o desenvolvimento sustentável. Ou seja, estabelecer um equilíbrio entre a preservação dos ecossistemas e a melhora da qualidade de vida com o limite de consumo dos recursos naturais para atender as necessidades socio econômicas e manter o desenvolvimento econômico. Cabe ao papel da escola permear sobre está estratégia para formar cidadãos com mais responsabilidade social, ativos e inclusivos.

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente, o Princípio dos **5R's** é uma medida criada para que as pessoas diminuam a produção de lixo. Trata-se de um incentivo ou uma campanha para influenciar a população a poluir menos o meio ambiente através de um consumo consciente e também por meio de um manejo sustentável dos produtos e materiais utilizados no dia a dia. O nome "**5R's**" vem da abreviação das três medidas a serem adotadas pelas pessoas para a melhoria do meio ambiente: **Reduzir, Reutilizar, Reciclar, Recusar e Repensar**. A utilização destes cinco principais passos tentar amenizar os resíduos no meio ambiente, para diminuir a geração de lixo (BRASIL,2010).

Apesar das leis serem elaboradas para que todos cumpram as suas propostas, a maioria delas só é efetivada pela iniciativa das próprias escolas, que cumprem e propagam as leis. O papel exercido pelas escolas no corpo escolarenas suas adjacências causa um impacto diferencial e positivo no processo de conscientização e sensibilização ambiental.

Como mencionam Philippi Junior e Pelicioni (2000),a educação ambiental deve transcender o caráter de efetivo instrumento de gestão e tornar-se uma "filosofia de vida", uma vez que "conduz à melhoria da qualidade de vida e ao equilíbrio do ecossistema para todos os seres vivos.

2.2 MÉTODO SEMÁFORO MIND LAB®

A metacognição foi definida desde a década de 1970 como o conhecimento que as pessoas têm sobre seus próprios processos cognitivos e a habilidade de controlar esses processos, monitorando, organizando, e modificando-os para realizar objetivos concretos (FLAVELL,1976). Em outras palavras, se refere à habilidade de refletir sobre uma determinada tarefa (ler, calcular, pensar, tomar uma decisão) e sozinho selecionar e usar o melhor método para resolver essa tarefa.

Segundo Valente *et al.* (1989), a metacognição exerce influência em áreas fundamentais da aprendizagem escolar, tais como, na comunicação e compreensão oral e escrita e na resolução de problemas, constituindo assim, um elemento chave no processo de “aprender a aprender”. Embora desenvolver a metacognição seja o objetivo de toda a educação escolar, isto é, fazer com que os alunos planejem suas ações futuras com base nos conhecimentos adquiridos, identificando suas próprias dificuldades e procurando métodos mais eficazes para superá-las, esse processo nem sempre é desenvolvido/ensinado nas salas de aulas. E uma vez que a prática da metacognição conduz a uma melhoria da atividade cognitiva e motivacional e, portanto, a uma potencialização do processo de aprender (RIBEIRO,2003), a escola tem um papel fundamental de trabalhar esse processo junto ao alunado.

O jogo Mind Lab®, Projeto MentelInovadora, tem suas origens no Grupo Mind Lab®, criado em 1994 em Israel. Em 2006, esta Metodologia chegou ao Brasil. Várias escolas, sejam públicas ou privadas, adotaram a sua metodologia no currículo escolar. Está alicerçado em três pilares: jogos de raciocínio, professor mediador e métodos Metacognitivos. As atividades de tal grupo baseiam-se em estudos e aplicações de uma metodologia que apresenta uma abordagem inovadora para o desenvolvimento de habilidades cognitivas, sociais, emocionais e éticas, recursos para a vida, por meio de jogos de raciocínio (MINDLAB®,2014).

A Prefeitura da Cidade do Recife (PCR) incorporou o jogo MindLab® no componente curricular escolar da rede. Ele não é específico de uma disciplina,

apesar de exigir raciocínios nas ações, típico de matemática, ele pode ser aplicado em qualquer conteúdo. Existe um processo de formação continuada para os professores municipais, que aderiram ao programa, vivenciar o jogo e a realização da formação ocorre bimestralmente, na Escola de Formação e Aperfeiçoamento dos Educadores do Recife Professor Paulo Freire (EFAER). Os alunos ganham um kit contendo o livro do aluno e um jogo. O professor recebe o livro do professor e também um jogo do kit do aluno, a parte operacional propõe um currículo organizado em anos e faixa etária e é constituído por passos, módulos, habilidades e objetivos e recursos didáticos.

Os Métodos Metacognitivos são instrumentos norteadores e organizadores do pensamento, construídos a partir das estratégias e conceitos estudados na prática com o jogo. São dez métodos descritos: Método da Árvore do Pensamento, das Aves Migratórias, do Detetive, da Escada, do Espelho, da Filmadora, do Filtro, do Pintor, do Semáforo, e método da Tentativa e Erro (MINDLAB[®],2014). O método a ser aplicado é o Método do Semáforo, um organizador de tempos internos em relação ao “parar”, “pensar” e “agir”, ou seja, "tomada de consciência", "análise e planejamento da ação" e "decisão e implementação". Tem como objetivo desenvolver a habilidade do aluno de modo que possa atuar de maneira crítica e responsável.

O Projeto MentelInovadora configura-se como um espaço-tempo, dentro da grade curricular da escola, para propor práticas pedagógicas de concepção interacionista, em que são valorizadas as ações individuais e coletivas, para a construção do conhecimento. Não são aulas "de jogos", são aulas "com jogo" (GARCIA, 2009), o principal não é formar jogadores e sim formar cidadãos para o fortalecimento do desenvolvimento das habilidades. São situações problemas de conteúdos curriculares de várias disciplinas para tentar estabelecer conexões e significações que permitam avaliar o valor e a importância destes conteúdos para a sua vida e a inserção social, levando o aluno a uma abordagem interdisciplinar.

Segundo Dohme (2003), a aprendizagem se constrói através de um processo interno do aluno, fruto de suas próprias pesquisas e experimentações. É

a busca do indivíduo no seu processo de crescimento e desenvolvimento intelectual. É no jogo e pelo jogo que a criança é capaz de atribuir aos objetos significados diferentes; desenvolver a sua capacidade de abstração e começar a agir independentemente daquilo que vê, operando com significados diferentes da simples percepção dos objetos. É necessário que a atividade de jogo proposta, represente um verdadeiro desafio ao sujeito despertando-o para a ação, para o envolvimento com a atividade, motivando-o ainda mais.

O jogo, pelo seu caráter propriamente competitivo, apresenta-se como uma atividade capaz de gerar situações-problema provocadoras, onde o sujeito necessita coordenar diferentes pontos de vista, estabelecer várias relações, resolver conflitos e estabelecer uma ordem. Alguns autores já evidenciam a importância da interação entre homem e ambiente e como resolvemos conflitos ocasiona dos desta relação.

A teoria Vygotskyana têm influenciado a prática pedagógica na escola como “zona de desenvolvimento proximal”, que localiza a região de ação do professor no espaço entre o que o aluno já realiza autonomamente e o que realiza com a ajuda de um outro mais experiente (seja um adulto ou um colega); e a “mediação”, entendida como a interposição, entre o sujeito e o meio, de elementos tanto semióticos (linguagem, signos, cultura) quanto pessoais (o professor, os pais, o colega) (VYGOTSKY, 1989).

Gardner (2000) define inteligência basicamente como a capacidade de resolver problemas. Como os seres humanos se deparam com diversos tipos de problemas e demandas, diferentes inteligências são acionadas, estimuladas, desenvolvidas. Em suas pesquisas sobre as inteligências múltiplas, definiu inicialmente sete, deixando claro que não esgotariam os potenciais humanos: Lógico-matemática, Linguística, Musical, Espacial, Cinestésico-corporal, Intrapessoal e Interpessoal.

Segundo o autor, todos os seres humanos nascem com todo o espectro de inteligências, inicialmente com maior ou menor potencial. Entretanto, suas inteligências serão mais ou menos desenvolvidas dependendo de suas histórias

personais de interações. Ou seja, as pessoas nasceriam, segundo o autor, com diferentes talentos; entretanto, o quanto estes talentos irão se desenvolver dependeria do ambiente sócio-cultural em que vivem.

Já Morin (2007) apresenta a noção de “pensamento complexo”, que implica na necessária interligação entre os saberes, que devem transcender a linearidade e a segmentação. Ou seja, a necessidade de romper com a fragmentação do saber, que divide as disciplinas, as categorias cognitivas e os tipos de conhecimento. Ele procura mostrar que a aspiração à complexidade tende para o conhecimento multidimensional. Isto não quer dizer que este é um conhecimento que vai dar todas as informações sobre um fenômeno estudado, mas ele vai considerar e respeitar as suas diversas dimensões.

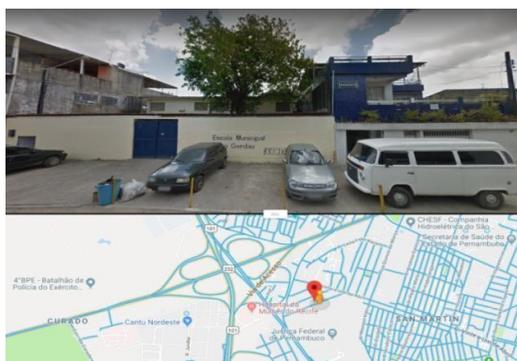
Ausubel (1982) salienta a importância de a aprendizagem ser significativa para o aluno. Portanto, a aprendizagem significativa somente é possível quando um novo conhecimento se relaciona de forma substantiva e não arbitrária a outro já existente. Para que essa relação ocorra, é preciso que exista uma predisposição para aprender. Ao mesmo tempo, é necessária uma situação de ensino potencialmente significativa, planejada pelo professor, que leve em conta o contexto no qual o estudante está inserido e o uso social do objeto a ser estudado.

3 METODOLOGIA

3.1 ÁREA DE ESTUDO

A implementação deste trabalho ocorreu na Escola Municipal Hugo Gerdau (Figura 2), localizada na rua Coronel Mizael de Mendonça, S/N, no bairro de San Martin, 5ª Região Político-Administrativa (RPA-5) do Recife, situada na Zona Oeste da Região Metropolitana do Recife, Pernambuco. A referida escola é constituída por alunos do fundamental I e II e a Educação de Jovens e Adultos (EJA). O local específico do experimento foi a sala de aula, localizada no piso superior, na parte de atrás da escola, posicionada no poente.

Figura 2- Localização da Escola Municipal Hugo Gerdau, Recife, Pernambuco.



Fonte: <https://www.google.com.br/maps/>, 2019.

3.2 DESENHO METODOLÓGICO

Este estudo foi desenvolvido em uma abordagem qualitativa e quantitativa de pesquisa. A pesquisa qualitativa proporciona uma melhor compreensão do contexto do problema, por interpretar aspectos imateriais, como opiniões, intenções, sensações, pensamentos, comportamentos e sentimentos, enquanto a pesquisa quantitativa procura quantificar os dados e aplicar a alguma forma da análise estatística (Malhotra, 2001). A pesquisa qualitativa pode ser usada, também, para explicar os resultados obtidos pela pesquisa quantitativa. Assim, o intuito de utilizar as duas abordagens neste projeto foi de complemento e não como concorrentes, com a finalidade de cruzar o máximo de informações e

oferecer um resultado robusto para a pesquisa.

A pesquisa foi dividida em duas etapas. A primeira foi a qualitativa para observação da situação da sala, posturas, falas e comportamentos dos alunos, as concepções dos alunos sobre conceitos de calor e temperatura e as atitudes para resolver problemas. A segunda etapa foi a realização da análise quantitativa, que compreendeu por meio das estatísticas, tanto do pós-teste, quanto da verificação da temperatura e umidade da sala, além dos cálculos de medições para a instalação e construção da cortina térmica sustentável.

Quanto à classificação aos objetivos da pesquisa foram exploratórios e explicativos. De acordo com Gil (1999), a pesquisa exploratória tem como objetivo principal desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores. Portanto, foi necessário entender a percepção individual de cada aluno sobre calor e temperatura e relacionar com os conceitos formais sobre o assunto. Já o tipo de pesquisa explicativo, preocupa-se em identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos (GIL,2008). Ou seja, este tipo de pesquisa explica o porquê das coisas através dos resultados oferecidos. Buscou-se uma explicação para os processos térmicos vividos na sala, em relação à temperatura e umidade.

O procedimento-técnico adotado foi a pesquisa-ação. Segundo Demo (1989), a pesquisa-ação, é considerado um método alternativo, que propõe a partir da realidade social e da sua complexidade e totalidade, dotada de horizontes subjetivos, construir métodos adequados para captá-la e transformá-la. Ou seja, a partir da identificação do problema coletivo, houve propostas de soluções e implementações de ações para resolvê-lo. Na pesquisa há influência do sujeito (pesquisador) sobre o objeto e vice-versa.

Os Instrumentos utilizados para coleta de dados foram os Pré-Teste Pictográficos e o Pós-Teste Avaliativo - questionário, a diagnose da adaptação do Método Semáforo e as etapas da elaboração da cortina, com fotos e narrativas dos alunos, além da pesquisa bibliográfica sobre o assunto abordado, onde foi

desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos (GIL, 2008). A coleta de dados ocorreu todas as tardes, no horário escolar, na própria sala de aula, durante de maio a dezembro de 2017.

O estudo caracterizou-se como um projeto de EA formal, porque foi desenvolvido como prática educativa integrada alinhada aos conteúdos de ciências, mas também permeando os conteúdos de matemática, geografia, português e artes. Além disso, ocorreu dentro da própria instituição escolar. Ele não foi incorporado como uma prática específica de ciências, mas como uma perspectiva de interdisciplinaridade vinculada ao pluralismo de ideias e concepções pedagógicas e no desenvolvimento de atitudes individuais e coletivas que considerem a interdependência entre os meios naturais, sociais, econômicos e culturais, em um enfoque de valorização da sustentabilidade atual e futura.

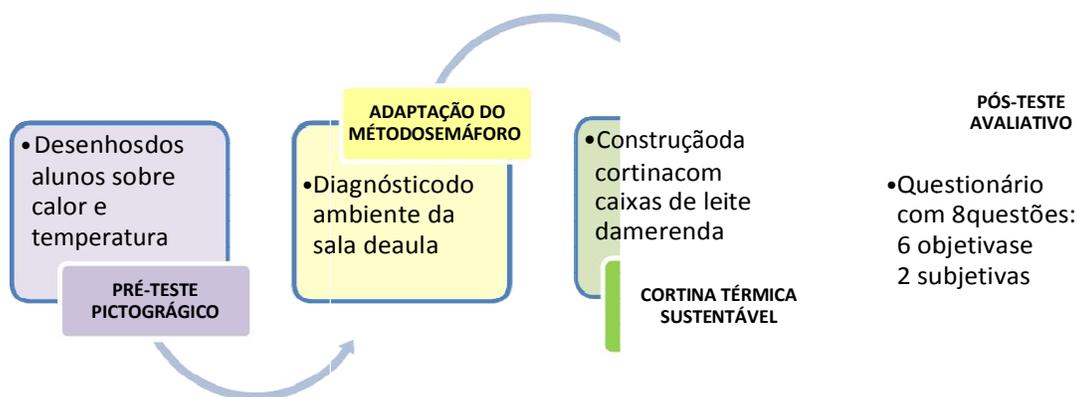
3.3 OS SUJEITOS-ALVO

A pesquisa foi implementada com 25 alunos do fundamental II, com idades entre 12 a 13 anos, 7ºB do turno da tarde da referida escola. Foi solicitado o termo de consentimento livre e esclarecido dos pais para permitirem seus filhos participarem da pesquisa (Anexo A). A turma foi escolhida devido as manifestações fisiológicas que apresentavam perante as condições ambientais da sala de aula. Outro fator importante, é que por serem do 7º ano, ainda não vivenciaram conceitos dos processos térmicos, não receberam orientações metodológicas do estudo da temática e nem sofreram influências contextualizadas dos livros, trazendo apenas o conhecimento prévio do assunto. Além disso, era a turma que teria que desenvolver um projeto para apresentar na Feira de Conhecimento (FECON) da rede municipal de Recife.

3.4 MATERIAL EXPERIMENTAL

Para melhor entendimento da realização da pesquisa, foi elaborado um passo-a-passo de cada etapa da pesquisa, na ordem cronológica dos acontecimentos (Figura 3).

Figura 3– Etapas da pesquisa conforto térmico no ambiente escolar.



Fonte :Giselly de Andrade Alencar Cairrão, 2018.

3.4.1 Pré-teste pictográfico

Na aplicação do pré-teste pictográfico sobre calor e temperatura, os desenhos foram livres e individuais. Os critérios de análise dos desenhos adotados foram a representação social que cada um dos alunos fizeram, nos seguintes aspectos:

- * estar associado efetivamente ao conceito de calor e temperatura?
- * fez alguma relação com água, temperatura e calor?
- * precisou escrever (escrita explicativa) para se expressar?
- * fez relação ao ambiente, a pessoas ou aos dois?

Após o Pré-teste foram realizadas explicações dialogadas sobre os referidos assuntos do teste, com questões de problematização, enfocando a diferença de calor e temperatura; como ocorrem às transferências de calor do ambiente para o corpo e vice-versa; como o corpo mantém o equilíbrio térmico; para que serve o termômetro; qual a importância da reutilização de materiais, principalmente o alumínio; e outros conceitos interligados como efeito estufa, aquecimento global, variações climáticas decorrentes de edificações. Os assuntos foram abordados de forma que contemplasse os esclarecimentos necessários para entendimento da vivência ocorrida na sala de aula, pois processo termodinâmico será vivenciado por eles quando chegarem no 9º ano, do fundamental.

3.4.2 Adaptação do Método do Semáforo Mind Lab® para diagnóstico ambiental

Após os desenhos, os alunos vivenciaram o jogo Mind Lab® (Figura 4A), que apresenta uma metodologia de métodos metacognitivos, que são instrumentos norteadores e organizadores do pensamento, construídos a partir das estratégias e conceitos estudados na prática com o jogo (MIND LAB®, 2014). Assim, o jogo de tabuleiro físico, Diamonds da MindLab®, que tem como metodologia o método semáforo (Figura 4B) foi aplicado aos 25 alunos, uma vez por semana, em duas aulas, durante um mês, em duplas. Este jogo é um organizador de tempos internos em relação ao “parar”, “pensar” e “agir” e tem o objetivo de desenvolver a habilidade de atuar de maneira crítica e responsável.

Os métodos metacognitivos são caminhos mobilizadores do pensar e do posicionar-se diante de uma situação-problema que contribuem no desenvolvimento de atitudes e tomada de decisões na vida real. A finalidade é comparar as percepções dos alunos depois da aplicação da adaptação do método metacognitivo com as questões ambientais da escola.

Figura 4- Jogo Mind Lab® utilizado na pesquisa conforto térmico no ambiente escolar: kit do aluno (A) e Slogan do método do semáforo (B).



Fonte: <http://mindlab.com.br/mindlab/index.php/programa-deensino--mente-inovadora/ensino-fundamental/>

Após a vivência do jogo, foi aplicada a adaptação do método do semáforo para diagnóstico ambiental da sala de aula, a partir dos objetivos de cada etapa.

1 - Etapa - Vermelho: tomada de consciência

- Análise do contexto, do entorno,

Pergunta questionadora: Quais os problemas que acometiam a sala de aula e atrapalhavam o ensino?

2- Etapa - Amarelo: introspecção

- Análise e planejamento da ação

Pergunta questionadora: Quais as possíveis soluções para resolver o problema?

3 - Etapa - Verde: ação

- Decisão e implementação da ação

Pergunta questionadora: Qual solução é viável para execução?

3.4.3 Pós-Teste Avaliativo de aprendizagem

O Pós-Teste Avaliativo do processo de ensino aprendizagem foi um questionário composto por oito questões, seis objetivas e duas subjetivas (Apêndice A). Realizado no final de 2018, com os 25 alunos da turma do 7° B, na execução final desta pesquisa. As questões objetivas abordaram conceitos de transpiração, função da reutilização da caixa de leite e do alumínio, finalidade do termômetro, entre outros. Já as questões subjetivas, aportaram para discussão aberta sobre os conceitos propriamente ditos de calor e temperatura. Assim, as análises dos dados foram obtidas pelo número de acertos de cada questão do pós-teste, tanto para as objetivas quanto as subjetivas.

4 ANALISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

4.1 CONDIÇÕES AMBIENTAIS DA ESCOLA

A Escola Municipal Hugo Gerdau apresenta terreno pavimentado com cimento (Fotografia1), recebe incidência direta do sol durante todo o dia. A parte de trás da escola é toda fechada com paredes, sem grande circulação de ventos, as salas não possuem janelas, apenas cobogós. O pátio é pequeno e cimentado, com apenas uma árvore que sombreia apenas o lado direito da escola, ficando o restante dos espaços, a maior parte, exposto ao sol.

Fotografia 1- Registro fotográfico da frente da Escola Municipal Hugo Gerdau, Recife – PE.



Fonte: Giselly de Andrade Alencar Cairrão, 2017.

O entorno da escola é caracterizado por ser um bairro tipicamente residencial (Fotografia 2), de moradias simples. Um ambiente urbano populoso e poluído, com fluxo intenso de carros, um depósito de reciclagem na frente da escola, ruas asfaltadas e sem árvores, favorecendo assim as "ilhas de calor", fenômeno climático que ocorre principalmente nas cidades com elevado grau de urbanização (OLIVEIRA, 2012). Dentre os impactos negativos causados ao ser humano pelas Ilhas de calor pode ser citado o desconforto térmico, causa de em muitos casos pela falta de sombra, e o papel desempenhado no aumento da poluição do ar devido à grande quantidade de automóveis em circulação (GARTLAND, 2010, p.179)

A sala de aula fica no piso superior e posicionada para parte de trás. A sala não apresenta janelas, possui apenas cobogós (elementos vazados de cimento)

(Fotografia 3) para circulação de ventos, e ainda recebe a irradiação solar durante toda a tarde, no período das aulas, permitindo passar além da emissão de calor para dentro da sala, a reflexão da luz solar diretamente nos cadernos dos alunos, ocasionando o ofuscamento nas crianças e gerando grandes desconfortos.

Fotografia 2- Registros fotográficos do entorno situado à direita (A) e esquerda (B) da Escola Municipal Hugo Gerdau, Recife-PE.



Fonte: <https://www.google.com.br/maps>, 2019.

Fotografia 3 – Registro fotográfico dos cobógos da sala de aula da pesquisa conforto térmico no ambiente escolar.



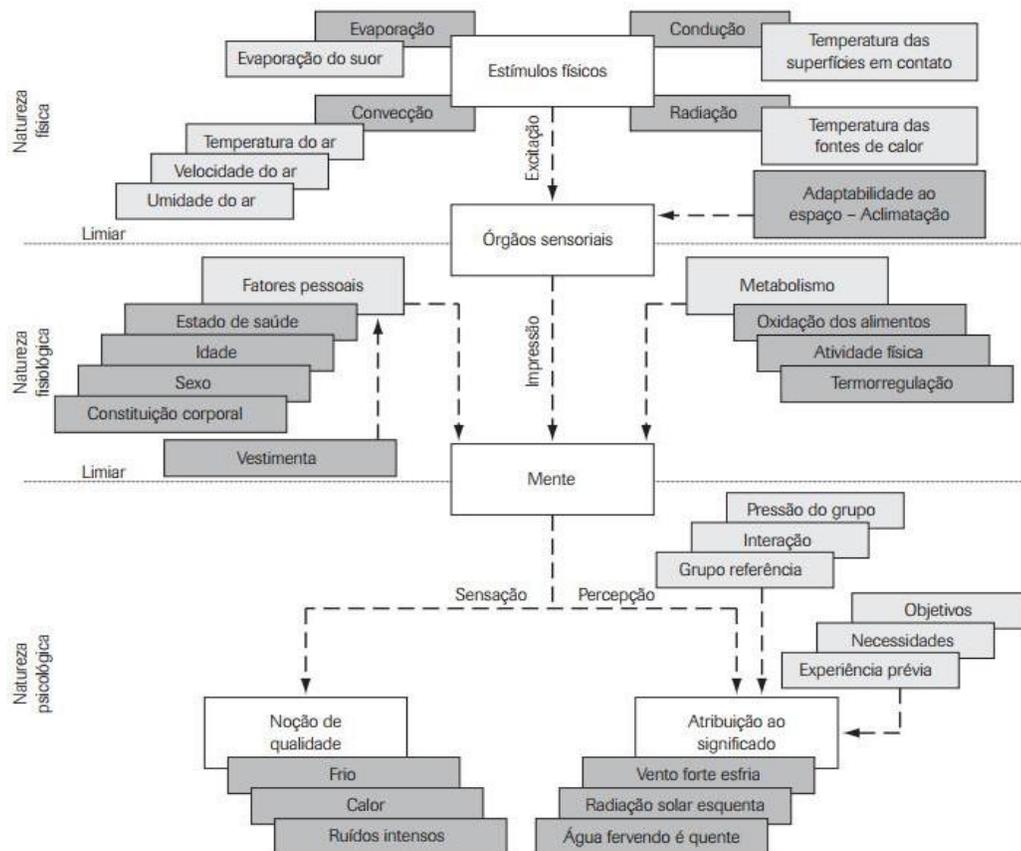
Fonte: Giselly de Andrade Alencar Cairrão, 2017.

Apesar de ser um problema estrutural do prédio, a solução encontrada para resolver esta situação foi de modo pedagógico, pois toda e qualquer interferência no ambiente de estudo reflete no ensino-aprendizagem dos alunos e por isso, o motivo de analisar o conforto térmico escolar. Na verdade, existem várias pesquisas desenvolvidas em laboratório e em campo que têm verificado a relação entre o conforto térmico e o desempenho dos indivíduos (FANGER, 1970). Dentre eles, estão os trabalhos de Wargocki *et al.*(2005) onde relatam que o aumento da temperatura e a qualidade do ar reduz em a *performance* do aprendizado. Portanto, a avaliação do conforto térmico é um processo cognitivo

que envolve muitos dados influenciados por aspectos físicos, fisiológicos, psicológicos e outros (ASHRAE, 2001).

O modelo proposto por Batiz e Goedert (2006) se baseia no fato de que as sensações percebidas pelos seres humanos permitem avaliar de forma exata como as condições físicas na área analisada influem no conforto térmico. A Figura 5 apresenta em síntese o processo de avaliação do conforto térmico proposto por Batiz e Goedert. Nesse processo podem-se destacar, além das condições físicas do ambiente (natureza física) e do metabolismo (natureza fisiológica), componentes relacionados ao processo cognitivo como: experiência prévia, objetivos, necessidades e interação, os quais influenciam na atribuição de significado (BATIZ et al., 2009).

Figura 5 - Processo de avaliação do conforto térmico.



Fonte: Batiz e Goedert (2006)

Portanto, as avaliações feitas pelos alunos sobre as questões térmicas percebidas na sala de aula foram considerações importantes para diagnosticar o ambiente. Este apresentava uma infraestrutura sem condições adequada, a radiação solar direta para dentro da sala, alunos com ruborização no rosto, sudorese excessiva, pedidos constantes para ir ao banheiro, comportamentos agitados, falta de concentração, fadiga e baixo rendimento. Diante do exposto, tornou-se necessária a realização de uma intervenção no espaço físico para melhorar o conforto térmico.

Conforme Doris *et al.*(2001), a maioria das escolas apresentam ventilação inadequada devido as orientações das aberturas em sala de aula e a inadequação dos elementos de proteção solar, gerando assim insolação excessiva. Uma situação que pode ser corrigida com dispositivos de controle solar, que evitem a incidência de insolação sobre os usuários da sala de aula e melhorando expressivamente o seu conforto térmico.

4.2 PRÉ - TESTE PICTOGRÁFICO

O que orientou a ação pedagógica deste trabalho foi a vivência cotidiana dos conceitos termodinâmicos da física, através das temperaturas elevadas da sala de aula do 7ºB, sem mesmo terem recebido o conhecimento formal sobre o assunto. O uso constante dos conceitos termodinâmicos na perspectiva de senso comum por parte dos alunos sobre o próprio ambiente da sala despertou a atenção para o estudo. A dinâmica das aulas eram constantemente interrompidas pelas seguintes falas dos alunos: **aí que calor!, tô morrendo de calor!, vou derreter!, posso beber água?, posso ir no banheiro?.**

Portanto, como aproveita esta situação para introduzir conceitos que não são correspondentes a série? O maior desafio destas aulas foi buscar alternativas pedagógicas para proporcionar a evolução conceitual (MORTIMER,1996), no sentido de melhorias das concepções de calor e temperatura dos alunos, com a introdução de conceitos térmicos através da interação dos próprios indivíduos entre si e como meio (a sala de aula).

Ao analisar a Política de Ensino da Rede Municipal do Recife (RECIFE, 2015) encontra-se a seguinte situação: “no 7º ano não consta no planejamento escolar dessa Política, os direitos de aprendizagem dos conteúdos calor e temperatura e nem no livro adotado em sala de aula”.

Neste sentido, foi necessário romper com a fragmentação do saber específico trazido nos livros, onde divide qual assunto é pertinente a cada turma e qual não deve ser explicitado, para se fazer compreender a situação vivenciada e imposta na sala de aula. Foi de suma importância a quebra da linearidade do ensino.

Ao trazer a ideia de “pensamento complexo”, Morin (2007) mostrou a interligação entre os saberes, que devem transcender a linearidade e a segmentação. Ou seja, a necessidade de romper com a fragmentação do saber, que divide as disciplinas, as categorias cognitivas e os tipos de conhecimento. Ele procura mostrar que a aspiração à complexidade tende para o conhecimento multidimensional. Isto não quer dizer que este é um conhecimento que vai dar todas as informações sobre um fenômeno estudado, mas ele vai considerar e respeitar as suas diversas dimensões.

O currículo de ciências deveria permitir uma maior adequação entre os conteúdos significativos para os alunos e os conteúdos prescritos pela política pública educacional. Ou seja, “deve ser um currículo relacional, não apenas entre conceitos de um dado campo disciplinar das ciências, mas que permita um diálogo efetivo entre as vivências dos estudantes, os conceitos científicos e seus impactos na sociedade” (AGUIAR JR, 1999, p.88). A BNCC já aponta para isso,

as decisões pedagógicas devem estar orientadas para o desenvolvimento de competências. Por meio da indicação clara do que os alunos devem “saber” (considerando a constituição de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores) e, sobretudo, do que devem “saber fazer” (considerando a mobilização desses conhecimentos, habilidades, atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho). (BNCC, 2018, p. 13).

Ausubel (1982) introduz e salienta o conceito de aprendizagem significativa para o aluno. A aprendizagem significativa é possível quando um novo

conhecimento se relaciona de "forma substantiva e não arbitrária" (p.14) aos conhecimentos existentes do próprio aprendiz. Para que essa relação ocorra, é preciso que o "processo de assimilação da nova informação modifique os conceitos "subsunçores", transformando-os em conceitos mais gerais e abrangentes" (GUIMARÃES, 2009, p.199). Ao mesmo tempo, é necessária uma situação de ensino potencialmente significativa, que leve em conta o contexto real no qual o estudante está inserido e o uso social do objeto a ser estudado para criar ações de aprendizagens efetivas. Assim, ao realizar os desenhos pictográficos os alunos puderam expressar os seus conhecimentos prévios do assunto sobre calor e temperatura, vivenciada na prática pelo desconforto térmico da sala de aula e através das discussões dialogadas do assunto termodinâmico e da aplicação do Método do jogo, criou não só "pontes cognitivas" mais ações para transformarem o ambiente inserido, como foi a construção da Cortina Térmica Sustentável.

Para as análises do Pré-teste Pictográfico e Pós-teste Avaliativo, espera-se *a priori* que os alunos expressem livremente como entendem a respeito de calor e temperatura e *a posteriori* que consigam diferenciar esses conceitos científicos sobre calor e temperatura, estabelecidos pela física clássica.

Dos 25 desenhos elaborados pela turma do 7º ano B, apenas três alunos conseguiram expressar efetivamente a diferença entre calor e temperatura. Os alunos se expressaram livremente sobre o entendimento dos seus conhecimentos prévios sobre calor e temperatura, porém percebeu-se uma distância enorme dos reais conceitos científicos da termodinâmica.

Nas análises dos critérios do pré-teste pictográfico (Tabela 3) foram observados que muitos apresentaram várias semelhanças. Houve a utilização de elementos repetitivos, como: paisagens reportando ao frio ou calor, pessoas transpirando, presenças de chuvas ou do sol e várias indicações de temperatura com termômetro.

Tabela 3- Análise dos critérios do pré-teste pictográfico aplicados na turma do 7° B.

| Critérios | 7° B |
|---|------|
| Associação efetiva ao conceito de calor e temperatura | 3 |
| Relação água, temperatura e calor | 7 |
| Expressão escrita (escrita explicativa) | 5 |
| Relação ao ambiente, pessoas e aos dois | 10 |

Fonte: Dados da pesquisa, 2017

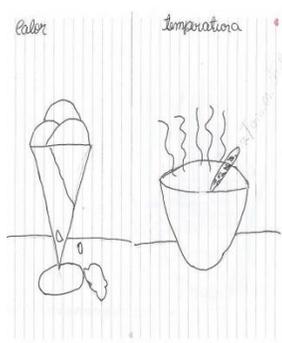
A explicação dos alunos sobre água se deu por meio do suor, das chuvas, dos lagos ou mares. Sobre o calor, por pessoas suando, ou estações do ano, no caso o verão, e clima quente. E em relação a temperatura foi sua própria medição, onde a maioria reportou para os valores de alta temperatura, variando entre 35 até 45°C e alguns mencionaram 12 e 22°C. Quanto ao critério expressão escrita, apenas cinco alunos fizeram uso da escrita para explicar o desenho que retratou. A presença de pessoas no ambiente foi bem constante.

Por fim, foi perceptível na atividade proposta que os alunos conseguiram externalizar através do desenho a importância de valorizar a relação do homem com o meio, principalmente a água, para proporcionar o equilíbrio térmico, mas houve certa dificuldade, para diferenciar conceitualmente o calor da temperatura.

Dos três desenhos analisados que efetivamente conseguiram chegar ao conceito de calor e temperatura, foram destacados dois que expressaram uma maior profundidade sobre a temática. Para o aluno que desenhou o sorvete e uma caneca, será designado aluno 1 e o que desenhou bonecos, aluno 2, o terceiro ficou muito semelhante o desenho do aluno 2 e por isso não foi necessário repetir a exposição dos argumentos.

O desenho do aluno 1 (Figura 6) fez a associação do calor com o sorvete derretido e a exposição ao ambiente mais quente. Explicitou no desenho o fato do calor está sendo transmitido do ambiente para o sorvete ou da caneca para o ambiente, e não para pessoas. Outros corpos, porção limitada da matéria, podem transmitir calor, desde que interajam entre si.

Figura 6 - Associação ao conceito de calor e temperatura por meio do desenho do aluno 1.



Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

Como afirma Aguiar (1999, p.76) **"O calor é um conceito que descreve as interações entre dois sistemas, mediante diferenças de temperatura"**. Outro detalhe para o desenho do sorvete que precisa ser ressaltado é o fato de mesmo em temperatura baixas, ele apresenta calor potencial: **"um sorvete também contém calor numa forma potencial. O corpo "frio" é aquele que possui menor quantidade de calor."** (AXT; BRÜCKMANN, 1989, p.137).

O desenho do aluno 2 (Figura 7) apresenta a regulação do corpo, como sudorese, para reduzir sua energia interna através da transferência do calor para o meio.

Figura 7- Associação ao conceito de calor e temperatura por meio do desenho do aluno 2.



Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

Como descreve Guyton e Hall (2011), no processo de transferência de energia do corpo, em forma de calor para o meio:

O primeiro meio utilizado para remover esse excesso de calor dos músculos é a sua transferência, por condução, para o sangue. Desta maneira, grande parte dessa

energia térmica é transferida para o resto do organismo pela circulação. Quando isso ocorre, a temperatura interna como um todo começa a se elevar, desencadeando reflexos fisiológicos que promovem um aumento da transferência do calor interno para a pele e desta para o meio ambiente. (Guyton; Hall, 2011, p.453)

Por fim, a necessidade de provocar conflitos cognitivos acerca do calor e temperatura foi excelente para esclarecer a situação que os alunos se encontravam, para mudar suas posturas, falas e pensamentos. Conforme Zylbersztajn (1983), a necessidade dos conflitos cognitivos aparece em muitos trabalhos, chegando a representar um consenso básico na área da pesquisa de ensino. Além disso, ocorre a necessidade explícita de partir das ideias que os alunos já apresentam o conhecimento prévio, pois estas influenciam diretamente o seu aprendizado, conhecimento adquirido.

4.3 ADAPTAÇÃO DO MÉTODO DO SEMÁFORO MIND LAB[®] PARA DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

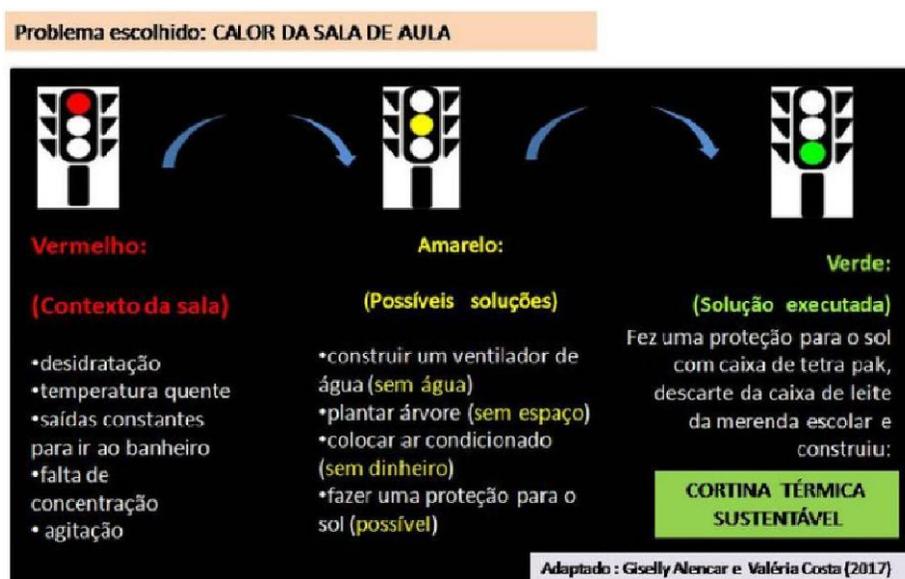
A utilização do jogo do Mind Lab[®], por meio do método do semáforo, proporcionou um treino de raciocínio para reorganizar os pensamentos, transcender questões internas, como identificar as dificuldades e superá-las, planejar ações, ter tomada de consciência e implementar atitudes para o meio externo, através de questões educacionais que busquem esta reflexão. O intuito foi estabelecer conexões entre os raciocínios metacognitivos do jogo para posicionar-se diante de uma situação-problema real.

Ao fazer a contextualização do método para aplicar a um problema real e local, como foi a situação do desconforto térmico da sala de aula, promoveu discussões entre os alunos sobre como enfrentar os próprios problemas e resolvê-los da melhor forma possível.

Para isso, foi solicitado aos alunos que elencassem quais os problemas ambientais que afetam diretamente no ensino-aprendizagem deles. Houve inúmeras discussões, listaram vários itens, como: falta de água para beber e nos banheiros, lixo no chão, barulho, falta de espaço para recreação, etc., no entanto, o que mais mencionaram e escolheram foi: "calor da sala de aula".

Diante disto, partiu-se para a aplicação da adaptação do método do semáforo para diagnóstico ambiental. A partir do problema escolhido, seguiram-se as etapas do método do semáforo. Os alunos trabalharam coletivamente para definirem cada etapa, foram deles todas as ideias e a professora teve um papel de mediar a situação, entre os questionamentos deles e os objetivos de cada etapa e depois elaborar uma ilustração (Figura 8) que melhor representasse a visualização das informações obtidas em cada etapa.

Figura 8- Diagnóstico do problema ambiental da sala de aula.



Fonte: Giselly de Andrade Alencar Cairrão, 2018.

A seguir, está às respostas dadas pelos alunos em destaque e logo em seguida, a descrição de cada momento.

1 - Etapa - Vermelho: tomada de consciência

- análise do contexto, do entorno,

“Desidratação, temperatura quente, calor, saídas constantes para ir ao banheiro e beber água, falta de concentração e agitação”.

Nesta etapa, os alunos elencaram, na lousa, os principais efeitos da alta temperatura da sala de aula. Descreveram vários desconfortos fisiológicos e

ambientais. Foi a tomada de consciência da situação-problema da sala de aula.

2- Etapa - Amarelo: introspecção

- análise e planejamento da ação

“Construir um ventilador de água, plantar árvore, colocar ar condicionado e fazer uma proteção para o sol”.

Ao escreverem na lousa, algumas propostas de possíveis soluções para resolver o problema se deparam com alguns entraves como, para realizar a construção de ventilador que jorrasse água iria demandar gasto de água que, às vezes, falta água até para os bebedouros; comprar o ar condicionado depende de recursos, a escola não dispõe de recursos e nem a PCR viabilizou os produtos; para o plantio das árvores, a escola não dispõe de espaço físico. Assim, fazer a proteção para o sol seria a solução mais viável e barata, no entanto foi necessário os alunos fazerem pesquisas sobre que material iriam usar, já que a escola não teria recursos também para comprar toldos de vinil.

3 - Etapa - Verde: ação

- Decisão e implementação da ação

“Fazer a proteção para o sol”.

Na última etapa, foi decidida a melhor solução a ser implementada na situação problemada sala de aula, com baixo custo e sustentável, onde escolheram a proteção para o sol. Portanto, era para ser uma ação pedagógica reflexiva para a questão ambiental, mas os alunos decidiram implementar a ação e construir a proteção solar, transformando-se em sujeitos ativos e participantes.

A ideia de utilizar caixa de leite veio da pesquisa de internet do projeto “forro vida longa”, que utiliza a embalagem tetra pak em persianas para melhorar o conforto térmico (SCHMUTZLER,2000) ,como a escola não possuía materiais para fazer o modelo apresentado pelo professor Schmutzler, adaptou-se para realidade local.

Decidiram fazer a proteção para o sol, com embalagem tetra pak, das caixas de leite e intitulado o nome de **Cortina Térmica Sustentável**. O nome foi proposto

de acordo com a finalidade do produto, **Cortina** por ser uma proteção para o sol, **Térmica** devido ao conforto térmico que irá proporcionar ao ambiente e **Sustentável** por ser de embalagem reutilizável, aproveitando o material disponível na escola, na merenda escolar e diminuindo o impacto no meio ambiente.

Com este trabalho de problematização, conseguiu-se que muito alunos, manifestassem suas dúvidas e incertezas e criassem um ambiente de investigação que permaneceu não só durante essas atividades, como permeou também durante as outras aulas.

Desta forma, a adaptação do Método Semáforo do Mind Lab® mostrou que foi possível fazer transcendências para além do próprio jogo, realizou um diagnóstico ambiental, onde prever a análise do contexto, com possíveis soluções para um problema coletivo e ao eleger a melhor implementação de ação, promoveu atividades significativas e comprovou a validade da adaptação do método. E com isso desenvolveu habilidade no aluno, de modo que possa atuar de maneira crítica e responsável, para as reflexões socioambientais a sua volta.

A partir desta adaptação mencionada acima, foi gerado um produto educacional construído através do *Canvas* (recurso tecnológico para criação de designer), resultando num infográfico “Método Semáforo para diagnóstico ambiental” (Apêndice B), publicado no Open Educational Resources – OER – Commons: (<https://www.oercommons.org/authoring/51641-m%C3%A9todo-sem%C3%A1foro-para-diagn%C3%B3stico-ambiental>).

Uma prática pedagógica de fácil replicação, voltada para alunos do ensino básico, mediada pelo professor, para buscar a ressignificação dos conhecimentos adquiridos e incentivar o protagonismo social do alunado.

4.4 CORTINA TÉRMICA SUSTENTÁVEL

As discussões acerca dos processos térmicos vivenciados na sala de aula e a aplicação do Método Semáforo despertaram nos alunos um interesse em transformar o espaço ambiental para se obter melhores condições de estudo e assim decidiram implementar a ideia da Cortina Térmica Sustentável. A solução dada para resolver a situação-problema da sala, foi uma alternativa viável, barata

e com grande impacto socioambiental.

De acordo com Dias (2004) os problemas ambientais devem ser compreendidos primeiramente em seu contexto local, e em seguida ser entendido em seu contexto global. É importante que ocorra um processo participativo e permanente, de modo a desenvolver e incluir uma consciência crítica sobre a problemática ambiental.

O projeto causou grande mobilização para a arrecadação das caixas de leite. Houve campanhas na escola e na vizinhança, através das mercearias, das residências e até do depósito de lixos, porém a maior arrecadação veio da própria escola, com a merenda escolar. Foi observado o cardápio da merenda onde tinha leite como oferta e nestes dias, a merendeira separava as caixas. O projeto alterou também a rotina da merendeira, que deixou de descartar as caixas de tetra pak no lixo comum e passou a separá-las para os alunos reutilizarem. Um processo de reestruturação da consciência ambiental escolar, que não só resolveu o problema térmico da sala de aula, como implementou três dos 5R's (Reduzir, Reaproveitar, Reciclar, Recusar e Repensar) (BRASIL, 2010), reduziu o lixo escolar, reutilizou as caixas de leite e repensou atitudes para melhorar o ambiente. Materiais que iriam ser descartados no lixo, como a caixa de leite, foram transformados em novas utilizações, uma nova (re)significância de valores com a construção da cortina.

As variáveis do conforto térmico utilizadas foram a temperatura e umidade. E para a verificação destas dentro da sala de aula, antes e a pós instalação da cortina, foi utilizado um Termohigrômetro da Digital Incoterm[®], que media a temperatura em graus Celsius (°C) e umidade relativa em percentagem (%).

Dentro da sala de aula, mediu-se a temperatura e umidade em quatro pontos de coleta, antes e após a instalação da cortina térmica. Foram selecionados dois locais anteriores (próximo aos cobogós (elementos vazados de cimento) e lousa na frente, e birô do professor) e dois posteriores (próximo aos cobogós do fundo e no fundo da sala). Havia um relato empírico dos alunos de que o fundo da sala seria mais quente do que a parte frontal.

Inicialmente, foi verificada a funcionalidade da cortina antes de sua

instalação com um teste piloto utilizando uma folha de papelão pintada de preto de formato arredondado a qual ficou exposta ao sol por 5 minutos, posteriormente foi medida a temperatura e a umidade com o Termohigrômetro Digital. Em seguida, colocou-se uma fileira de caixa de leite, a 10cm de distância da mandala, contendo seis caixas, como anteparo entre o papelão e o sol. Após os 5 minutos de exposição mediu-se novamente a temperatura e umidade (Fotografia 4). O resultado do teste piloto foi a comprovação da eficácia da cortina, onde ficou constatado uma redução de $1,3^{\circ}\text{C}$ da temperatura, o que antes era $29,3^{\circ}\text{C}$, depois do teste piloto ficou 28°C .

Fotografia 4 – Registros fotográficos da execução do teste piloto sem a cortina (A) e com a cortina(B).



Fonte: Giselly de Andrade Alencar Cairrão, 2017.

Para a construção da Cortina Térmica Sustentável de caixa de leite, foram usadas 24 fileiras de embalagem tetra pak, cada uma contendo nove caixas abertas, totalizando 198 caixas. Utilizou-se de cola contato sem tolueno (marca Amazonas) para unir as caixas limpas e abertas umas às outras, grampos para reforçar a colagem, e selante para impermeabilização, na parte não laminada. Todo o processo de confecção da cortina foi realizado nas dependências da escola, sob orientação da professora Giselly Alencar (Fotografia 5).

Fotografia 5 – Registros fotográficos da confecção da Cortina Térmica Sustentável nas dependências da Escola Municipal Hugo Gerdau, Recife -PE.



Fonte: Giselly de Andrade Alencar Cairrão, 2017.

Algumas caixas precisaram ser retiradas no ato da instalação para que a cortina se adaptasse ao formato irregular da parte externa da sala. Apesar da área lateral da parte interna da sala, onde estão os cobogós, possuir 2,6 m de altura e 6,62m de largura, não foi possível e nem necessário confeccionar a cortina com o valor total da altura devido parede externa da sala mencionada anteriormente. Por este motivo, optou-se pelo tamanho de 1,6 m de altura que, com a largura mencionada, totaliza 10,59 m² de área. Cada caixa de leite apresenta 24 cm de altura e 31 cm de comprimento, com área de 0,074 m². A cortina foi instalada na parte externa da sala, com distância de 30 cm para circulação de vento e luminosidade (Fotografia 6 A). Ela é em formato retangular com dimensões 1,60 x 6,62 m, fixada por arrebites metálicos a uma estrutura metálica, tipo grade, chumbada na parede e no teto para maior resistência ao vento e sol (Fotografia 6 B). A instalação foi realizada pela equipe da Engenharia da Prefeitura do Recife em 30/08/2017 às 11h e 30 minutos (Fotografia 6 C).

Fotografia 6 – Registro fotográfico da distância da cortina a parede para circulação de vento e luminosidade(A), instalação da grade de sustentação no lado externo da sala de aula (B) e instalação da cortina (C).



Fonte :Giselly de Andrade Alencar Cairrão, 2017.

As medições da temperatura e umidade da sala com o Termohigrômetro (Fotografia 7 A e B) foram no período de agosto a novembro de 2017, entre 14–15h, momento em que a incidência solar era grande, devido ao pôr do sol, os alunos registraram temperaturas de até 29,8°C e umidade 93% dentro da sala de aula, o que comprova o desconforto térmico do ambiente.

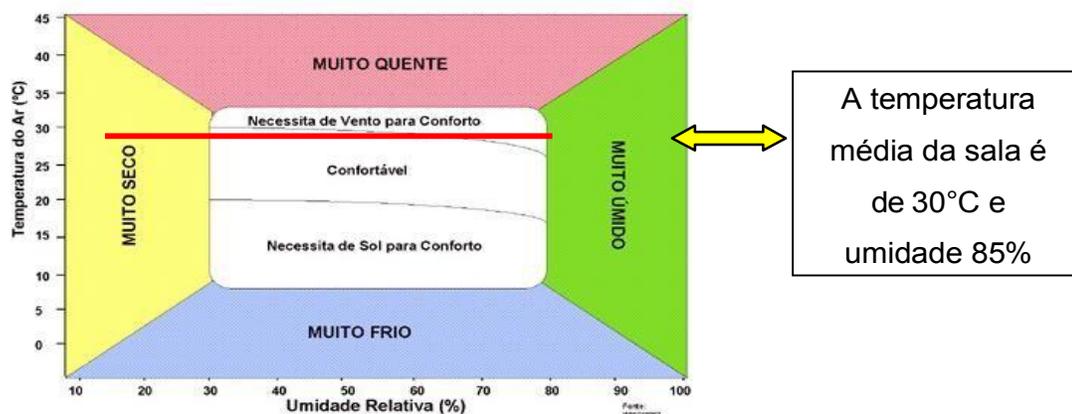
Fotografia 7 - Registros fotográficos das da temperatura e umidade relativa (A) da sala de aula, da Escola Hugo Gerdau, Recife- PE, com o Termohigrômetro Digital (B).



Fonte :Giselly de Andrade Alencar Cairrão, 2017.

Baseado no diagrama de conforto térmico humano do INMET (Figura 9) precisava-se de mais ventilação para melhorar o ambiente da sala de aula, o que comprovou, mais uma vez um ambiente muito quente e úmido da sala de aula em estudo. A situação foi solucionada ao deixar um espaçamento de 30 cm da cortina para a parede, aumentando o fluxo da corrente de vento.

Figura 9- Adaptação do diagrama do conforto térmico humano para a realidade da sala de aula da Escola Hugo Gerdau, Recife - PE.

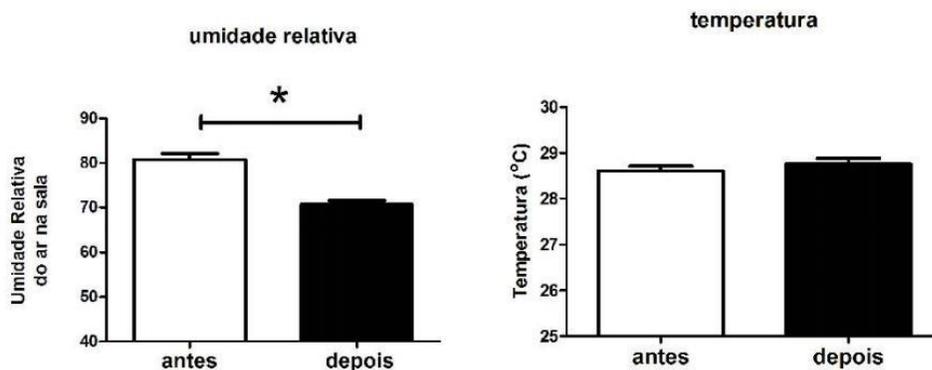


Fonte: INMET (2018), adaptado por Giselly de Andrade Alencar Cairrão.

Normas ISO 7730 (2005) estabelece em torno de 24,5°C, para ambientes de salas de aulas.

Após a colocação da cortina de caixas de leite percebeu-se a redução na umidade relativa, sem alteração significativa da temperatura (Gráfico 1), como comprovado por teste Mann Whitney Monocaudal ($p < 0,05$). Este teste não paramétrico foi aplicado porque os dados não apresentaram perfil de distribuição normal em teste de Kolmogorov Smirnof. Os dados utilizados nessa comparação referem-se à média e erro padrão da média das quatro medidas internas da sala (duas frontais e duas no fundo da sala). Tal resultado foi acompanhado por uma descrição subjetiva dos alunos de que a sala está agora "mais fria".

Gráfico 1 - Efeito da cortina de caixas de leite sobre a umidade e temperatura interna da sala de aula.



Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Assim, os mecanismos de trocas térmicas entre o corpo e o ambiente se deram tanto pelo calor latente quanto pelo calor sensível. No calor latente, o suor, líquido, passa para o estado gasoso, de vapor, através da evaporação. A sudorese do corpo evapora para o ar, reduzindo assim a energia interna, permitindo resfriamento corpóreo e evitando a sensação de "estar molhado" de suor, que significa maior conforto térmico.

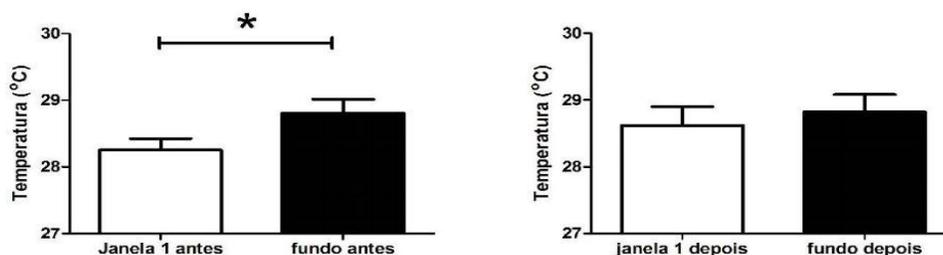
No calor sensível, foi através convecção e radiação. Na convecção foi quando colocou uma distância entre a cortina e a parede da sala, alterando a corrente de convecção do vento, supõe-se que houve um caso de “fluxo descendente, o ar, aquecido pelo contato com a superfície, encontra nela mesma uma barreira para sua ascensão, dificultando a convecção — seu deslocamento e sua substituição por nova camada de ar à temperatura inferior à sua.”(FROTA; SCHIFFER, 2001, p.32). Ou seja, o ar quente foi substituído por outro de menor temperatura, pois a cortina serviu de barreira para a sua ascensão, proporcionando um fluxo contínuo de ar, diminuindo a absorção do calor gerado pela irradiação solar dentro da sala de aula. Ainda serão realizados testes para comprovar esse fenômeno na sala de aula. Porém, através das respostas dos alunos, as percepções deles diante do ambiente são fatores importantes para considerar a avaliação do conforto térmico. Segundo a psicologia, o “processo de avaliação do conforto térmico é elucidado pelos conceitos de sensação e percepção” (BATIZ *et al.*, 2009, p.478).

Na radiação ocorreu quando as partes de alumínio da caixa de leite fora colocadas como forma de refletir a luz solar, diminuindo a incidência direta para dentro da sala. O alumínio tem a propriedade física de refletir mais de 95% do calor que chega através de radiações, e de emitir menos de 5%, dependendo do estado de polimento de sua superfície (SCHMUTZLER,2000).

Em relação a não alteração da temperatura dentro da sala, tal resultado foi diferente do esperado com base em projeto semelhante na colocação de caixas de leite no forro do teto desenvolvido por Schmutzler (2000). Porém, este estudo apresenta uma singularidade, as caixas de leite foram colocadas como anteparo externo à sala, e não no forro. Entretanto, as caixas de leite tiveram outro efeito relacionado à temperatura, causaram maior homogeneidade dentro da sala. Conforme Aguiar (1999, p.79) "a absorção de calor provoca aumento de temperatura e sua emissão provoca um abaixamento, as temperaturas tendem a se homogeneizar. Quando isso ocorre, cessam as trocas de calor entre os sistemas, e atinge-se o equilíbrio térmico".

Tal efeito pode ser comprovado no Gráfico 2 ao registrar a temperatura em dois locais da sala (janela versus fundo), percebe-se que havia uma diferença estatística (fundo mais quente) antes da colocação da cortina. Tal diferença desapareceu após a instalação, comprovando que a cortina teve efeito sobre a temperatura dentro da sala. Os dados utilizados nessa comparação referem-se à média e erro padrão de duas medidas internas da sala mencionadas anteriormente, (duas frontais e duas no fundo da sala). Estes dados não apresentaram distribuição normal no teste de Kolmogorov-Smirnof, e por essa razão utilizou-se o teste de Mann Whitney ($p < 0,05$).

Gráfico 2 – Efeito da cortina de caixas de leite sobre a diferença de temperatura medida em dois pontos diferentes da parte interna da sala de aula.



Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Assim, os resultados do presente projeto confirmaram a hipótese inicial de que a instalação do anteparo externo feito com caixas de leite melhoraria o conforto térmico da sala, além disso, diminuiu o ofuscamento da luz solar nos cadernos dos alunos. Esta melhora do conforto térmico foi atribuída a redução da umidade relativa e também ao possível espaçamento entre a instalação da cortina e a parede, que proporcionou um fluxo contínuo de ar, diminuindo a absorção direta do calor gerado pela irradiação solar para dentro da sala de aula. Todo esse processo facilitou a evaporação do suor e perda de energia interna dos corpos.

O processo de construção da Cortina Térmica Sustentável resultou em dois produtos, o tecnológico, que foi a própria elaboração da cortina e o educacional, a animação eletrônica da cortina com as fotos reais das etapas. A animação eletrônica da Cortina Térmica Sustentável (Apêndice C) publicada no endereço <https://scratch.mit.edu/projects/247118588/>, foi desenvolvida no programa Scratch, que é uma ferramenta visual e multimídia, destinada à criação e promoção de sequências animadas para a aprendizagem de programação de forma simples e eficiente (SCRATCH BRASIL, 2014). Este trabalho também proporcionou uma premiação internacional para se apresentar na Expo - Sciences International - ESI 2019, em Abu Dhabi, nos Emirados Árabes (ANEXO B) e uma notícia no portal da educação da prefeitura do Recife (ANEXO C).

4.5 PÓS-TESTES AVALIATIVOS DE APRENDIZAGEM

A noção do perfil conceitual segundo **Mortimer (1996)** pode ser entendida como

a evolução de um perfil de concepções, em que as novas ideias adquiridas no processo de ensino-aprendizagem passam a conviver com as ideias anteriores, sendo que cada uma delas pode ser empregada no contexto conveniente. Através dessa noção é possível situar as ideias dos estudantes num contexto mais amplo que admite sua convivência com o saber escolar e com o saber científico (MORTIMER,1996,p.23).

Baseado no exposto acima percebeu com a realização do Pós-teste, que mudanças radicais de concepções de senso comum para conceito científico é muito difícil de ocorrer. Segundo, Köhnlein e Peduzzi (2002), faz-se necessário apresentar aos alunos questões, problemas ou situações problematizadoras que possam fazer evoluir essas concepções para o conhecimento científico.

Portanto,foi possível verificar o “crescimento ou desenvolvimento conceitual” (Mortimer,1996) dos estudantes diante da situação problema do ambiente da sala, através das respostas dadas no pós-teste onde estas apresentaram opostas em relação ao pré-teste aplicado anteriormente. Apesar do pré-teste ter sido pictográfico, a associação correta da diferença entre calor e temperatura foi dada apenas em três desenhos dos estudantes e ao realizar o pós-teste, as respostas atingiram mais da metade dos acertos.

O Pós-teste (Apêndice A) realizado na última etapa desta pesquisa, depois de vivenciar as exposições dialogadas e as discussões dirigidas sobre os processos termodinâmicos e por serem assuntos que foram acrescentados na grade curricular da série, pois não constava no planejamento escolar da PCR para o 7º ano, apenas no 9º ano do fundamental. Há quebra da linearidade do ensino foi de suma importância para permitir um “diálogo efetivo entre as vivências dos estudantes, os conceitos científicos e seus impactos na sociedade” (AGUIAR JR, 1999, p. 88) e com a aplicação do pós-teste foi possível validar todo o processo construído desta pesquisa demonstrando uma atividade pedagógica com uma efetiva aprendizagem significativa.

As análises dos dados foram obtidas pelo número de acertos de cada questão do pós-teste, tanto para as objetivas quanto as subjetivas. Para as questões objetivas os resultados (Tabela 4), mostraram que a média do índice de acertos atingiu um percentual acima de 50%. Por exemplo, a questão sete obteve um percentual de 80% de acertos, ou seja, dos 25 alunos da turma, 20 conseguiram obter o acerto. Em algumas questões, houve um crescimento significativo nas concepções.

Tabela 4 - Distribuição da frequência das respostas em cada questão e a proporção de respostas corretas para o grupo.

| Questões | Alternativas | | | | Om | P (%) |
|----------|--------------|-----|----|-----|----|-------|
| | A | B | C | D | | |
| 1 | 6 | 17* | - | 2 | - | 68 |
| 4 | 4 | 18* | 3 | - | - | 72 |
| 5 | 2 | 1 | 11 | 12* | - | 48 |
| 6 | 7* | 13 | - | 5 | - | 2 |
| 7 | 1 | 2 | 1 | 20* | 1 | 80 |

*-resposta correta; Om-omissões; P-porcentagem de acertos.

Fonte: Dados da pesquisa,2018.

Já em outras questões, como a cinco e a seis, o índice de acertos ficou abaixo de 50%. Considerando que os estudantes da amostra acabaram de estudar o referido assunto, este resultado parece indicar certa resistência à mudança das concepções de senso comum sobre calor, temperatura e energia interna. Nota-se que mesmo após instrução formal, o aluno permanece respondendo algumas destas questões utilizando-se de suas concepções prévias. Além disso, é necessário levar em consideração que cada aluno tem seu tempo para processar novos conceitos, a assimilação de novos conhecimentos é diferenciada para cada aluno.

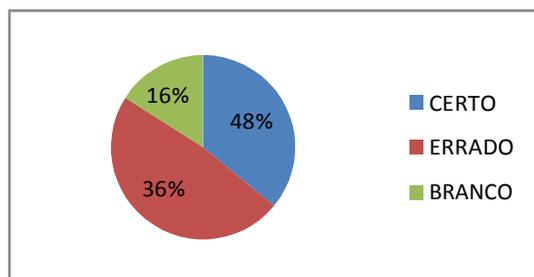
Nas questões discursivas, três e oito, houve também um índice elevado de acertos. A intenção de elaborar questões subjetivas era avaliar as “pontes cognitivas” (AUSUBEL, 1982) construídas ao longo de toda a pesquisa, permitindo

se expressarem livremente sobre o entendimento dos conhecimentos adquiridos.

Na questão três foi colocada uma charge que retratava uma pessoa exposta ao sol e com aparência de exausta e transpirando muito. Foi dada a seguinte frase: **O dia está quente, estou com calor**. E perguntado se a frase estava certa ou errada (Apêndice A).

Portanto, o aluno teria que responder que a frase está errada. A frase certa conforme as leis da física, seria: **O dia está quente, estou com energia interna alta ou poderia dizer que: o corpo está ganhando calor e não com o calor**. Das 25 respostas, a maioria dos alunos conseguiu acertar a resposta (Gráfico 3).

Gráfico 3 - Respostas dos Alunos à questão terceira do Pós-teste avaliativo



Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Segundo Silva *et al.* (2008, p.390) “calor é uma forma de transferir energia e não energia. É errôneo mensurar que o corpo transfere calor. O corpo não possui calor, possui energia interna. Esta pode ser em forma de energia cinética (térmica) ou energia potencial (química)”. Alvarenga e Máximo (1986) designam calor como:

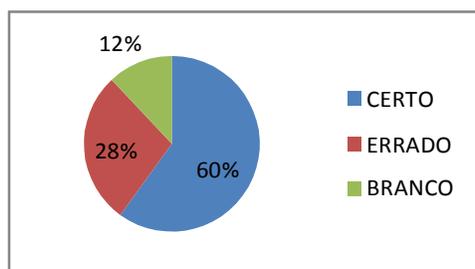
Um termo que só deve ser usado para designar energia em trânsito, isto é, enquanto ela está sendo transferida de um corpo para outro, em virtude de uma diferença de temperatura. ... Não se pode, portanto, dizer que ‘um corpo possui calor’ ou que ‘a temperatura é uma medida do calor do corpo’. Na realidade, o que um corpo possui é energia interna e quanto maior for a sua temperatura, maior será esta energia interna. Naturalmente, se um corpo está a uma temperatura mais elevada do que outro, ele pode transferir parte de sua energia interna para este outro (Alvarenga e Máximo, 1986, p.413).

O senso comum acerca dos processos térmicos, calor e temperatura, se opõem a visão da termodinâmica clássica, usualmente ensinada pela Física. Talvez pelo fato de se tratar de conceitos microscópicos, como a agitação de moléculas

da matéria ou abstratos, como a transferência de energia entre dois sistemas. Por isso, o difícil entendimento dos alunos na distinção dos conceitos científicos. E se o ensino não for atrativo, o interesse em mudar de posturas e falas também não ocorrerá.

Na oitava questão foi solicitado aos alunos, explicitamente, qual era a diferença entre calor e temperatura. Das 25 respostas, 60% conseguiram atingir com o que preceitua os conceitos da termodinâmica, 28% respostas não atingiram o entendimento da diferenciação e 12% deixaram em branco (Gráfico 4). Evidenciando que a atividade pedagógica mostrou uma aprendizagem significativa para os alunos, pois não tinham ainda a apropriação dos conceitos formais, adquiriram nas atividades, conseguiram assimilar a distinção e responder corretamente.

Gráfico 4 - Respostas dos Alunos à questão oitava do Pós-teste Avaliativo



Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Ambas as perguntas se relacionavam com calor e temperatura, porém a terceira questão usava uma charge e a oitava questão uma pergunta direta, houve um maior número de acertos com a oitava questão, evidenciando que ainda há uma certa dificuldade de interpretação de imagens por parte dos alunos.

Muitas respostas explicaram que o calor é associado a sensação quente. É comum associar quente com muito calor e o frio a uma ausência de calor, mas na verdade quente e frio são apenas sensações que dependem de uma comparação entre as temperaturas de dois sistemas. O calor não é o mesmo que temperatura, pois, para que calor tenha significado físico, é necessário que exista algum nível de temperatura (AXT; STEFFANI; GUIMARÃES, 1987). Assim quente e frio não se

relaciona com calor e sim com temperatura.

A temperatura é um parâmetro que descreve o estado de um sistema, é uma variável de estado termodinâmico cujo valor pode ser alterado por outros processos, que não envolvem fluxo de calor (AGUIAR JR.,1999). Como por exemplo, pela força de atrito, “ao atritar (esfregar) ocorre o aquecimento delas não pela conversão do trabalho em calor e sim pela conversão do trabalho em energia interna, ou seja, ocorreu elevação da energia interna da matéria (mão) sem fluxo de calor” (SILVA *et al.*, 2008, p.392).

Nessa perspectiva, o objetivo da educação científica deve ser o de promover o desenvolvimento conceitual nos estudantes, ou seja, criar condições para que o aluno reelabore os seus conceitos e possa utilizá-los nas situações em que o domínio do conhecimento científico é exigido.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os desenhos Pictográficos dos alunos demonstraram que os conhecimentos prévios dos mesmos tinham certa dificuldade em diferenciar calor de temperatura, possivelmente não só pela falta dos conceitos científicos como também pela prevalência do senso comum. O senso comum concorre diretamente, às vezes até mais forte, com o conteúdo científico, mesmo quando este é ofertado e por isso que é difícil certos conteúdos para os alunos. Assim, se faz necessário o uso de uma didática diferenciada para se fazer entender esses conteúdos.

A quebra da linearidade do ensino foi necessária para a reestruturação cognitiva dos seus pensamentos. Saber relacionar conceitos de um dado campo disciplinar das ciências, com diálogos efetivos entre as vivências dos estudantes, os conceitos científicos e seus impactos na sociedade representa uma melhor formação escolar.

A metodologia metacognitiva do Mind Lab[®] proporcionou um fator diferencial no aprendizado por facilitar a construção de conceitos e o desenvolvimento de habilidades e reorganização de pensamentos. Através do Método do Semáforo foi possível fazer transcendências para além do próprio jogo, conseguiu adaptar o jogo para elaborar um diagnóstico ambiental para resolver um problema coletivo da sala de aula, que era o desconforto ambiental. Uma nova realidade de ensino, baseada na investigação científica como preceitua a Base Nacional Comum Curricular Brasileira, que despertou no alunado o papel transformador, que ele como sujeito social pode transformar o ambiente no qual está inserido, tornando-se protagonista do próprio conhecimento.

A construção da Cortina Térmica Sustentável, feita de caixa de leite, resultou na diminuição do ofuscamento da luz solar nos cadernos dos alunos, redução da temperatura de 30 para 28,6°C e da umidade de 85 para 66 %, dentro da sala de aula, a umidade apresentou diferença estatisticamente significativa, proporcionando um melhor conforto térmico na sala de aula. Portanto, a elaboração da cortina desempenhou uma sustentabilidade ambiental como reaproveitamento da caixa de leite e a resolução de um problema coletivo escolar,

de maneira barata e eficiente.

Foi possível verificar o “crescimento ou desenvolvimento conceitual” dos estudantes diante da situação problema do ambiente da sala e a através da aplicação do pós-teste. Foi possível validar todo o processo construído desta pesquisa demonstrando uma atividade pedagógica com uma efetiva aprendizagem significativa.

Além disso, este estudo proporcionou uma aprendizagem significativa nos alunos através de uma inovação didática pedagógica baseada em problemas reais inseridos no próprio ambiente escolar. Entrelaçou os conceitos prévios com os científicos para uma melhor compreensão do processo térmico, melhorou o conforto térmico da sala e contribuiu para a sustentabilidade com soluções economicamente viáveis e ambientalmente sustentáveis consolidando a Educação Ambiental na escola.

As pretensões futuras são de dar continuidade ao monitoramento térmico da sala; fazer as verificações das medidas do fluxo de ar na sala de aula; expandir a Cortina Térmica Sustentável nas demais salas da escola; e, principalmente, ampliar a ideia nos espaços mais desfavorecidos, onde o desconforto térmico é elevado, proporcionando soluções economicamente viáveis, de baixo custo e com grande impacto sócio ambiental.

As perspectivas advindas deste trabalho é promover mudanças atitudinais nos professores necessárias para assegurar uma boa formação ao seu alunado, através do processo de reflexão-ação-reflexão que ajuda aos professores a ter clareza sobre sua prática em sala de aula. Dessa forma irá gerar mudanças na “cultura escolar”, criando comunidades de investigação que contribuirá para práticas participativas e democráticas e fazendo surgir uma ressignificação do conceito de professor, de aluno, de aula e de aprendizagem.

REFERÊNCIAS

AGUIARJR.,O. Calor e temperatura no ensino fundamental: relações entre o Ensino e a aprendizagem numa perspectiva construtivista. **Investigações em Ensino de Ciências**,Porto Alegre,v.4,n.1,p.73-90,1999.

ALVARENGA, B.; MÁXIMO, A. **Curso de física**. São Paulo: Harbra,1986.

ASHRAE.American Society of Heating and Air Conditioning Engineers. **Physiological principles for comfortand health**.In: Handbook Fundamentals. Atlanta, 2001.p.8.1–8.2

AUSUBEL,D.P.**A aprendizagem significativa**:a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes,1982.

AXT,R.;BRÜCKMANN,M.E.**O conceito de calor nos livros de ciências**.Caderno Brasileiro de Ensino de Física,Florianópolis,v.6,n.2,p.128-142,1989.

AXT,R.;STEFFANI,M.H.;GUIMARÃES,V.H.**Um programa de atividades sobre tópicos de física para a 8ª série do 1º grau**. Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física,1987.

BATIZ,E.C.etal.Avaliação do conforto térmico no aprendizado: estudo de caso sobre influência na atenção e memória. **Produção**,v.19,n.3,p.477-488,2009.

BATIZ, E. C.; GOEDERT, J. **Avaliação do Conforto Térmico em Postos de Trabalho de Motoristas de Ônibus: Estudo de Caso**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ERGONOMIA,14.,2006, Curitiba.**Anais**[...].Curitiba:ABERGO, 2006.

BNCC. Ministério da Educação.**Educação é a base**. Brasília,DF:CONSED, UNDIME, 2018. Disponível em:
<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/bncc-20dez-site.pdf>. Acesso em: 19 dez. 2018.

BRASIL.Ministério do Meio Ambiente. **Agenda 21**-Carta da Terra.2000. Disponível em:
http://www.mma.gov.br/estruturas/agenda21/_arquivos/carta_terra.pdf. Acesso em:9 nov. 2018.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Previdência Social. Portaria MTPS nº3.751,de 23 de novembro de 1990. **NR-17 Ergonomia**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 26 nov. 1990. Disponível em:
http://portal.mte.gov.br/data/files/FF80808112BE914E6012BBEFBAD7064803/nr_17 .pdf. Acesso em: 11 maio 2018.

BRASIL. **Política Nacional de Educação Ambiental**. Lei 9795/99. Brasília, DF, 1999. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=321>. Acesso em: 10 mar.2018.

BRASIL.**Constituição da Republica Federativa do Brasil**, Artigo nº225. Vade Mecum de Direito: Coleção de Leis,8ª ed.,São Paulo: Rideel, 2009.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **A política dos 5R'S**, 2010. Disponível em:<http://www.mma.gov.br/informma/item/9410>. Acesso em:10fev.2018.

Brown, M., Cevetello, J., Dugdale, S., Finkelstein, A., Holeton, R., Long,P., Meyers, C.**Learning spaces indicate thermal comfort as one of the indicators of the Environmental Quality dimension**. Learning Space Rating System. Thermal Comfort p.34, Verson 2, p.01-58, EDUCASE Learning Initiative, 2017

DEMO, P. **Ciência, ideologia e poder** São Paulo: Atlas, 1989

DOHME,V.D'Â. **Atividades lúdicas na educação: o caminho de tijolos amarelos do aprendizado**. Petrópolis: Vozes,2003.

DIAS,G.F.**Educação Ambiental**:princípios e práticas.9.ed.São Paulo:Gaia, 2004.

DORIS C. C. K. K.;LABAKI, L. C.;PINA, S. A. M. G. **Conforto e ambiente escolar**. Cadernos de Arquitetura, Bauru,n. 3, 2001.

FANGER,P.O.**Thermal comfort: analysis and applications in environmental engineering**. United States: Mc Graw-Hill Book Company,1970.

FLAVELL,J.H.Metacognitive aspects of problems olving.*In*: Resnick,L.B. (ed.). **The nature of intelligence**. Hillsdale: Erlbaum,1976.p.231-236.

FROTA,A.B.;SCHIFFER,S.R.**Manual de conforto térmico**.5.ed.São Paulo: Studio Nobel, 2001.

GARCIA, S. R. R. **Impacto do desenvolvimento de habilidades por meio daaplicação da Metodologia do Projeto Mentelnovadora**: um estudo em alunos de 5º ano do Ensino Fundamental.Estudo Internacional MindLab/INADE, 2009. Disponível em: <http://www.mindlab.com.br/mindlab/wp-content/uploads/2012/05/Estudo-Internacional-Mind-Lab-Inade-2009.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2017.

GARDNER,Howard.**Inteligências Múltiplas:Teoria na Prática**. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.

GARTLAND,L.**De ilhas de calor para comunidades frescas. In: ilhas de calor: como mitigar zonas De calor em áreas urbanas/** Lisa Gatland; tradução Silvia Helena Gonçalves. São Paulo: Oficina de Textos,2010.

GUIDALLI,Cláudia Rocha Rapuano;ELY,Vera Helena Moro Bins.**Diretrizes para o projeto de salas de aula em universidades visando o bem estar do usuário**.In:Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 14., 2012, Juiz de Fora. Anais... Juiz De Fora: ANTAC, 2012.

GUIMARÃES, C. C. **Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa**. Química Nova na Escola,São Paulo, v. 31, n. 3, p. 198-202,2009.

GIL,A.C.**Como elaborar projetos de pesquisa**.4.ed.São Paulo: Atlas,2008.

GIL,A.C.**Métodos e técnicas de pesquisa social**.5.ed.São Paulo:Atlas,1999.

GUYTON,A.C.; HALL,J.E.**Tratado de fisiologia médica**.12.ed.Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA -INMET.**Diagrama do Conforto Humano**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/confortotermicoHumano>. Acesso: 24 ago. 2018.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO
7730. Ergonomics of the thermal environment – Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of PMV and PPD índices and local thermal comfort criteria.Geneva,2005.

KÖHNLEIN,J.F.K.;PEDUZZI,S.S.**Um estudo a respeito das concepções alternativas sobre calor e temperatura**. Revista Brasileira de pesquisa em Educação em Ciências,Belo Horizonte, v. 2, n. 3,2002.

LEME,T.N. **Os conhecimentos práticos dos professores:(re)abrindo caminhos para a Educação Ambiental na escola**. SãoPaulo: Anna blume,p.51,2006.

MALHOTRA, N. K. **Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

MINDLAB®.**Projeto pedagógico Mind Lab**, 2014. Disponível em: http://www.mindlab.com.br/mindlab/wp-content/uploads/2014/04/ProjetoPedag%C3%B3gico-Mind-Lab_Vol1.pdf. Acesso em: 24 ago. 2017.

MORIN,E. **Introdução ao pensamento complexo**.3.ed.Porto Alegre: Sulina, 2007.

MORTIMER,E.F.**Construtivismo, mudança conceitual e ensino de Ciências: para onde vamos?** Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre,v.1,n.1, p.20-39,1996.

PADILHA, Paulo Roberto. **Currículo Intertranscultural: novos itinerários para a educação**. São Paulo:Cortez; Instituto Paulo Freire, 2004 (Biblioteca Freireana;v.9)

PIAGET,Jean. **A Construção do Real na Criança**.Trad. Álvaro Cabral. Rio de Janeiro: Zahar, 1970.360p.

PHILIPPI JUNIOR, A.; PELICIONI, M. C. F. **Alguns pressupostos da educação ambiental**.Educação ambiental:desenvolvimento de cursos e projetos. São Paulo: Signus Editora,2000.

RECIFE. Secretaria de Educação. **Política de ensino da Rede Municipal do Recife: ensino fundamental do 1º ao 9ºano**. In: BARROS,J.M.L.B.;SOUZA,K.M.; MAÇAIRA,E.F.L.(org.).Recife: Secretaria de Educação,2015.

RIBEIRO, C. **Metacognição: um apoio ao processo de aprendizagem**. Psicologia: Reflexão e Crítica, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 109-116, 2003.

SÃO PAULO. Secretaria do Estado de São Paulo dos negócios da Educação. **Especificações da edificação escolar de primeiro grau**. São Paulo: FDE, Fundação para o Desenvolvimento Escolar, 1990.

SCHIFF, S.J.; SOMJEN, G.G. **The effects of temperature on Synaptic transmission in hippocampal tissues lices**. Brain Research, Amsterdam, v. 345, n. 2, p. 279-284, 1985.

SCHMUTZLER, L. O.F. **Projeto forro vida longa**. Prêmio Fundação Banco do Brasil de Tecnologia Social, 2000. Faculdade de Engenharia Mecânica, UNICAMP. Disponível em: <<http://www.fem.unicamp.br/~vidalong/projleite.html>>. Acesso em: 24 maio 2017.

SCRATCH Brasil. **Sobre SCRATCH 2014**. Disponível em: <<http://www.scratchbrasil.net.br/index.php/sobre-o-scratch.html/>>. Acesso em: 27 jul. 2018

SILVA, D. *et al.* **Ensino da distinção entre calor e temperatura: uma visão construtivista**. In: Questões atuais no ensino de ciências. São Paulo: Ed. Escrituras, 1998. p. 61-75.

SILVA, O. H. M. *et al.* **Reflexões para subsidiar discussões sobre o conceito de calor na sala de aula**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 25, n. 3, p. 383-396, 2008.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa - ação**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1985.

VALENTE, M.O. *et al.* **A metacognição**. Revista de Educação, São Paulo, v. 1, n. 3, p. 47-51, 1989.

VASCONCELOS, H.S.R. **A pesquisa-ação em projetos de educação ambiental**. In: Pedrini, S.G. (Org). Educação ambiental: reflexões e práticas contemporâneas. 3. Ed. Petrópolis: vozes, 1997.

VYGOTSKY, L.S. **Pensamento e linguagem**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

WARGOCKI, P. *et al.* **The effects of classroom air temperature and outdoor air supplyrate on performance of school work by children**. Proceedings of Indoor Air I, v. 1, p. 368-72, 2005.

ZYLBERSZTAJN, A. **Concepções espontâneas em física: exemplos em dinâmicas e implicações para o ensino**. Revista de Ensino Física, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 3-16, 1983.

APÊNDICE A – PÓS-TESTE AVALIATIVO DO PROCESSO DE ENSINO APRENDIZAGEM

Verificação de aprendizagem PÓS-TESTE

1) Qual é a função do alumínio da caixa de leite na cortina térmica?

- a) absorver calor
- b) refletir calor
- c) refração do calor
- d) conduzir o calor

2) Observe as alternativas e marque Verdadeiro (V) ou Falso (F):

O processo de reutilizar a caixa de leite para a construção da cortina térmica na escola, contribuiu para:

- () Aumentar o consumo de caixa de leite
- () Ajudar o meio ambiente
- () Manter o mesmo ambiente
- () Repensar ecologicamente
- () Reforçar os descartes das caixas de leite

3) Observe a Charge abaixo:



4) Para regular a temperatura do corpo, é necessário fazer o resfriamento do corpo, que se dá através do processo chamado:

- a) respiração
- b) transpiração
- c) condensação
- d) ebulição

5) Observe o desenho abaixo:



O menino está numa sala de aula, suando, transpirando muito, porque o ambiente está com:

- a) temperatura e pressão alta
- b) umidade e pressão alta
- c) calor e temperatura alta
- d) temperatura e umidade alta

6) "Transferência de energia de um corpo a outro devido à diferença de temperatura entre eles." Esta é a definição de:

- a) Calor
- b) Energia térmica
- c) Força
- d) Temperatura

7) O termômetro serve para medir

- a) volume
- b) calor
- c) pressão
- d) temperatura



8) Explique, com suas palavras, qual é a diferença entre calor e temperatura?

APÊNDICE B– INFOGRÁFICO DO MÉTODO SEMÁFORO PARA DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

PRODUTO EDUCACIONAL

MÉTODO SEMÁFORO + PARA:

Diagnóstico Ambiental

* MindLab®

ADAPTADO POR:
GISELLE ALENCAR (MESTRANDA PROFCIAMB - UFPE)
VALÉRIA COSTA (PROFESSORA PROFCIAMB - UFPE)

O MINDLAB®
 São jogos com 10 métodos metacognitivos que desenvolvem habilidades e competências cognitivas, sociais, emocionais e éticas.

METODOLOGIA USADA EM MAIS DE 20 PAÍSES

<https://www.mindlab.com.br/metodologia/>

MÉTODO DO SEMÁFORO

Análise de controle do ambiente, olhar para o exterior → **VERMELHO**

Análise e Planejamento da ação, olhar para o interior → **AMARELO**

Execução, implementação da ação, olhar do interior para o exterior → **VERDE**

Diagnóstico de um problema ambiental da escola que afeta diretamente o ensino.

Problema escolhido: CALOR DA SALA DE AULA

| Vermelho: | Amarelo: | Verde: |
|--|---|---|
| (Contexto da sala) | (Possíveis soluções) | (Solução executada) |
| <ul style="list-style-type: none"> • desidratação • temperatura quente • saídas constantes para ir ao banheiro • falta de concentração • agitação | <ul style="list-style-type: none"> • construir um ventilador de água (sem água) • planta de casa (sem espaço) • colocar ar condicionado (sem dinheiro) • fazer uma proteção para o sol (possível) | <ul style="list-style-type: none"> • For uma proteção para o sol com caixa de tetra pak, descarte da caixa do site da merenda escolar e construiu. |

ADAPTAÇÃO DO MÉTODO SEMÁFORO

Serviu para elaborar um diagnóstico ambiental; resolver problema coletivo; fazer transcendências para além do próprio jogo; promover aprendizagens significativas e incentivar o protagonismo social do alunado.

giselly.alencar@gmail.com

Publicado OER COMMONS

<https://www.oercommons.org/authoring/51641-m%C3%A9todo-sem%C3%A1foro-para-diagn%C3%B3stico-ambiental>.

Público alvo: EDUCAÇÃO BÁSICA

APÊNDICE C – CARTILHA DA CORTINA TÉRMICA SUSTENTÁVEL

PRODUTO EDUCACIONAL

CARTILHA DA

CORTINA TÉRMICA SUSTENTÁVEL



É usado em mais de **150 países**
e está disponível em **40 idiomas**,
inclusive o português

8 000 educadores
de todo o mundo utilizam
o Scratch em sala de aula

11,5 milhões de pessoas
usam o programa

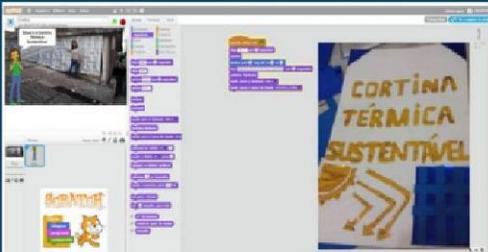
7 em cada **10** são crianças

3 em cada **100** são brasileiros

<http://www.scratchbrasil.net.br/index.php/sobre-o-scratch/73-conhece-scratch.html>

Objetivo:

Fazer uma Cartilha didática com as ferramentas tecnológicas do programa Scratch para divulgar as etapas da construção da Cortina Térmica Sustentável.



<https://scratch.mit.edu/projects/247118588/>





Uma proposta de ensino de ciências na educação básica que permitiu pensar criativamente, comunicar com clareza, analisar de forma sistemática, colaborar eficazmente, conceber interativamente, aprender de forma permanente, contínua no tempo, lúdica e prazerosa

Público Alvo: EDUCAÇÃO BÁSICA



PUBLICADO EM SCRATCH
[HTTPS://SCRATCH.MIT.EDU/PROJECTS/247118588/](https://scratch.mit.edu/projects/247118588/)

ANEXO A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO AOS PAIS DOS ALUNOS.

Aos pais dos estudantes do ensino fundamental II, turma 7º ano B da Escola Municipal Hugo Gerdau, Recife-PE.

Sr. Paise/ou responsável,

Durante as aulas de ciências será realizada uma pesquisa acadêmica do tema: Conforto térmico no ambiente escolar: uma análise metacognitiva com aplicação da cortina térmica sustentável, com a participação da professora de ciências, Giselly de Andrade Alencar Cairrão, aluna de Mestrado Profissional em Ensino das Ciências Ambientais da Universidade Federal de Pernambuco. A pesquisa será realizada apenas com os estudantes que dela manifestarem consentimento. A pesquisa poderá envolver gravação de áudios, vídeos e fotos das atividades com o objetivo de melhor compreender as relações que os estudantes estabelecem entre o conhecimento prévio e o científico dos conceitos e concepções de calor e temperatura, mais especificamente, investigará alguns aspectos da aprendizagem dos estudantes, as interações discursivas na sala de aula, as atividades práticas e as produções escritas dos estudantes, para analisar como seus modos de dizer se relacionam com o discurso da ciência escolar. Os estudantes não serão obrigados a fazer qualquer atividade que não queira e o registro será de uso exclusivo para fins da pesquisa, dentro da própria escola. Não serão, portanto, utilizados para avaliação de condutas dos estudantes nem para público externo ou interno. Os resultados da pesquisa serão comunicados utilizando nomes fictícios para os participantes, que terão, assim, sua identidade preservada. Em qualquer momento, seu(a) filho(a) poderá solicitar esclarecimentos sobre a metodologia de coleta e análise dos dados através de perguntas diretas a pesquisadora. Não haverá nenhum desconforto e riscos para seu(a) filho(a) durante o desenvolvimento da pesquisa. Caso seu(a) filho(a) deseje recusar a participar ou retirar o seu consentimento em qualquer fase da pesquisa tem total liberdade para fazê-lo.

Atenciosamente,

Giselly de Andrade Alencar Cairrão (professora de ciências e pesquisadora)

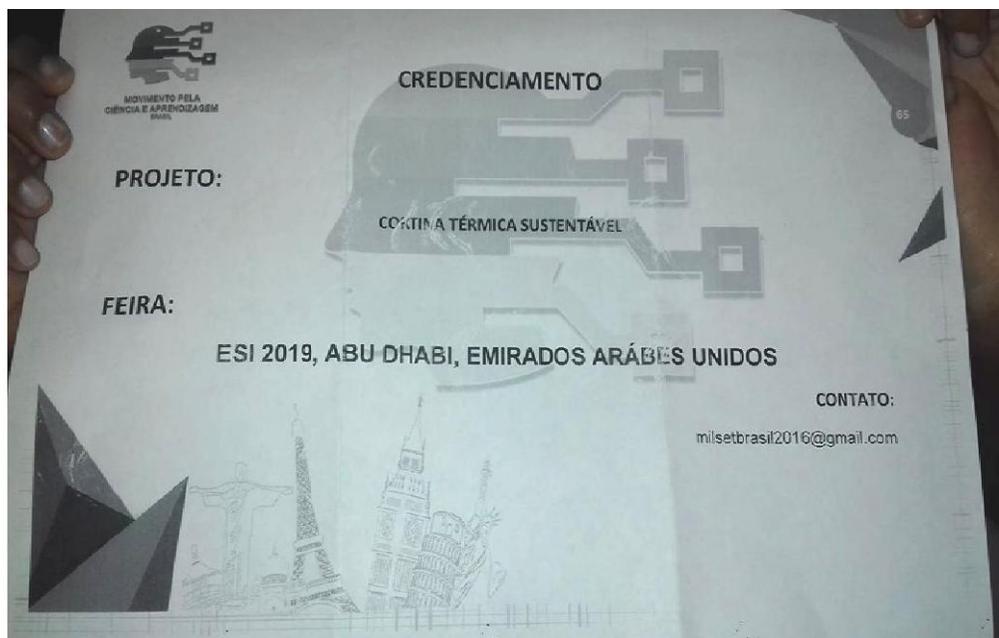
() concordo e autorizo a realização da pesquisa, com gravação das atividades, nos termos propostos.

Nome do(a)aluno(a): _____

assinatura do pai ou mãe/ responsável

Recife _____ de _____ de 2017.

ANEXO B- PREMIAÇÃO DA CORTINA TÉRMICA SUSTENTÁVEL



ANEXO C – REPORTAGEM NO PORTAL DA EDUCAÇÃO DA PCR SOBRE A CORTINA TÉRMICA SUSTENTÁVEL

www.portaldaeducacao.recife.pe.gov.br/groups/uso-de-drone-auxilia-em-projeto-de-sustentabilidade-da-escola-municipal-hugo-gerdau

PORTAL DA EDUCAÇÃO

INÍCIO INSTITUCIONAL ESPAÇO ESCOLA BOLETIM INFORMATIVO FALE CONOSCO

MENU PRINCIPAL

Terça-feira, 15 de maio de 2016

Uso de drone auxilia em projeto de sustentabilidade da Escola Municipal Hugo Gerdau



Foto: Equipe de comunicação/Detec

A Escola Municipal Hugo Gerdau recebeu, na última sexta-feira (11), a visita da Coordenadora de Robótica Priscila Dutra, que pilotou o drone com o auxílio de Ronaldo Almeida, piloto de drone, fazendo mapeamento da escola. A ação é uma parceira entre o projeto de sustentabilidade da professora de Ciências, Gisely Alencar e a Inha três, conhecida como a robótica avançada, do Programa Robótica na Escola.

A partir de uma necessidade encontrada em sala de aula, devido ao calor que incomodava muito os estudantes, a professora Gisely junto com os alunos construiu uma cortina térmica sustentável com caixas de leite que iam para o lixo. O intuito da cortina é impedir que a luz do sol bata diretamente na parede e diminua a transferência de calor da radiação solar para dentro da sala de aula. O projeto já está em uso há um ano e tem dado resultado que são notórios no dia-a-dia em sala. "Estou adquirindo mais conhecimentos através desse projeto e levarei o pensamento sustentável para a minha vida toda", ressaltou o estudante Wesley Albuquerque. O mapeamento com o drone foi necessário para a professora e os alunos observarem como estava a situação da cortina sustentável, já que ela fica na área externa da escola, onde eles não têm acesso.

Devido ao sucesso do projeto, os alunos Wesley Albuquerque, Estefany Vitória, Miguel Torres do 8º ano e Elleney Gadelha e Izabely Bento do 9º ano, já tiveram a oportunidade de apresentá-lo na FEBRACE, em São Paulo e irão apresentar na MILSET, em Fortaleza e na Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, em Macelió. "Conseguimos obter bons resultados não só na sala de aula, mas também fora dela com a apresentação dos projetos", comemorou Gisely. "Além de apresentarmos o projeto aqui em Recife essa oportunidade que temos de levá-lo para outros lugares tem nos feito evoluir", disse Estefany.

Facebook: 37
 Compartilhar
 Compartilhar

<http://www.portaldaeducacao.recife.pe.gov.br/groups/uso-de-drone-auxilia-em-projeto-de-sustentabilidade-da-escola-municipal-hugo-gerdau>