

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Instituto de Ciências Biológicas

Mestrado Profissional em Ensino de Biologia – PROFBIO

Darjana Vieira Santos Moraes

**UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA SOBRE OS MECANISMOS
TERMORREGULADORES E ADAPTAÇÕES A AMBIENTES EXTREMOS**

Belo Horizonte
2022

Darjana Vieira Santos Moraes

**UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA SOBRE OS MECANISMOS
TERMORREGULADORES E ADAPTAÇÕES A AMBIENTES EXTREMOS**

Trabalho de Conclusão de Mestrado – TCM
apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de
Biologia em Rede Nacional – PROFBIO do Instituto
de Ciências Biológicas da Universidade Federal de
Minas Gerais, como requisito parcial para a
obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia

Área de concentração: Ensino de Biologia.

Linha de Pesquisa: Ensinando órgãos e Sistemas nos
vertebrados.

Orientador: Prof. Dr. Miguel José Lopes.

Belo Horizonte

2022

043

Moraes, Darjana Vieira Santos.

Uma sequência didática investigativa sobre os mecanismos termorreguladores e adaptações a ambientes extremos [manuscrito] / Darjana Vieira Santos Moraes. – 2022.

86 f. : il. ; 29,5 cm.

Orientador: Prof. Dr. Miguel José Lopes.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas. PROFBIO - Mestrado Profissional em Ensino de Biologia.

1. Ensino - Biologia. 2. Ensino - Física. 3. Ensino – Química. 4. Regulação da Temperatura Corporal. I. Lopes, Miguel José. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Biológicas. III. Título.

CDU: 372.857.01



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
 INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
 CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA

ATA DE DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE MESTRADO DE DARJANA VIEIRA SANTOS MORAES

DEFESA Nº. 031 ENTRADA 1º/2020

No dia **27 de outubro de 2022, às 14:00 horas**, reuniram-se, remotamente, através da plataforma Teams, os componentes da Banca Examinadora do Trabalho de Conclusão de Mestrado, indicados pelo Colegiado do PROFBIO/UFMG, para julgar, em exame final, o trabalho intitulado: "**UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA SOBRE OS MECANISMOS TERMORREGULADORES E ADAPTAÇÕES A AMBIENTES EXTREMOS**", como requisito final para a obtenção do grau de Mestre em Ensino de Biologia, área de concentração: **Ensino de Biologia**. Abrindo a sessão, o Presidente da Comissão, o **Dr. Miguel José Lopes**, após dar conhecimento aos presentes sobre as Normas Regulamentares do Trabalho Final, passou a palavra à candidata para apresentação oral de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, com a respectiva defesa da candidata. Logo após, a Banca se reuniu, sem a presença da candidata e do público, para julgamento e expedição do resultado. Foram atribuídas as seguintes indicações:

| PROFESSOR EXAMINADOR | INSTITUIÇÃO | INDICAÇÃO |
|-----------------------------------|-------------|-----------|
| Dr. Miguel José Lopes | UFMG | APROVADA |
| Dr. Erich Birelli Tahara | UFMG | APROVADA |
| Dra. Fabíola da Silva Albuquerque | UFPB | APROVADA |

Pelas indicações, a candidata foi considerada: **APROVADA**.

O resultado foi comunicado publicamente à candidata pelo Presidente da Comissão.

Comunicou-se, ainda, à candidata, que o texto final do TCM, com as alterações sugeridas pela banca, se for o caso, deverá ser entregue à Coordenação Nacional do PROFBIO, no prazo máximo de 60 dias, a contar da presente data, para que se proceda a homologação.

Nada mais havendo a tratar, o Presidente encerrou a reunião e lavrou a presente ATA, que será assinada por todos os membros participantes da Banca Examinadora.

Belo Horizonte, 27 de outubro de 2022.

Assinatura dos membros da banca examinadora:



Documento assinado eletronicamente por **Erich Birelli Tahara, Professor do Magistério Superior**, em 31/10/2022, às 14:26, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

Documento assinado eletronicamente por **Fabíola da Silva Albuquerque, Usuário Externo**, em



31/10/2022, às 21:34, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Miguel Jose Lopes, Professor do Magistério Superior**, em 01/11/2022, às 07:22, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Alfredo Hannemann Wieloch, Coordenador(a) de curso**, em 02/11/2022, às 07:39, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1848345** e o código CRC **0E15DA9C**.



RELATO DA MESTRANDA

O período do mestrado foi o mais desafiador que vivi, foram vários percalços, como problemas de saúde que se agravaram durante o período, cirurgias, perdi a dissertação por causa da memória do computador, a pandemia, que trouxe os desafios do ensino à distância, com o home office, aulas on-line, planilhas, documentos e cursos, para preenchimento, leitura e realização. As aulas do PROFBIO também tiveram de ser adequadas à modalidade à distância, os professores sempre muito dedicados fizeram da melhor forma possível, mas ainda assim foram horas difíceis, passadas afincado em frente ao computador, dependendo de uma internet que muitas vezes era insuficiente.

A escrita do TCM, sem dúvidas, foi o maior desafio, uma dificuldade em escrever, que considerava pequena, tornou-se um “monstro”. O que me deu forças para prosseguir: a minha filha, meu esposo e principalmente a minha fé, além de meu orientador, que sempre me ajudou e me motivou.

Mas, apesar de todos os obstáculos, o que fica é todo o conhecimento e experiências adquiridas. Como foi incrível poder ter aulas com doutores, pessoas com conhecimento atual e aplicável: todas as aulas foram experiências grandiosas. Fica também o sentimento de que apesar de ter sido muito difícil, eu consegui, toda vez que leio minha dissertação me emociono em saber que consegui escrever, com o apoio singular do meu orientador, com muito esforço e lágrimas. A professora sem genialidade, nascida em uma família de gênios, conseguiu; para mim foi e é uma grande conquista. Espero conseguir fazer o mesmo pelos meus alunos para que eles também sejam capazes de realizar grandes coisas.

Este Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM) foi desenvolvido em Belo Horizonte, junto ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional – PROFBIO do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, sob a orientação do Prof. Dr. José Miguel Lopes, **contou com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001**, a quem registro meu agradecimento.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e a todos os seus Santos e Anjos que sempre estiveram comigo. Ao Dr. Miguel Lopes agradeço pela orientação, pela paciência, humanidade singular e por todos os ensinamentos que contribuíram para meu crescimento acadêmico. Agradeço também aos professores que compuseram a banca. À CAPES agradeço o financiamento do PROFBIO, que possibilita a formação continuada de professores com o desenvolvimento de estudo e pesquisa. Agradeço ao meu marido João e filha Bianca pelo sustentáculo e incentivo, aos meus pais Regina e Samuel, meus irmãos Douglas e Diego, tias principalmente Eliza e Luciana por todo apoio. A todos os colegas de trabalho principalmente a Jiullia, a Luth e a Fabiana. Aos gestores e pedagogos das escolas em que leciono destacando a Romina, o Cassinho, a Cilma e o Almir pela prontidão e suporte para o desenvolvimento da minha pesquisa. Aos colegas de sala agradeço pelas parcerias, diálogos e compartilhamento dos conhecimentos, das alegrias e angústias vivenciadas, de forma especial agradeço a Aline, a Cássia, o Caio, o Leandro e o Lucas. Aos irmãos de caminhada especialmente Pólio, Zilda, Dona Raimunda e Adriana agradeço cada oração pela minha saúde, estudos, família e missão.

RESUMO

Este trabalho foi realizado com o intuito de melhorar a abordagem do ensino de termorregulação para estudantes do ensino médio, trazendo uma proposta investigativa que possibilite ao aluno integrar os conteúdos das disciplinas ministradas como Ciências da Natureza. Assim, foi desenvolvida e aplicada uma sequência didática que possibilitou aos alunos empregarem conceitos aprendidos na Química, na Física, e na Biologia, integrando-os de maneira a investigar os mecanismos envolvidos na manutenção da temperatura no nosso organismo. Desta maneira, esperava-se que os jovens pudessem compreender que todas as disciplinas são importantes para a construção do conhecimento: estudando as propriedades da água, correlacionando calor e temperatura através da termometria, compreendendo a transformação da energia química em calor através da construção de um calorímetro e outros experimentos pelos quais puderam comprovar os processos de troca de calor, como a condução, a convecção e a irradiação. Ao realizar as atividades, os alunos demonstraram que o calor é trocado entre corpos com diferentes temperaturas. Ainda mais, aprendendo sobre a temperatura de diferentes grupos de vertebrados e suas adaptações aos ambientes extremos, os estudantes perceberam que a temperatura corporal depende do calor trocado com o meio ambiente e que a termorregulação acontece devido à existência de mecanismos fisiológicos que controlam o fluxo de calor acoplado ao metabolismo celular. O tema nos permitiu trabalhar os conteúdos das Ciências da Natureza e Suas Tecnologias mantendo o foco no ensino de Biologia de maneira interdisciplinar. As atividades da sequência didática despertaram o interesse dos alunos, que se empenharam na execução das práticas, de maneira original e criativa, demonstrando que eles podem ir muito além das expectativas quando estimulados.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de Ciências da Natureza e suas Tecnologias; Ensino de Biologia, Ensino de Física e Ensino de Química.

ABSTRACT

This work was conducted with the aim of improving the approach to teaching thermoregulation for high school students, bringing a scientific education proposal to integrate the content of the subjects taught as Natural Sciences. Thus, a didactic sequence was developed and applied that allowed students to use concepts learned in Chemistry, Physics, and Biology and their importance in maintaining the temperature in our body. In this way, it was expected that young people could understand that all subjects are important for the construction of knowledge: studying the properties of water, correlating heat and temperature through thermometry, understanding the transformation of chemical energy into heat through the construction of a calorimeter and other experiments by which they could prove the processes of heat exchange, such as conduction, convection, and irradiation. The students demonstrated that heat is exchanged between bodies with different temperatures. Moreover, by learning about the temperature of distinct groups of vertebrates and their adaptations to extreme environments, they realized that body temperature depends on the heat exchanged with the environment and that thermoregulation happens due to the existence of physiological mechanisms that control the flow of heat coupled to cellular metabolism. The theme allowed us to work on the contents of Natural Sciences and Their Technologies, keeping the focus on teaching Biology in an interdisciplinary way. The activities of the didactic sequence aroused the interest of the students, who engaged themselves to carrying out the experiments, in an original and creative way, demonstrating that they can go far beyond expectations when properly stimulated.

KEYWORDS: Teaching of Natural Sciences and its Technologies; Biology teaching, Chemistry teaching and Physical teaching

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 - Relação entre os tópicos da termorregulação, as disciplinas de química, física e a biologia com a demonstração das formas como se relacionam..... | 19 |
| Figura 2 - Imagem do quadro da escola com o questionário..... | 24 |
| Figura 3 - Imagens do experimento do termômetro | 33 |
| Figura 4 - Etapas de montagem e realização do experimento | 34 |
| Figura 5 - Modelo de calorímetro usado para realizar o experimento..... | 36 |
| Figura 6 - Etapas do experimento | 36 |
| Figura 7 - Execução do experimento | 38 |
| Figura 8 - Modelo de experimento para observação do fenômeno da irradiação..... | 39 |
| Figura 9 - Materiais e experiência para verificar a irradiação..... | 39 |
| Figura 10 - HQ produzida pelos alunos..... | 80 |
| Figura 11 - Cartaz com informações produzido pelos alunos | 81 |
| Figura 12 - Cartaz com informações produzido pelos alunos | 82 |
| Figura 13 - Cartaz com informações produzido pelos alunos | 83 |
| Figura 14 - Cartaz com informações produzido pelos alunos | 84 |
| Figura 15 - Cartaz com informações produzido pelos alunos | 85 |

SUMÁRIO

| | | |
|-----|------------------------------------------------|----|
| 1. | INTRODUÇÃO..... | 12 |
| 2. | OBJETIVOS..... | 21 |
| 2.1 | Objetivo geral | 21 |
| 2.2 | Objetivos específicos | 21 |
| 3. | MATERIAIS E MÉTODOS..... | 22 |
| 4. | Resultados e discussão | 24 |
| 4.1 | Questão norteadora | 28 |
| 4.2 | A avaliação da atividade foi positiva..... | 30 |
| 4.3 | Estratégias para os testes das hipóteses | 31 |
| 5. | CONCLUSÃO..... | 45 |
| 6. | PRODUTO DO TRABALHO..... | 46 |
| 7. | REFERÊNCIAS | 60 |
| 8. | ANEXOS | 66 |

1. INTRODUÇÃO

Um fator fundamental para a manutenção da qualidade do ensino é a formação continuada dos professores, algo cada vez mais necessário devido às mudanças comportamentais das gerações, que influenciam os professores na necessidade de capacitarem-se para, em seu cotidiano, sugerirem novas práticas e reflexões para uma mudança de paradigma e melhora no aprendizado dos alunos. Dentro deste contexto, Delors (2003) cita que a qualidade de ensino é determinada tanto ou mais pela formação contínua dos professores do que pela sua formação inicial. A formação contínua pode também ser proveitoso para aproximação do saber e do saber-fazer.

É necessário que o professor dê a devida importância a adaptação aos desafios e às novas atribuições da escola, que estarão em constantes mudanças (DI GIORGI). Outro fato que denota a importância da continuidade da formação dos docentes é que, a partir do ano de 2022, o Novo Ensino Médio foi aplicado em todas as escolas do País e, neste novo modelo, o ensino de Biologia não ocorre de forma isolada: ele acontece junto às disciplinas de Física e Química, como está na nova Base Nacional Comum Curricular (BNCC), com as três disciplinas inseridas na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Segundo o MEC, o Novo Ensino Médio pretende atender às necessidades e expectativas dos jovens, fortalecendo seu protagonismo. (Ministério da Educação, 2018).

De acordo com a Lei Nacional de Diretrizes e Bases (LDB), a meta do Ensino Médio é a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no Ensino Fundamental. Somado a isto, deve-se buscar a formação dos indivíduos para o mundo do trabalho e para a cidadania, contemplando as faixas etárias de maior autonomia e poder de decisão dos educandos, com enfoque humanista e observando os princípios científicos e tecnológicos dos fatos cotidianos. A Lei nº 13.415/2017 alterou essa etapa da educação básica almejando fortalecer a valorização do projeto de vida do estudante e o seu protagonismo na construção do conhecimento.

Podemos entender que a interdisciplinaridade pretendida pelo Ministério da Educação visa conectar o modo de operação das escolas com as demandas do mercado de trabalho na atualidade. Porém, em contraponto, como afirma Nunes (2016), a mudança pode comprometer a profundidade com que os temas são abordados – que já não é satisfatória. A autora ainda expõe que, talvez, a drástica modificação no sistema de ensino seja uma maneira de edificar o profissional em detrimento do ser humano.

Cicillini (1997), Razera (1997) e Almeida e Silva (1998) relatam que o ensino na área das ciências se caracteriza pela apresentação fragmentada, factual, e memorização inflexível do conhecimento científico. Isso dificulta não apenas a compreensão do aluno, mas também a aplicação do conhecimento no contexto social.

Outro fator a se considerar é que a reforma do Ensino Médio incentiva os professores a substituir parcialmente o ensinar tradicional, calcado em aulas expositivas, leitura intensa e repetição, por métodos atualizados que se conectam melhor com as novas gerações. De acordo com BERBEL (2011) e PIFFERO *et al.* (2020), as metodologias mais ativas de ensino contextualizam e desenvolvem o conteúdo de maneira mais prática e têm um potencial consideravelmente maior de despertar o interesse dos alunos. Além disso, metodologias que atuam em congruência com os interesses e o modo de vida dos alunos estimulam a autonomia dos mesmos e os ajudam a conectar teoria e prática.

O ensino de Biologia no Brasil, ainda hoje, é realizado com um enfoque excessivamente teórico, objetivando a memorização de conceitos que dificilmente serão aproveitados fora do contexto escolar e que, por isso, acabam esquecidos rapidamente, quando deveriam contribuir na construção pessoal dos alunos e na forma com que eles enxergam o mundo (BERBEL, 2011; PIFFERO *et al.*, 2020).

Visando uma prática que atenda às reformas do Ensino Médio, com relação ao ensino de Biologia dentro da abordagem das Ciências da Natureza, ou seja, concomitante ao ensino de Química e de Física, a proposta deste projeto está embasada no processo de aprendizagem por investigação.

O ensino por investigação tem sido utilizado como método científico de aprendizagem, uma vez que se embasa no ‘aprendizado por descoberta’, a qual induz a participação ativa do aprendiz no processo de aprendizagem, como propõe o conceito criado por Bruner (1960 apud LEÃO e GOI, 2021).

Marques (2002) afirma que, segundo a teoria da aprendizagem de Bruner, o método da descoberta possibilita o engajamento do aluno no processo de encontro de respostas, o que propicia aos discentes a resolução de problemas, a conjectura e discussão de possibilidades, tal como é feito no campo científico.

Além do enfoque no ensino por investigação, este Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM) é norteado pelo macroprojeto: ‘Ensinando órgãos e sistemas nos vertebrados’, e segue a linha de pesquisa: ‘Organização e funcionamento dos organismos’. A Fisiologia pode parecer uma disciplina muito complexa, então os temas a serem trabalhados nas salas de aula

devem despertar a curiosidade dos estudantes. Neste trabalho, a seleção dos temas foi feita com base no que traria maior significado para a vida do discente a partir da aplicação do conhecimento em eventos cotidianos, o que certamente contribuiu para seu engajamento no processo de construção do conhecimento, por meio da análise crítica dos assuntos propostos, de questionamentos, do trabalho em grupo, da elaboração de hipóteses, da busca por respostas na literatura, da explicitação de conclusões e de relatos aos colegas das descobertas, cabendo ao docente a orientação dos estudantes acerca da melhor maneira de solucionar problemas, isto é, a atuação como moderador (ZOMPERO E LABURÚ, 2016; CAPECCHI, 2013).

O processo investigativo espera modificar a postura do estudante, que deixa a posição passiva e assume um caráter de investigador, buscando suas próprias experiências e pesquisas para solucionar os problemas propostos (NICARETTA e BUENO, 2011).

“É importante que uma atividade de investigação faça sentido para o aluno, de modo que ele saiba o porquê de estar investigando o fenômeno que a ele é apresentado (...)” (AZEVEDO, 2004, p.21). “O papel do professor é o de construir com os alunos essa passagem do saber cotidiano para o saber científico, por meio da investigação e do próprio questionamento acerca do fenômeno” (AZEVEDO, 2004, p. 26).

Nas atividades investigativas, as questões podem ser elaboradas pelos estudantes, mas, eventualmente, o docente pode colocar uma situação-problema, deixando para os alunos a tarefa de desenvolver a resolução reunindo evidências que permitam desenvolver a argumentação e exercitar o raciocínio indutivo e/ou dedutivo, se possível, com abordagem multidisciplinar. Buscando os objetivos da sequência didática a questão norteadora deve provocar a busca de respostas por meio do método científico, e que, além de ser pertinente ao contexto, deve ser centrada em objetos, organismos e eventos naturais. Para orientar na resolução do problema é importante planejar interações didáticas que proporcionem aos alunos compreender que os conhecimentos também evoluíram a partir da corroboração com descobertas anteriores (CARVALHO *et al.* 2014; ZOMPERO e LABURÚ, 2016; MUNFORD e LIMA, 2007).

Para que os alunos possam refletir sobre a questão a ser investigada, outro ponto muito importante da sequência didática é o levantamento dos conhecimentos prévios. Fernandes (2011) considera que o conhecimento prévio no âmbito escolar foi desenvolvido por Piaget (1896-1980) e posteriormente aperfeiçoado por muitos autores, dentre eles os quais Ausubel (1918-2008), que considerava fundamental que o estudante pudesse ressignificar um tema por meio da reflexão e gerar novos conhecimentos, tornando o conhecimento adquirido

anteriormente mais complexo. Vieira (2012) relata que no contexto da sala de aula é fundamental que o professor seja capaz de estimular a reflexão, a aplicação de conhecimentos prévios, a argumentação e discussão dos assuntos, o que vai ‘ancorar’ os novos conhecimentos. Esse processo contribui para que o aluno seja entendido como um sujeito capaz de aprender e aplicar o seu aprendizado, de forma que o ambiente escolar consiga ser o ponto central para que diferenças sociais, econômicas e culturais não reflitam, pelo menos naquele momento, na vida do sujeito enquanto estudante.

Com a facilitação do acesso a diferentes mídias, as informações relacionadas à Biologia são recebidas pela população com pouca crítica, o que gera o aparecimento de mitos a partir de notícias falsas. Ter acesso às informações científicas não significa que a mensagem causará no interlocutor o entendimento necessário para dar credibilidade ao processo de produção do conhecimento científico. Os métodos de ensino adotados nas Ciências Biológicas, muitas vezes, são factuais, irrelevantes e desconexos com as demais áreas das Ciências da Natureza e suas Tecnologias (KRASILCHIK, 2004, SILVA; GEROLIN; TRIVELATO, 2018).

Para abordar este problema, a metodologia do ensino por investigação pode ser empregada em diversos cenários dentro do ensino de Biologia, Química e Física. O primeiro enfoque da temática pode ser relacionado com a alfabetização científica, que permite ao indivíduo desenvolver habilidades para se familiarizar com as inovações científicas presentes no seu meio. Antes de saber como aplicar a alfabetização científica no ensino por investigação, primeiro é necessário saber como se estrutura essa prática. Nesse sentido, conforme afirma Ertl (2010), muitos países possuem a cultura de promover um ensino norteado pela educação e alfabetização científicas, partindo do entendimento de que é primordial que cada indivíduo tome posse do próprio conhecimento, tendo autonomia e pensamento crítico em relação ao mesmo. Segundo Sasseron (2015), a alfabetização científica é tomada como um processo contínuo que jamais acaba, tal qual a própria Ciência. Nos moldes de tal modelo, o conhecimento encontra-se sempre em construção, de modo que novos conhecimentos são sempre agregados de forma a impactar o entendimento que o indivíduo tem do mundo, e conseqüentemente a maneira com que toma decisões.

As relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente são reveladas pela compreensão básica de termos conhecimento sobre fatos que levam ao desenvolvimento de conceitos científicos fundamentais, e pela observação dos fatores éticos e políticos de suas práticas. (SASSERON e CARVALHO, 2008).

Ao criar uma sequência de aprendizagem por investigação é desejável que ela contemple eixos estruturais. Essas etapas estão no processo de construção de atividades de ensino por investigação. Segundo Scarpa e Silva (2013, p.132):

O ensino de ciência por investigação é aquele que possibilita ao aluno, no que diz respeito ao processo de produção do conhecimento, identificar padrões a partir de dados, propor explicações com base em evidências, construir modelos, realizar previsões e rever explicações com base em evidências; em relação ao processo de validação do conhecimento, selecionar evidências para justificar uma explicação, construir argumentos para relacionar dados e conclusões e empregar dados para tomar decisões; e, no que se refere ao processo de comunicação, discutir, escrever e comunicar aos colegas o conhecimento científico.

Carvalho (2013) sintetiza esses processos afirmando que as sequências didáticas investigativas devem se iniciar por um problema, contextualizado, que ofereça condições para reflexão, permitindo que os alunos desenvolvam ações que os levem a refletir sobre o fenômeno científico do conteúdo do programa. A sistematização do conhecimento faz-se necessária, após a resolução do problema, para que seja relatado o conhecimento construído nas etapas, possibilitando uma nova discussão.

O processo de ensino-aprendizagem necessita de organização, métodos, técnicas e planejamento. A escolha das atividades adequadas para os alunos, bem como as estratégias didáticas para que o processo ocorra, norteiam as ações do trabalho docente. As sequências didáticas são um importante instrumento para essa construção, pois são um conjunto de “atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos” (ZABALA, 1998, p.18).

A Sequência Didática compreende desde o planejamento até a elaboração dos passos para a aprendizagem de temas e conteúdos, que os alunos executarão com a mediação do professor. É um instrumento didático composto de aulas sucessivas com o objetivo de abordar e desenvolver um tema central. São ferramentas fundamentais para a construção do conhecimento. Ao organizar a sequência didática, deve-se incluir atividades diversas como leitura, pesquisa individual ou coletiva, aula dialogada, produções textuais, aulas práticas etc., pois a sequência de atividades visa trabalhar um conteúdo específico, um tema ou um gênero textual da exploração inicial até a formação de um conceito, uma ideia, uma elaboração prática, uma produção escrita (BRASIL, 20, p. 21).

Para Guimarães e Giordan (2011), maior será o envolvimento do aluno quanto mais próximo da realidade e mais palpável for a situação apresentada na sequência didática, por meio do conhecimento prévio, científico, contextualizado e significativo.

Este trabalho relata a elaboração e aplicação de uma sequência didática sobre a importância da temperatura para a vida. Uma das estratégias para o engajamento dos estudantes no trabalho em sala é estimular sua curiosidade sobre o tema e isto está diretamente relacionado com a necessidade de o objeto do conhecimento ter aplicação no cotidiano, auxiliando na compreensão, análise e crítica dos fatos. Para tanto, algumas estratégias de ensino foram utilizadas em sua aplicação, como a aprendizagem abdução, que é considerada uma maneira de se entender fenômenos através da observação e da inferência lógica, atrelada ao processo de Ensino por Investigação no que tange à observação, elaboração de hipóteses e experimentações, a exemplo do método científico (PEIRCE, 2005). A abdução está associada a algo separado (abduzido) do conhecimento anteriormente adquirido; por esse motivo, é o processo de raciocínio capaz de gerar a formulação de hipóteses, pelo qual o sujeito deve procurar novos indícios para explicar os fenômenos e construir o conhecimento, que é considerado sempre provisório e sujeito a mudanças de percepção e atualizações. A abdução seria o gatilho que permite imaginar ou gerar hipóteses para explicar situações diversas (RODRIGUES, 2017; FAVA, 2018; MATOS; OLIVEIRA e CRUZ, 2011).

A avaliação da sequência didática deste trabalho foi feita de forma qualitativa. A avaliação no ambiente escolar segue os regimentos das escolas. As avaliações qualitativas valorizam mais os processos do que os produtos, de modo que a qualidade de um trabalho não é mensurada apenas em números (CHUEIRI, 2008; VILAS-BOAS, 1998, DEMO, 2005).

O ensino de termorregulação foi proposto com o intuito de associar as disciplinas de Física, Química, e Biologia aos eventos fisiológicos. Através da temperatura, uma variável facilmente determinada, podemos compreender a sua regulação e controle pelos mecanismos fisiológicos e comportamentais dos animais em função da sua temperatura corporal, podendo essa variável ser elevada à categoria daquelas fundamentais para a sobrevivência, possibilitando aos estudantes entenderem a importância da manutenção da temperatura, ressaltando o risco de hipertermia (febre e insolação), da hipotermia e dos fatores orgânicos associados às alterações da temperatura corporal (atividade muscular, infecções e disfunções da tireoide).

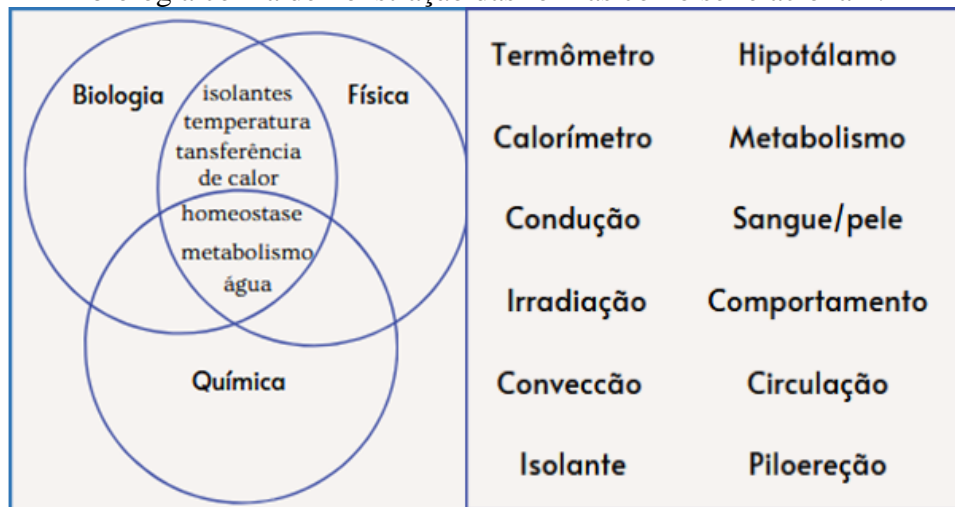
Em mamíferos, o calor é produzido a partir do metabolismo celular, que é o processo de produção de calor pelo organismo a partir da quebra das ligações químicas dos compostos

e moléculas orgânicas. Em reações exergônicas celulares a manutenção desse calor requer uma série e de ações coordenadas pelo sistema nervoso (hipotálamo) envolvendo: o sistema circulatório – a circulação dos homeotérmicos é fechada dupla e completa, o que gera um potencial melhor de oxigenação para as mitocôndrias que produzem mais energia e calor devido à perda de energia na forma de calor durante os processos de produção de ATP; o sistema tegumentar e muscular – o revestimento dos homeotérmicos apresentam isolantes como pelo, penas, e tecido adiposo sob a pele, os músculos utilizam muita energia em seu funcionamento e suas células produzem energia, o que gera aumento da produção de calor no organismo.

Os mecanismos de regulação e controle da temperatura são desencadeados a partir do hipotálamo, local onde a temperatura é ajustada, como um termostato. Desvios deste ponto de ajuste desencadeiam ações autonômicas e comportamentais para a manutenção da homeotermia, como tremores, piloereção, sudorese, torpor. Os mecanismos de manutenção ou perda de calor pelo organismo dependem das trocas realizadas com o ambiente e abordam conceitos da Física e da Química, como convecção, irradiação, condução, e as propriedades coligativas das soluções. Portanto, além dos parâmetros fisiológicos, as propriedades da água – como o seu elevado calor específico e o aumento do volume durante o congelamento devido às suas ligações químicas apresentarem formato hexagonal – também permitem compreender o motivo da temperatura corporal não acompanhar as variações bruscas da temperatura no ambiente (NASCIMENTO, 2019; BIAZZOTTO, 2006; RANDALL; BURGGREN; FRENCH, 2000).

Esses tópicos de ensino estão atrelados ao ensino de Biologia, mas também estão relacionados aos conteúdos de Química, Física e Biologia. A interdisciplinaridade acontece de forma natural quando feita a relação entre os conteúdos. (HACHIYA *et al.*, 2018).

Figura 1 - Relação entre os tópicos da termorregulação, as disciplinas de química, física e a biologia com a demonstração das formas como se relacionam.



Fonte: a pesquisadora.

Tanto no ensino como na aprendizagem de Biologia, há dificuldades para que a linguagem específica da disciplina (endotermia, ectotermia, homeotermia, pecilotermia) não se torne meramente decorativa, mas que haja a compreensão e diferenciação dos processos orgânicos. Outra dificuldade é introduzir a variabilidade dos parâmetros fisiológicos em torno de um valor médio. Ainda assim, o maior desafio é adequar os conteúdos presentes no Currículo de Bases Comum (CBC) às poucas horas disponíveis em sala de aula. A falta de uma abordagem explícita da termorregulação no ensino de Biologia acarreta prejuízo para o aluno, que deixa de adquirir conhecimento sobre um conceito central associado a vários temas, como evolução, metabolismo, calor, temperatura, adaptação e fisiologia de mamíferos e aves (DAZA-ÉREZ; EI-HANI, 2019).

Segundo Teixeira (2011, p.5):

[...] o conteúdo programático classicamente adotado para a disciplina é extenso, colocando os professores diante do seguinte dilema: cumprir a programação com uma abordagem que pouco se aprofunda nos temas desenvolvidos ou selecionar os segmentos mais relevantes da programação.

Nos livros didáticos, o tema muitas vezes passa despercebido ou o abordam com o estudo dos vertebrados quando caracterizam aves e mamíferos, de modo superficial, informando que seres humanos são endotérmicos, sem provocar interesse no aprofundamento do tema. Este TCM foi além desta superficialidade, instigando a curiosidade dos alunos pela construção do entendimento do processo de termorregulação em seu próprio organismo, compreendendo a importância dessa questão em seu cotidiano. O projeto estimulou, também,

a curiosidade dos alunos, levando-os a procurar aprender as características da regulação térmica entre os diferentes grupos de vertebrados.

Segundo o Conselho Nacional de Educação (CNE-2010), para ser tratada transversalmente a temática atravessa, estabelece elos, enriquece, complementa temas e/ou atividades tratadas por disciplinas, eixos ou áreas do conhecimento. Dentro de uma compreensão interdisciplinar do conhecimento, a transversalidade significa ser uma proposta didática que possibilita o tratamento dos conhecimentos escolares de forma integrada.

O Currículo de Referências do Estado de Minas Gerais dispõe que (SEE / MG, 2020).

Diante da nova perspectiva, destacam-se as abordagens CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), atreladas ao Ensino de Ciências por Investigação, baseadas em problemas e sequência didáticas que, enquanto abordagens escolares, caracterizam o desafio das novas modelagens de produção do conhecimento por serem instrumentos fundamentais nessa nova organização curricular.

A variável temperatura mostra-se apropriada para o desenvolvimento interdisciplinar dos saberes de Biologia, Química, Física e Matemática, atendendo às áreas de Ciências da Natureza, Matemática e Tecnologias previstas no PCN do Ensino Médio (2007). Atendendo ao escopo do PROFBIO, permite ao estudante que desenvolva o senso de observação a partir do aprendizado científico-tecnológico, no qual a compreensão dos sistemas de medida e da comparação dos valores obtidos leva naturalmente à elaboração e ao teste de hipóteses. O estudo das propriedades dos líquidos, a construção de um termômetro, a observação de transferência de calor entre corpos com diferentes temperaturas e a compreensão da importância desta variável para a vida torna este tema perfeito para a busca de soluções inter e transdisciplinares para os questionamentos.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Elaborar, aplicar, e avaliar uma sequência didática investigativa sobre termorregulação a ser ministrada na disciplina Ciências da Natureza de maneira integrada aos conteúdos da Física e da Química.

2.2 Objetivos específicos

- Executar aulas práticas que permitam a compreensão dos mecanismos de transferência de calor: convecção, irradiação, e condução.

- Diferenciar as variáveis ‘calor’ e ‘temperatura’ através da calorimetria e da termometria.

-Possibilitar o entendimento sobre os mecanismos fisiológicos envolvidos na termorregulação e resgatar os conceitos da Química e Física para a compreensão das adaptações dos animais aos ambientes extremos;

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa pelo parecer nº CAAE-46946821.7.0000.5149 (Anexo 01) e está inserido na linha de pesquisa ‘Organização e funcionamento dos organismos’. No entanto, nosso enfoque vai além e aborda o conteúdo das disciplinas de Química e Física previsto no ensino de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, de maneira integrada, buscando sempre estratégias transversais e interdisciplinares.

As práticas educacionais do Ensino Médio, segundo a BNCC (2018, p. 463), preveem que:

Em lugar de pretender que os jovens apenas aprendam o que já sabemos, o mundo deve lhes ser apresentado como campo aberto para investigação e intervenção quanto a seus aspectos sociais, produtivos, ambientais e culturais. Desse modo, a escola os convoca a assumir responsabilidades para equacionar e resolver questões legadas pelas gerações anteriores, valorizando o esforço dos que os precederam e abrindo-se criativamente para o novo. A escola que acolhe juventudes tem de explicitar seu compromisso com os fundamentos científico-tecnológicos da produção dos saberes, promovendo, por meio da articulação entre diferentes áreas do conhecimento, a apropriação das linguagens científicas e sua utilização na comunidade e na disseminação desses conhecimentos.

A alfabetização científica é fundamental para o desenvolvimento de qualquer prática que envolva o ensino na área das Ciências da Natureza (Biologia, Química e Física). Dessa forma, a sequência didática criada é uma ferramenta de entendimento científico associando a termorregulação a ações do cotidiano e do interesse dos alunos.

Apresentamos aqui uma sequência didática que foi realizada em seis aulas de um contraturno. Inicialmente, durante a pandemia, prevíamos a sua aplicação no modo remoto. As atividades em grupo seriam realizadas em plataformas como o *Google Meet*, mas como a proposta pode ser feita presencialmente, foi realizada em sala com o auxílio de plataformas eletrônicas de busca e troca de informações. Os seis momentos foram compostos por atividades síncronas e assíncronas, e para a aplicação foi fundamental a participação voluntária dos alunos. Pela experiência adquirida durante a Aplicação da Atividade em Sala de Aula (AASA), eram esperados de 5 a 15 alunos voluntários. As expectativas foram corretas: a proposta se iniciou com 9 alunos e finalizou-se com 13, que conseguiram participar em pelo menos dois momentos da sequência didática.

Os alunos foram estudantes voluntários de uma escola estadual da cidade de Caeté, Minas Gerais. A escola é estruturada, com laboratório de informática (sem acesso à *internet*),

espaço para laboratório de Química e Biologia (sem os materiais de pesquisa) e é localizada na área urbana. Seu desempenho no último Índice de Desenvolvimento de Educação Básica (IDEB), divulgado em 2017, foi de 3.1, enquanto em 2019 e 2021 o INEP¹ informou que o número de participantes foi insuficiente para a divulgação dos resultados.

A aplicação da sequência didática ocorreu em seis momentos:

1º momento; iniciou-se com a entrega dos Termos de Assentimento e Consentimento (Anexo 02) aos alunos, seguida de explicação de toda a proposta do experimento. Os estudantes interessados receberam duas cópias dos termos, já assinadas pela professora, para coletarem as assinaturas dos responsáveis e devolverem uma das cópias para arquivo. Em seguida realizamos o levantamento dos conhecimentos prévios e a discussão sobre o tema com levantamento das dúvidas.

2º momento; o segundo momento iniciou-se com o relato dos alunos sobre a experiência de deixar as garrafas PET cheias de água, no congelador. As discussões seguiram e em seguida houve a apresentação da questão norteadora da pesquisa.

3º momento; A questão norteadora foi novamente apresentada aos alunos junto a outras questões direcionadoras, para serem discutidas e respondidas criando hipóteses. As discussões foram orientadas para a elaboração e teste de hipóteses, de maneira que a professora atuou como moderadora.

4º Momento; os alunos expuseram os sites utilizados como fonte de pesquisas para a comprovação das hipóteses e trouxeram para a sala de aula os materiais necessários para a realização dos experimentos. Neste momento, pode-se enfatizar o engajamento, protagonismo, interesse e criatividade dos alunos no processo de investigação.

5º Momento; no intuito de rever e corrigir conceitos incorretos, foram realizadas novas discussões sobre as etapas anteriores, uma vez que o tempo necessário para a realização dos experimentos não permitiu a sua discussão no mesmo dia.

6º Momento; relato e divulgação das atividades realizadas iniciadas com a questão norteadora novamente respondida, o levantamento de novos questionamentos e a elaboração de material para divulgação junto à comunidade escolar.

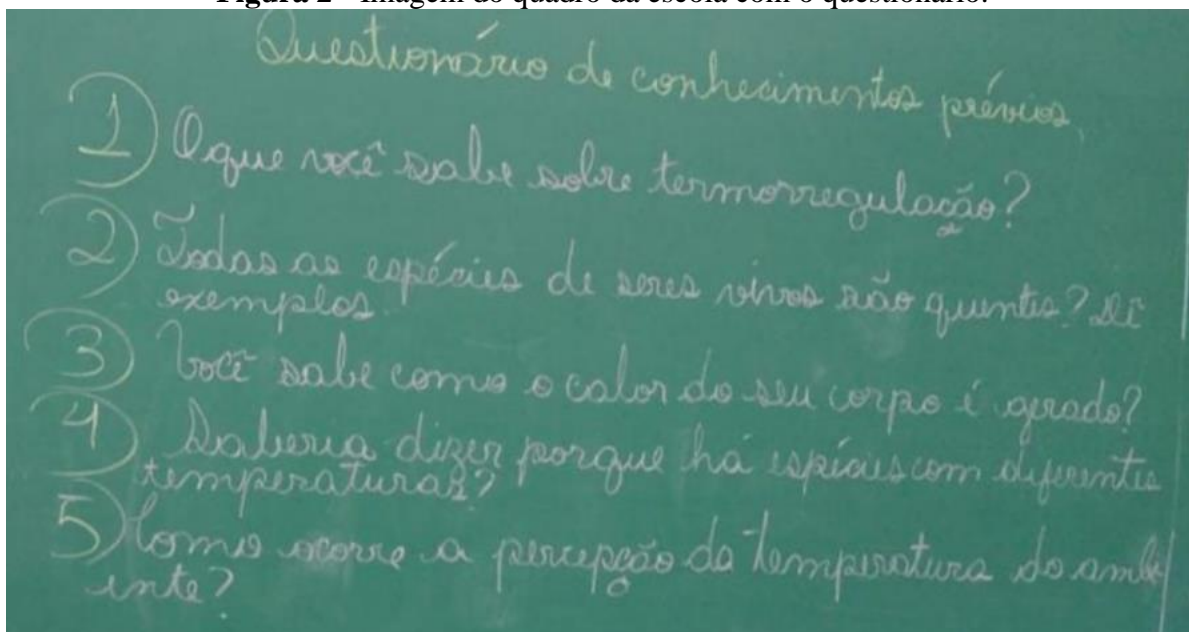
¹Fonte: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/pesquisas-estatisticas-e-indicadores/ideb/resultados>. Acesso: 03/2022

4. Resultados e discussão

Seguindo o protocolo estabelecido na sequência didática, as estratégias elaboradas foram aplicadas, em contraturno (sexto horário), para os alunos voluntários do segundo ano do Ensino Médio.

Inicialmente foi passado a eles o questionário de levantamento de conhecimentos prévios (Figura 2):

Figura 2 - Imagem do quadro da escola com o questionário.



Fonte: a pesquisadora.

Os alunos responderam às questões por escrito e as respostas foram recolhidas imediatamente, sem dar tempo para comparação ou alteração das mesmas, que foram analisadas e tabuladas para verificar os conhecimentos progressos sobre o tema. As respostas estão no Anexo 03.

A análise da questão 1 demonstrou que 4 alunos (44,4%) tiveram interesse em pesquisar o tema assim que foram informados dos objetivos da pesquisa, nos termos de consentimento e assentimento, mesmo sem serem solicitados a pesquisarem, mas que as suas pesquisas ocorreram de forma superficial, pois os alunos, naquele momento, conseguiram apenas saber o conceito sem suas aplicações ou sentido prático, como foi observado posteriormente.

Analisando as respostas da questão 2, foi possível observar que os alunos compreendem que nem todos os vertebrados são homeotérmicos, sete deles (77,8%) responderam corretamente, dando, como exemplo répteis. Uma aluna deu como exemplo peixes e anfíbios e um aluno estava equivocado imaginando que os animais que vivem em ambientes frios são heterotérmicos – dando como exemplos pinguins e focas.

As respostas à pergunta número 3, acerca do conhecimento prévio dos participantes sobre a geração de calor pelo corpo, demonstrou que cinco alunos (55%) desconheciam como o calor era gerado em nosso corpo. Um aluno (11,1%) respondeu que era pela queima de gordura e dois (22%) afirmaram ser pela movimentação. Outro aluno (11,1%) afirmou ter uma pequena noção de parte do processo, respondendo mais ou menos. É possível identificar que os alunos em sua maioria não sabiam como este processo ocorria.

A pergunta número 4 foi sobre o conhecimento prévio a respeito da existência de animais com diferentes temperaturas corporais. Seis alunos (66,7%) responderam que era devido ao *habitat*, sem exemplificarem ou darem uma explicação plausível. Dois alunos (22,2%) atribuíram a diferenças fisiológicas, mas também não apresentaram clareza alguma. Outro aluno (11,1%) afirmou estar associado a “divergentes homeotérmicos”, mas ao ser questionado sobre o que significava o termo, não sabia o que significava esta característica, respondendo de forma muito insegura se tratar de seres diferentes dos que mantêm sua temperatura. Logo, os alunos também não tinham noção de como os seres homeotérmicos diferem dos heterotérmicos.

A pergunta número 5 era sobre o conhecimento prévio a respeito da sensibilidade corporal à temperatura ambiente. Analisando as respostas, observou-se que quatro participantes (44,4%) desconheciam a maneira pela qual a temperatura ambiental era percebida. Apenas dois alunos (22,2%) associaram esta sensibilidade à pele e a um sistema de medida (como um termômetro). Um aluno (11%) associou à sensação de calor ou frio, um outro (11%) disse que estaria associado à movimentação do planeta, outro (11%) ainda associou ao ambiente (se estivesse abrigado estaria mais quente). Mesmo os alunos que associaram à pele e a um sistema semelhante ao termômetro, no momento da discussão não conseguiram sustentar sua afirmação: faltou conhecimento para formular argumentos.

Em seguida, numa roda de conversa sobre as perguntas, foi iniciada a etapa de **contextualização do problema**. O diálogo foi fundamental para o entrosamento entre eles, que demonstraram curiosidade, engajamento e honestidade ao responderem as questões. A fim de introduzir o conhecimento desta sequência didática, esse primeiro momento foi

necessário para provocar os alunos, de forma que lhes fosse despertado o interesse em desenvolver a temática, a necessidade do conhecimento. O diálogo iniciou-se com os alunos comentando as respostas que deram às questões:

1) Alguns alunos leram sobre o que era a termorregulação, mesmo sem serem solicitados, deixando claro que eram mecanismos de manutenção da temperatura, mas não souberam dar detalhes e nem citar exemplos;

2) Exemplificaram com lagartos, cobras e peixes os animais que eles chamaram de “sangue frio”, mas que utilizavam o sol, no caso dos répteis, para se aquecerem. Aproveitando a oportunidade, foram lembrados pela professora de que os anuros também são de sangue frio e, devido a essa característica comportamental de tomar sol para se aquecerem, os répteis são nomeados heterotérmicos. Os peixes, que têm variação maior de temperatura, são nomeados pecilotérmicos, que foi um conceito novo para eles;

3) Sobre a forma como é gerado o calor, responderam que seria pelo metabolismo. Quando indagados sobre o que era e como funcionava o metabolismo, também não souberam explicar; apenas uma aluna respondeu que o calor era gerado a partir dos alimentos, mas também não conseguiu ir além em sua argumentação;

4) Alguns disseram que era devido à adaptação aos diferentes ambientes, sem dar maiores detalhes;

5) Alguns disseram não saber. Um aluno sugeriu que seria a sensação de calor e frio e outra aluna completou que a pele é que tem a capacidade de percepção da temperatura, mas mesmo conversando sobre o assunto, não conseguiram ir além disto;

Foi solicitado aos alunos que continuassem a refletir sobre estas questões e que lessem com atenção os textos que estavam recebendo para futura discussão (Anexo 04):

1. “Rã-madeira do Alasca congela no inverno e ‘volta à vida’ na primavera”; e
2. “Cientistas que estudam receptores para temperatura e tato levam Nobel de Medicina”.

Neste primeiro momento, a estratégia de adaptar os textos foi utilizada para que os alunos não recebessem o conhecimento já determinado e desenvolvido, o que poderia prejudicar as etapas de levantamento e testes das hipóteses.

Os alunos surpreenderam-se principalmente com a capacidade de sobrevivência da Rã-Madeira. Eles tentaram criar hipóteses que explicassem o fato de a rã se congelar e voltar à vida. A partir disso, sugeriram questionamentos instigados durante a discussão do texto, como “congelados, os seres vivos morrem?”. Os alunos foram indagados se o estranho seria algo

congelar em baixas temperaturas ou não congelar e, então, o que seria mais provável: um animal congelar em temperaturas baixas ou continuar com a sua temperatura constante? A partir de tal ponto discursivo, ao se perguntarem o porquê de a rã conseguir voltar à vida, também se questionavam por qual motivo várias espécies conseguiam viver em temperaturas extremamente baixas sem congelarem, assim como ficaram curiosos em saber a causa da morte por hipotermia.

Os estudantes estavam discutindo, mas sem chegarem a conclusões. Como mediadora, a professora sugeriu aos alunos que pensassem em argumentos para a discussão em um próximo momento. Receberam como atividade para casa a proposta de observar o que acontece com uma garrafa plástica totalmente cheia de água e mantida por uma noite no congelador. Com isto, espera-se que a observação de fatos gere argumentos para a discussão na aula seguinte.

Antes de iniciar o segundo momento, e após a análise das respostas dos questionários, foi possível observar que os alunos tinham pouco conhecimento prévio sobre o tema. A partir das dúvidas levantadas, e da curiosidade que eles apresentaram, a questão norteadora foi adaptada para que pudessem dar seguimento à sequência investigativa. O segundo momento foi iniciado com a sistematização dos conhecimentos adquiridos na etapa anterior por debate, em que os alunos foram organizados em círculo e discutiram sobre o experimento que realizaram.

Os alunos apresentaram as fotos e deu-se a discussão sobre o comportamento da água em seus diferentes estados físicos. Por meio dessa etapa eles perceberam que o congelamento das células é o principal fator que causa a ruptura das suas estruturas, matando os seres vivos que são compostos por células e corroborando com os relatos de Massumoto *et al.* (2000). Era esperado que a garrafa se rompesse, mas nos registros dos alunos que fotografaram elas apenas estavam mais inchadas. Um deles afirmou que sua garrafa foi rompida, mas não fotografou por ter entendido, como alguns dos seus colegas, que a foto era opcional devido à professora ter dito “quem puder tire a foto, por favor”. Apesar do procedimento não ter saído como esperado, o resultado foi favorável pela boa discussão que gerou entre os jovens.

A discussão é uma etapa fundamental do processo de aprendizagem, segundo Rodrigues (2010), “o objetivo de cada problema é suscitar uma discussão produtiva no grupo de alunos” (2010, pp.41-2). Esse processo ajudou a iniciar o entendimento sobre o comportamento da água nos diferentes estados físicos, algo que seria necessário nas etapas

posteriores, já que foi solicitado que os alunos repetissem esse mesmo experimento na etapa 3 da sequência didática.

Os alunos foram indagados sobre os conhecimentos que possuíam sobre os processos de produção, manutenção e transferência de energia térmica. Nesse ponto, fizemos a transposição entre a Física e a Biologia: as propriedades da água na garrafa PET são as mesmas da água que compõe os líquidos dos seres vivos? As propriedades da água e o fluxo de calor podem ser observados entre corpos com temperaturas diferentes? Eventualmente, o estudo dos princípios da termometria e a construção de um termômetro permitirão a associação entre tecnologia e comparação de variáveis experimentais. Após discussão, chegaram à conclusão de que a água aumentaria de volume quando congelada, associando este fato à morte (ruptura) das células (átomos) por congelamento. Prontamente, a questão norteadora foi apresentada aos alunos (anotada no quadro) e imediatamente discutida pelos jovens participantes, que não conseguiram formular hipóteses por estarem com dificuldade de interligar os conhecimentos.

O questionamento dos processos de produção e manutenção de calor demonstrou que os participantes tinham boa noção dos processos abordados, apesar de alguns deles se confundirem com os termos técnicos.

4.1 Questão norteadora

A partir da análise dos registros anteriores e aproveitando o engajamento dos alunos no assunto, conforme observado na discussão, a questão norteadora foi apresentada: *“Cachorros são quentes e rãs são frias. Qual a vantagem do controle de temperatura para os animais? E quais as propriedades da água contribuem para a manutenção da vida no que se refere à temperatura?”*

A partir disso e das questões – que foram levantadas no primeiro momento e ainda estavam sem respostas – os alunos foram divididos em dois grupos de trabalho e receberam as questões abaixo:

| Grupo 1: | Grupo 2 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>- Quais são as características químicas e físicas da água, em seus diferentes estados?</p> <p>- Por que o congelamento pode matar a célula?</p> <p>- Há alguma característica da água que contribua com a homeostase térmica (termorregulação)? Justifique.</p> | <p>- De que maneira o calor é gerado no corpo dos seres vivos?</p> <p>- Quais são os mecanismos de transmissão de calor?</p> <p>- Como os organismos dos homeotérmicos mantêm sua temperatura? Explique.</p> |

Discussão: os grupos discutiram entre si e chegaram às respostas que, para eles, faziam sentido. Foram informados de que não havia problema em errar, uma vez que a correção dos erros também era uma maneira de aprender.

| Grupo 1 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>- <i>Quais são as características químicas e físicas da água, em seus diferentes estados?</i></p> <p>Os alunos descreveram os três estados físicos da água - gasoso, sólido e líquido - em função da variação de temperatura e pressão. Quando perguntados sobre alterações na estrutura molecular, massa e volume, não souberam responder.</p> <p>- <i>Por que o congelamento pode matar a célula?</i></p> <p>Especularam que o gelo “queimava” a célula e, por isso, ela morria, mas quando perguntados se tinham certeza desta afirmação ficaram divididos, não sabendo ainda como defender outro ponto de vista.</p> <p>- <i>Há alguma característica da água que contribua com a homeostase térmica (termorregulação)? Justifique.</i></p> <p>Os alunos do grupo 1 discutiram, mas não chegaram a nenhum processo. Os colegas do outro grupo afirmaram que os humanos possuem o suor como mecanismo de manutenção de temperatura, apenas.</p> |
| Grupo 2 |
| <p>- <i>De que maneira o calor é gerado no corpo dos seres vivos?</i></p> <p>Ainda na roda de conversa, a explicação para a geração do calor corporal veio pela alimentação e pelo metabolismo celular, mas não conseguiram explicar como acontecia o</p> |

processo de metabolismo ou a transformação do alimento em calor.

- *Quais são os mecanismos de transmissão de calor?*

Sobre as formas de transmissão de calor, responderam de forma muito assertiva que eram a condução, a convecção e a radiação. Falaram que estavam corretos porque estavam estudando tais conceitos em Física.

- *Como os organismos dos homeotermos mantêm sua temperatura? Explique.*

Um dos alunos afirmou que o calor era gerado pelo metabolismo e era distribuído pelo corpo pelos processos citados acima. O restante do grupo parecia um pouco inseguro com relação a essa resposta quando questionados se tinham certeza.

Análise da etapa

As questões foram adaptadas a partir dos questionamentos levantados durante a leitura dos textos e os alunos se engajando para tentarem responder. Os jovens discutiram e tentaram responder da forma que, para eles, tinha mais lógica. O teste das hipóteses que eles apresentaram para responder às questões foi orientado pela mediadora, tendo os estudantes demonstrado interesse para conduzir e formular outros experimentos além dos já propostos como base na sequência didática. No fim desse momento, foi-lhes entregue a cruzadinha para a ampliação do vocabulário.

Após a discussão, com o objetivo de fixar o conhecimento e criar vocabulário, os alunos foram divididos em duplas e desafiados a completar um jogo de palavras cruzadas (Anexo 05) criado a partir dos conceitos discutidos na última aula, de maneira a verificar se houve melhora no vocabulário do conteúdo em questão. Não há um consenso sobre o uso das palavras cruzadas como recurso didático. Avaliações realizadas após a revisão da matéria através de palavras cruzadas demonstram resultados variados em diferentes classes: enquanto em uma classe as notas aumentaram, em outra houve até sua diminuição (DAVIS, SHEPHERD e ZWIEFELHOFER, 2009).

4.2 A avaliação da atividade foi positiva

Nesta atividade, os alunos perguntaram onde pesquisariam para responder ao desafio de fazer a cruzadinha sem um texto-base para retirar as respostas, sendo estimulados a buscá-las nas discussões do dia anterior, a partir das dúvidas e das afirmações trabalhadas em sala. Como resultado, observou-se que a tarefa foi cumprida em menos de 15 minutos. A conclusão

final foi que eles gostaram muito de aprender por meio de uma atividade, sem precisar de copiar um grande texto ou assistir à uma aula teórica.

4.3 Estratégias para os testes das hipóteses

Ao grupo 1 foi solicitado que repetisse a experiência da água no congelador, se necessário, e refletissem também sobre o que teria acontecido com a água e a garrafa. Foram orientados a pesquisarem sobre as propriedades da água, principalmente o calor específico, e solicitado que trouxessem alguns materiais (textos e *sites*) para testarem as hipóteses.

Ao grupo 2 foi solicitado que pesquisassem sobre como os alimentos são transformados em calorias pelo organismo humano e sobre materiais isolantes térmicos, trazendo na próxima aula o material para testar as suas hipóteses. O grupo 2 começou a se organizar e a dividir as funções, com o material necessário. O grupo 1 pediu ajuda por querer também fazer atividades práticas em sala, além de suas pesquisas, mesmo informado de que havia várias formas de testar suas hipóteses que não precisariam ser sempre por meio de experimento. Mas os alunos insistiram e foram orientados a construir um termômetro, que estava relacionado ao tema central da pesquisa. Eles executaram a pesquisa e, em seguida, iniciaram a discussão para realizarem os testes.

Ensinar que calor não é o mesmo que temperatura não é trivial. Observar que calor é energia em trânsito e que a medida da temperatura informa o grau de agitação térmica das moléculas de um corpo torna a atividade investigativa. Para isso, os alunos foram estimulados a buscar atividades que demonstrassem as propriedades dos materiais condutores e isolantes térmicos, resultando no estudo da transferência de calor através da irradiação, condução e convecção. Além disso, também estudaram as diferentes maneiras de medir-se a temperatura e as escalas termométricas utilizadas.

Para os testes foram feitos vários experimentos, como a construção do termômetro. Um dos grupos, que se organizou para montar um termômetro, relatou que a leitura sobre as propriedades da água – coesão, adesão e neutra com relação a escala de pH – foi muito interessante, mas o que os chamou a atenção – e que estava relacionado às dúvidas que foram levantadas na sala de aula – foi o calor específico da água. Esta propriedade, segundo o que eles pesquisaram, estaria relacionada com a manutenção da temperatura no planeta e nos indivíduos. Eles entenderam que se tratava da resistência que a água tinha em mudar sua

temperatura. Um aluno afirmou: “Como o calor específico (que é o que permite a variação de temperatura) da água é alto, ela tende a manter as temperaturas constantes”.

Ao repetirem e discutirem sobre a garrafa que foi colocada no congelador, os alunos viram que a água em baixas temperaturas aumentava o volume e que isto acontecia devido à mudança da organização em suas ligações químicas. As informações foram compartilhadas pelo *WhatsApp*.

Dessa maneira, entenderam que a base do conhecimento para a medida de temperatura era a mudança das propriedades físicas das substâncias, em função da temperatura, por meio da expansão e da retração do volume.

Os alunos montaram um termômetro baseado na variação da altura da coluna de um líquido em função do seu volume, a uma dada temperatura. Assim, a posição do menisco do líquido é marcada quando o termômetro é colocado em água resfriada com cubos de gelo, marcando zero grau Célsius (°C), e depois em água em ebulição, marcando 100°C. A partir daí é possível a divisão da escala em centésimos. Esta calibração seria aferida por meio da observação da temperatura e do comportamento da água com o auxílio de um termômetro digital – e sabendo que o calor passa do corpo mais quente para o mais frio até que haja equilíbrio.

Utilizando água gelada, álcool, corante, canudo, garrafa, fita adesiva e uma garrafa vazia tentaram reproduzir um modelo obtido no site *WikiHow*². O resultado não saiu como esperado. Os alunos misturaram uma quantidade grande de água ao álcool, prejudicando o seu funcionamento. Apesar de o termômetro não ter saído como esperado, foi válida a experiência. Os alunos conseguiram associar a dificuldade da substância corada em alterar a temperatura devido à grande quantidade de água, que tem um calor específico alto e teve a tendência em manter a temperatura. O canudo funcionou para a água passar por ele devido à capilaridade da água, outra característica que eles já conheciam e conseguiram associar. Além de observarem a transferência do calor da água quente contida no recipiente para a água que estava dentro da garrafinha com o corante, notaram que houve um pequeno aumento na coluna de líquido no interior do canudo, explicando que isso era devido à expansão do volume proveniente da agitação térmica das moléculas do líquido e da capilaridade. Após longa discussão, os alunos chegaram à conclusão de que deveriam ter feito o experimento apenas com o álcool para que ele pudesse funcionar.

² <https://pt.wikihow.com/Fazer-o-Seu-Pr%C3%B3prio-Term%C3%B4metro> . Acessado em: 6/2021

Figura 3- Imagens do experimento do termômetro³



Fonte: a pesquisadora.

Para a observação da transferência do calor por condução o grupo responsável pela tarefa planejou o experimento para a observação do processo de condução como uma das formas de transferência de calor. Os metais têm como característica serem, na sua maioria, bons condutores de calor devido ao fluxo livre de elétrons desencadeado pela agitação térmica dessas partículas. Essa experiência foi uma adaptação que alunos fizeram de uma experiência que encontraram no site *WikiHow*. Alguns materiais pedidos nas instruções não estavam disponíveis, como o Bico de Bunsen, uma vara de metal de 15 centímetros, cera e tachas. Os alunos, então, os substituíram pelo que tinham à disposição em casa, demonstrando mais uma vez boa desenvoltura e interesse em fazer as experiências buscando o desenvolvimento da investigação.

Os materiais utilizados foram a lâmina de uma faca, vela, pregos, recipiente de apoio (pote de vidro com areia) e uma pedra para dar sustentação à faca suspensa. Eles mesmos fixaram os pregos ao longo da lâmina com o auxílio da cera da vela. Após a solidificação da parafina, a lâmina da faca é suspensa com os pregos voltados para baixo e a chama de uma vela é utilizada como fonte de calor, aproximando-a na ponta da faca. Os alunos observaram que o fluxo de energia térmica percorre a lâmina a partir da ponta em direção ao cabo, fazendo com que os pregos se soltem um a um, sem que a vela se mova, só com a condução térmica. Concluíram que o calor passou pelo metal no sentido da região mais quente, próxima da chama da vela, para a mais fria em busca do equilíbrio térmico.

O resultado, bem como todo o experimento, foi interessante e relevante. Os alunos puderam observar o fluxo de calor por meio da condução, e que este processo se dá pela

³ Painel A: termômetro sendo confeccionado, líquido (água e álcool) já corado na garrafinha com o canudo, o bocal já vedado com a fita adesiva, alunos conferindo no celular se estão seguindo corretamente o passo a passo da experiência; painel B: alunos aferindo a temperatura da água quente (50,6°C) para fazer a medição do tanto que o líquido corado subiria no canudo. A garrafa já está inserida no recipiente com a água quente; painel C: a imagem demonstra a falha do experimento, pois a água e o álcool corados subiram muito menos que o esperado.

agitação das moléculas e é mais eficaz em objetos bons condutores térmicos, como os metais. Eles gostaram de fazer e ver como a propagação do calor ocorreu, mas não sentiram que foi relevante por não conseguirem associar este processo com a transferência de calor dentro do organismo; quando sondados sobre este processo, um dos estudantes comentou que “elementos químicos classificados como metais têm a característica de serem bons condutores, mas como tudo está dissolvido em água, as outras experiências demonstrariam melhor o que ocorre no organismo”.

Figura 4 - Etapas de montagem e realização do experimento⁴



Fonte: a pesquisadora.

A construção de um calorímetro foi feita aproveitando o estudo da Termodinâmica na disciplina de Física e contou com a participação do professor responsável pela disciplina. Os alunos pesquisaram as maneiras pelas quais poderiam verificar a ocorrência dos processos de geração e transmissão de calor no organismo por meio de um calorímetro, instrumento utilizado para medir a troca de calor entre dois corpos ou a quantidade de calor gerado pela queima de substâncias orgânicas. Por este motivo, é feito com material condutor – para a passagem de energia térmica para a água – e isolante – para dificultar a propagação desta

⁴ Painéis A e B: fixação dos pregos, com parafina, à lâmina de aço; painel C: posicionando a lâmina da faca sobre o pote para que fique em altura adequada para ser aquecida pela chama da vela; painéis D, E e F: com o aquecimento da lâmina, a parafina se liquefaz e os pregos caem sucessivamente, com a condução do calor pela lâmina da faca.

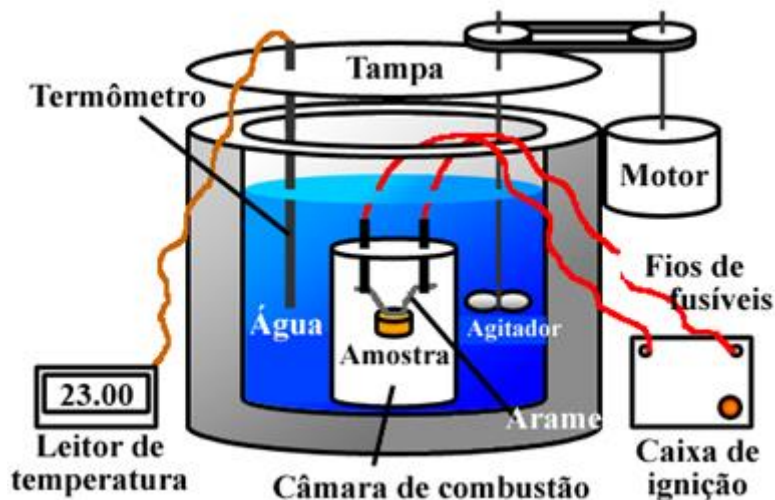
energia para o meio. Com este experimento seria possível analisar que para aquecer um grama de água de 1°C é necessária 1 kcal.

Os alunos montaram o calorímetro (Figura 8) utilizando uma pequena lata como câmara de combustão, colocada no interior de um recipiente de isopor contendo água, cuja temperatura era monitorada por meio de um termômetro digital. O material orgânico escolhido para a queima foi o algodão. Queimando o algodão no interior do recipiente metálico, puderam registrar a elevação da temperatura da água ao redor. Para fazer a experiência foi necessário colocar pedras no fundo da lata para evitar que flutuasse na água. Iniciada a queima, em pouco tempo a temperatura da água começou a aumentar de 31,4°C até 39,3°C. Como o material utilizado para a combustão foi o algodão e não havia balança de precisão à disposição para utilizar, limitaram-se a observar apenas o aquecimento da água a partir da combustão e da transmissão do calor, e o que fez com que se lembrassem dos conceitos estudados anteriormente dentro da investigação.

Por meio desse experimento, os alunos observaram que a queima de matéria orgânica gerou calor e aqueceu a água – assim como o sangue dentro do nosso organismo pode ser aquecido pela energia gerada por processos químicos, por meio da quebra de compostos como carboidratos, lipídios e proteínas, processos que geram calor e energia (ATP) nas células do corpo. Eles compreenderam que uma parte da energia gerada é dissipada na forma de calor, pois não há 100% de aproveitamento da energia pelo organismo, de maneira análoga a um automóvel que utiliza parte da energia para movimentar-se enquanto outra parte é dissipada na forma de calor ou à contração muscular, quando uma parte da energia é transformada em calor trocado com o meio ambiente por condução, convecção e evaporação do suor na superfície corporal.

O resultado desta experiência foi satisfatório, os alunos entenderam do que se tratava o experimento, como o calor é gerado a partir da matéria orgânica e a importância dos materiais empregados para a propagação ou o isolamento do calor.

Figura 5 - Modelo de calorímetro usado para realizar o experimento



Fonte: <https://www.preparaenem.com/quimica/o-que-um-calorimetro.htm>.

Os alunos tiveram de adequar os materiais que possuíam em casa, substituindo a câmara de combustão por uma latinha, termômetro e isopor como isolante térmico.

Figura 6 - Etapas do experimento⁵



Fonte: a pesquisadora.

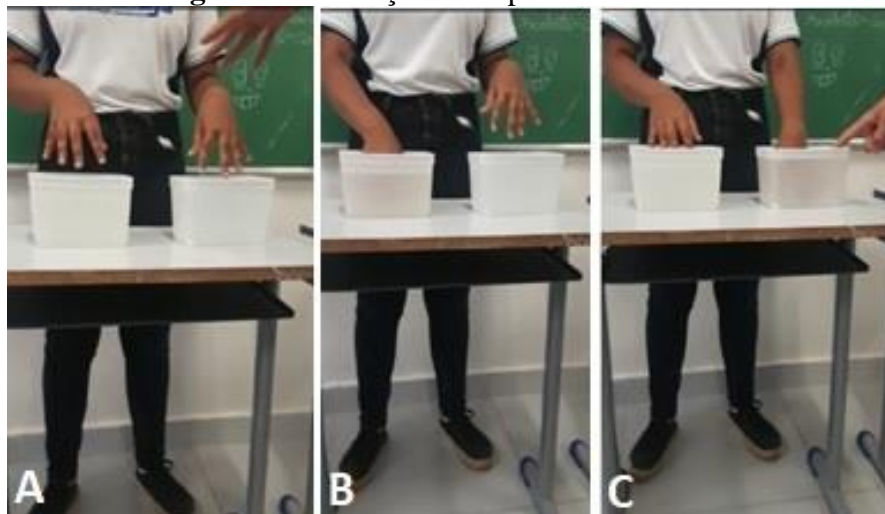
O experimento a seguir possibilitou a observação da transferência de calor por convecção e definição da sensação térmica. Seguindo pela mesma linha de testes das formas de transmissão de calor, os jovens do grupo realizaram o experimento para verificação do processo de convecção como forma de transferência de calor observando este experimento

⁵ Painel A: parte dos materiais utilizados para a construção do calorímetro; painel B: combustão do algodão colocado no interior da lata, já colocada no recipiente de isopor com água; painel C: uma tampa metálica foi utilizada para reduzir a perda de calor; painel D: agitação da água e registro de sua temperatura com um termômetro digital.

em suas pesquisas. Não lembravam a fonte da teoria utilizada, mas dentro do que eles aprenderam teoricamente sobre o processo na disciplina de Física previram que funcionaria também para confirmação da convecção.

O experimento foi realizado por meio de um líquido aquecido e resfriado para a transferência de calor entre os corpos. A convecção tem a característica da transferência de calor entre substâncias em estado líquido ou gasoso, provocando muitas vezes a movimentação das massas de ar e de água. Nessa experiência, os alunos disseram que a convecção ocorre com a transferência de calor da água quente para a mão da aluna e da mão da aluna para a água fria, buscando o equilíbrio térmico.

Com esse experimento, os jovens viram a transferência de calor por meio da convecção, que ocorre com a transferência de calor entre líquidos e gases. Apesar da troca de massas não ter sido exemplificada, a observação de como o calor era transferido pelo meio líquido foi realizada com êxito. Quando questionada pelos colegas do grupo, a aluna disse que a mão inserida na água que estava com a temperatura acima dos 45°C estava quente e a inserida na água fria, a 9°C, estava gelada. Os jovens foram indagados sobre como o calor poderia passar de um ponto a outro do corpo. A aluna voluntária percebeu que a palma de sua mão que estava na água quente estava mais avermelhada devido à troca de calor que ocorreu da água para a mão, enquanto, seguindo a termodinâmica, a palma da mão que estava na água fria tinha estava mais esbranquiçada devido a ter perdido calor para o recipiente de água fria. Outros pontos sugeridos pela professora para observação foram a vasoconstrição e a vasodilatação, que ocorrem em ambientes quentes e frios. A professora os questionou sobre o porquê da coloração vermelha quando havia aumento de temperatura em ocasiões como corridas, dias muito quentes e ambientes fechados, ao que eles concluíram que seria devido à cor do sangue, que se aproximava da pele por meio da vasodilatação para que a condução ocorresse com o ambiente e o corpo pudesse amenizar sua temperatura. Ao serem questionados sobre como o corpo poderia resfriar em caso de elevação de temperatura, responderam que a convecção ou a irradiação poderia ser utilizada pelo corpo para tentar se resfriar.

Figura 7 - Execução do experimento⁶

Fonte: a pesquisadora.

A Observação da transferência de calor por irradiação ocorreu por meio do experimento da irradiação, que foi proposto pelos alunos a partir de um experimento obtido na internet. Na figura, como fonte de energia térmica foi utilizada uma lâmpada, mas os alunos a substituíram por uma vela. Outra modificação introduzida foi a utilização de duas latas, na qual uma teve sua metade pintada de preto e a outra permaneceu como era.

Os alunos realizaram o experimento para verificar a irradiação, que é o processo da transferência do calor por ondas eletromagnéticas (infravermelho). Devido a esse fenômeno, objetos de cores escuras absorvem melhor o calor propagado por não refletirem tal frequência e, assim, a absorvem. Os objetos claros, por sua vez, refletem essas ondas de maneira mais eficaz, absorvendo pouco calor.

Ao realizar o experimento os alunos posicionaram as latas equidistantes da fonte de calor e, após um curto intervalo de tempo, mediram a temperatura com um termômetro digital infravermelho. Nesse momento, observaram a existência da irradiação do calor da chama da vela porque a lata, por ser de cor preta e não refletir a radiação infravermelha, absorveu melhor a energia térmica. Eles gostaram dessa experiência e acharam válida a observação de que a lata escura (pintada) estava mais de um grau acima da outra (26,8 °C e 27,9 °C).

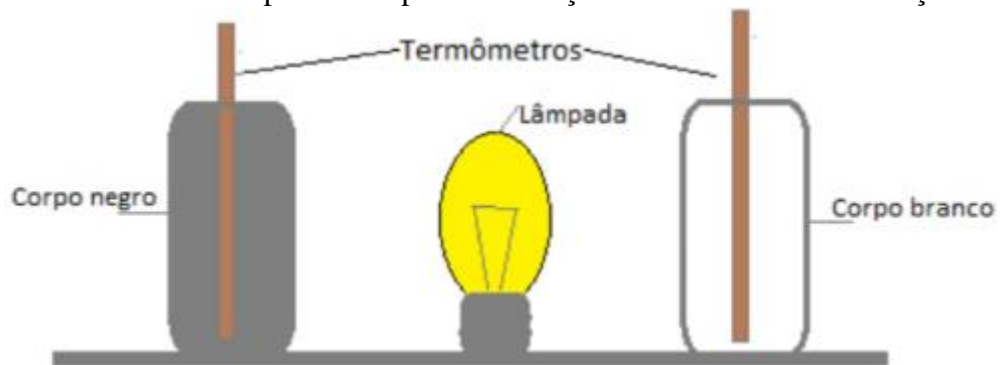
Durante a discussão, os alunos foram indagados sobre o processo de irradiação e se ele aconteceria também no organismo. Uma aluna disse que sim, pois a roupa de cor escura esquentava mais do que as brancas e o grupo concordou, mas disseram que essa resposta não

⁶ Painel A: aluna inserindo os dedos na água para sentir se as temperaturas estavam suportáveis; painel B: aluna inserindo a mão direita na água quente; painel C: aluna inserindo a mão esquerda na água fria.

respondia à pergunta feita. Ao longo das discussões, eles associaram o funcionamento do termômetro infravermelho para medir a temperatura com certa distância, e o uso de câmeras com sensor infravermelho, que identificam as pessoas em ambientes sem iluminação, e concluíram que o corpo também realiza irradiação.

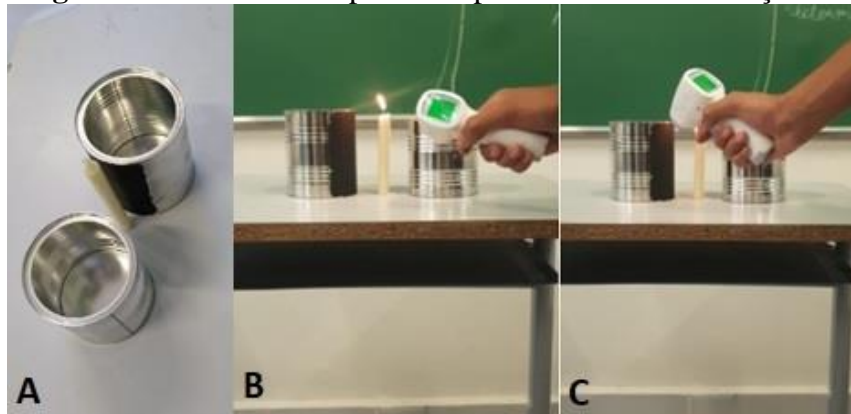
Mais uma vez eles adequaram o modelo com os materiais que tinham à disposição para realizarem o experimento mostrado na Figura 9.

Figura 8 - Modelo de experimento para observação do fenômeno da irradiação.



Fonte: <https://www.passeidireto.com/arquivo/87929427/calor-e-irradiacao-termica> . Acesso em:

Figura 9 - Materiais e experiência para verificar a irradiação⁷.



Fonte: a pesquisadora.

Os experimentos foram muito interessantes e as conclusões às quais chegavam, a partir das provocações, foram válidas e inesperadas de uma forma muito positiva, o que pode ser observado no próximo momento. Nele, os dois grupos reunidos dividiram experiências e aprendizados para a reformulação da resposta à pergunta inicial, isto é, a questão norteadora:

⁷ Painel A: materiais adaptados : duas latas semelhantes feitas do mesmo material e uma vela; painel B: verificação da temperatura da lata não pintada que já estava ao lado da vela acesa por um curto espaço de tempo; painel C: verificação da temperatura da lata na face pintada.

“Cachorros são quentes e rãs são frias. Qual a vantagem do controle de temperatura para os animais? E quais as propriedades da água contribuem para a manutenção da vida no que se refere à temperatura?”.

O grupo 1, com dois integrantes que se destacaram, informou que a água em estado líquido tinha menor volume do que em estado sólido e isto poderia romper a célula quando a água do citoplasma congelasse. Para relacionar a água com a homeostase, eles definiram calor específico como uma característica que a água tem de não alterar sua temperatura com facilidade. Uma integrante do grupo falou que a experiência deles, a construção do termômetro, não deu o resultado que eles esperavam devido ao fato de terem utilizado água, que tem elevado calor específico.

O grupo 2, com um integrante que se destacou em todas as etapas, informou que o calor é gerado no corpo a partir do metabolismo da matéria orgânica, que é um processo semelhante à queima e que gera energia e calor no corpo. As formas de troca de calor entre o corpo e o meio ambiente para a manutenção da temperatura implicam na convecção, distribuição do calor através da corrente sanguínea para a superfície corporal e sua consequente irradiação para o ambiente, o calor sempre fluindo do ponto mais quente para o mais frio, em busca do equilíbrio. A fonte de calor nos organismos é resultado da queima de carboidratos, gorduras e proteínas. Questionados sobre o fato de os animais ectotérmicos também se alimentarem mas não conseguirem manter a temperatura como os homeotérmicos, eles levantaram a hipótese de que isso poderia estar relacionado à água em seus organismos, mas eliminaram tal ideia devido à maioria dos seres vivos apresentarem grande quantidade de água em seu corpo. Então, a professora os lembrou que havia alguns materiais, como a madeira do cabo da faca e o isopor do calorímetro, que não conduzem bem o calor. Eles continuaram discutindo e concluíram que os homeotérmicos deveriam ter algum revestimento que funcionaria como isolante térmico, chegando à conclusão de que, por não terem tal isolante, os ectotérmicos perdiam energia para o ambiente por irradiação e convecção, dando exemplos de lagartos do tipo ‘calango’, que se aquecem no sol por irradiação, e dos peixes, que ficam sempre gelados por causa da água onde vivem. Ficaram em dúvida se os pelos funcionariam como isolante.

Vários questionamentos sobre as experiências foram realizados nesse momento, que se encerrou com a questão norteadora novamente questionada e os alunos demonstrando ainda algumas inseguranças nas respostas. Apesar de chegarem a várias conclusões, os argumentos tiveram grande melhoria em comparação à primeira vez que a questão foi a eles direcionada.

Como atividade assíncrona, os alunos foram orientados a pesquisarem para respaldarem suas conclusões em textos de confiança. A sequência didática foi avaliada pelo engajamento dos alunos, de forma qualitativa formativa por meio da observação, da participação e dos conhecimentos adquiridos em cada etapa da sequência didática.

Para a finalização, a questão norteadora foi apresentada novamente no quadro. Os participantes revisaram a aula anterior e acrescentaram mais coisas que tinham lido sobre o assunto. A seguir, estão alguns exemplos representativos das discussões:

- Como o calor é produzido no organismo?

Todos demonstraram domínio e segurança ao falar que o calor é produzido a partir da queima de carboidratos, que gera calor e energia no organismo;

- Como o calor é transportado no organismo?

Os alunos tinham certeza de que era por convecção e chegaram à conclusão que era o sangue que fazia este processo;

- Por que a água aumenta de volume em estado sólido?

Responderam que as moléculas se expandem, mas na hora de explicar o motivo, alguns disseram saber o que acontecia, mas não sabiam como dizer, até que um aluno desenhou o formato hexagonal que as moléculas de água adquiriam. Os outros concordaram falando que era isto mesmo que acontecia;

- O que é o calor específico da água e como esta característica contribui para a manutenção de temperatura?

Todos sabiam que o calor específico contribui para a manutenção de temperatura impedindo que esquite ou esfrie demais, contribuindo no equilíbrio térmico;

- Rãs e cães têm quais diferenças de revestimento?

Dentro do que pesquisaram, três alunos responderam que os pelos funcionam como isolante térmico, pois quando eriçam conseguem formar um colchão de ar quente que mantém a temperatura. Sob a pele há uma camada de gordura que funciona como importante isolante térmico e vasos sanguíneos que, por meio de processos como vasoconstrição e vasodilatação, controlam a troca de calor com o ambiente. Se há

tremor quando exposto ao frio, é a movimentação da musculatura gerando calor. O suor tem a função de resfriar a pele, por meio da evaporação. Como o calor específico da água é alto, é necessária uma caloria para evaporar um grama de suor. Os alunos também relataram os sites onde pesquisaram. Digna de nota foi a melhoria na qualidade das fontes.

A resposta dos alunos à questão norteadora, depois de todas as experimentações, consistiu na vantagem da manutenção da temperatura residir no fato de que animais que geram e mantêm o seu calor conseguem habitar os ambientes mais frios do planeta. Além disso, compreenderam que, apesar de a rã do gelo conseguir hibernar, ela é uma exceção, como alguns peixes, e que a maioria dos ectotérmicos não consegue viver em regiões de baixas temperaturas. O calor específico da água é a principal diferença no que se refere à manutenção de temperatura, pois, para alterar a temperatura da água, é necessário que ela ganhe ou perca muito calor, mas a alteração dificilmente ocorre de forma brusca devido a esta característica da água que visa manter a temperatura.

Apesar de responderem à questão norteadora de forma assertiva, com muita tranquilidade pelos alunos que demonstraram domínio em suas respostas, outros questionamentos foram levantados pelos estudantes: “- Por que quando o tempo está frio o corpo treme e, quando está calor, sua? Será que tem como fazer o contrário?”; “- Se isto ocorrer, o que acontece? Será que morre?” “- Às vezes a pessoa sente calor à noite e se descobre, tira o cobertor, sem nem acordar. De manhã percebe que está sem coberta. Teria a ver com as perguntas anteriores?”.

A partir das dúvidas que apresentaram, a professora explicou sobre a irritabilidade, que seria a resposta dos organismos ao estímulo do ambiente. A partir disso, foi solicitado que eles pesquisassem sobre a atuação dos sentidos e do Sistema Nervoso no processo de termorregulação, e que formulassem um material de divulgação dos conhecimentos por eles adquiridos.

Para o produto, inicialmente foi sugerido que os estudantes montassem um jogo com as informações obtidas e enviassem para a professora, que apresentou para eles o Kahoot⁸ como sugestão. Os alunos conduziram essa etapa sem mais encontros, só por conversa em

⁸ Disponível em: <https://kahoot.com/> . Acessado em: 08/2022

sala, e mesmo com o contato da professora eles preferiram tentar fazer sem o auxílio. Mas, ao encerrar-se o prazo combinado e a professora não ter o retorno dos alunos, estes foram questionados do que estaria acontecendo, ao que informaram não saber e não terem tido interesse pelo Kahoot. Apenas um aluno conseguiu montar o jogo, mas com apenas 24 horas de liberação para acesso, alegando não ter conseguido de outra forma.

Procurando facilitar para os alunos e evitar sua desmotivação, a entrega passou a ser do material de divulgação que considerassem mais fáceis, como cartazes, HQs, vídeos, outros jogos, cartilhas etc.

Os alunos formularam seu material de divulgação em sequência e iniciariam sua sequência didática utilizando um gênero textual conhecido entre os jovens, a história em quadrinhos (HQ) (Anexo 06), na qual o personagem principal estaria passando por uma situação de aumento de temperatura devido ao calor. A partir desse quadrinho, os alunos desenvolveram cartazes com informações que esclareceriam as dúvidas que os jovens leitores tivessem (Anexo 07). Os cartazes traziam conteúdos como a homeostase térmica, processo que busca manter a temperatura interna constante apesar das alterações do ambiente, e os termorreceptores do tato, que são vários, foram associados no cartaz aos mecanismos que permitem ao corpo a percepção da alteração da temperatura. Também apareceram situações de estresse térmico para o organismo, a hipertermia e a hipotermia, quando elas acontecem e quais mecanismos o corpo possui para lidar com elas. Os alunos procuraram simplificar os processos de manutenção de temperatura para facilitar o entendimento de todos os públicos da escola.

Analisando os trabalhos, foi possível observar que as etapas foram todas de grande valor para os alunos. Os questionamentos ao final da proposta foram interessantes e os alunos desenvolveram a pesquisa e a confecção dos materiais por si mesmos; alguns ficaram interessantes, mas outros foram insuficientes devido ao uso indiscriminado de imagens da internet.

E como crítica ao modelo, alguns pontos de melhoria da sequência didática podem ser ressaltados, como uma maior interação com as disciplinas de Física e Química, principalmente no planejamento da sequência e divisão da carga horária. Além disso, corrigir os pontos falhos encontrados na confecção do termômetro para o seu funcionamento adequado, de forma que os alunos possam exercitar seu trabalho em equipe com a construção e observação de um termômetro de álcool que funcione como esperado. No calorímetro,

poderia ter sido comparada a queima de carboidratos com a de lipídeos para que fosse observada a conversão de massa em energia.

5. CONCLUSÃO

Os estudantes apreciaram ter participado da pesquisa, principalmente pelas experiências realizadas. Consideraram interessante o processo de investigação de um tema que permitiu a eles adquirirem muito mais conhecimento do que os outros processos de ensino do cotidiano da escola.

Foi possível observar a construção do conhecimento sobre os diferentes temas da Biologia, Física e Química durante a sequência didática, conhecimento que foi aumentando durante as etapas e não parou em sua finalização, uma vez que os estudantes continuaram a buscar conhecimentos sobre os processos de regulação de temperatura, principalmente associados ao corpo humano.

A interdisciplinaridade das Ciências da Natureza é um grande desafio para os professores, uma vez que a Nova BNCC delega aos docentes a criação de cenários com situações cotidianas que englobem as três aprendizagens das disciplinas das citadas Ciências. Assim, é razoável concluir que esta sequência didática investigativa conseguiu atingir esse objetivo. Muitas outras sequências serão necessárias para atender a essa nova demanda. Acredita-se que este possa ser o modelo para a criação de novas estratégias de ensino para as Ciências da Natureza.

6. PRODUTO DO TRABALHO

**Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Ciências Biológicas
Mestrado Profissional em Ensino de Biologia**

**UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA
INVESTIGATIVA SOBRE OS
MECANISMOS
TERMORREGULADORES E
ADAPTAÇÕES A AMBIENTES
EXTREMOS**

**UFMG - ICB, PROFBIO, apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento
de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES).
Autores: Professores Darjana Santos e Dr. Miguel Lopes.**



PLANO DE AULAS



Série: 2º ano E.M.

Componente curricular :
Biologia

Bimestre: 1º e 2º

Tempo: 6 aulas com momentos assíncronos.

Tema: **Termorregulação**

Interdisciplinaridade: Física, Química, Matemática e Português.

Objetivo geral: Promover a aprendizagem e o desenvolvimento da autonomia dos estudantes sobre o tema de Termorregulação.

Tópicos: Vida e energia, corpo humano e saúde.

Área do conhecimento (BNCC): Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

Foco e objetivos das aulas: Ecologia, temperatura e fisiologia, unidades de medida, propriedades da matéria, mudanças de estado físico, energia, temperatura e calor, termodinâmica, mecanismos e receptores sensoriais.



Competências da Educação básica (CGEB - BNCC) a serem desenvolvidas:

(CGEB1) Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva;

(CGEB2) 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;

(CGEB4) Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo;

(CGEB5) Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva;

(CGEB7) 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;



(CGEB9) Exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro e aos direitos humanos, com acolhimento e valorização da diversidade de indivíduos e de grupos sociais, seus saberes, identidades, culturas e potencialidades, sem preconceitos de qualquer natureza;

(CGEB10) Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários.

Competências Específicas da Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o Ensino Médio (CECNTEM):

(CECNTEM1) Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global;

(CECNTEM2) Construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis;

(CECNTEM3) Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

Habilidades:

(EM13CNT101) Analisar e representar as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões em situações cotidianas e processos produtivos que priorizem o uso racional dos recursos naturais;

(EM13CNT103) Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, na indústria e na geração de energia elétrica;

(EM13CNT201) Analisar e utilizar modelos científicos, propostos em diferentes épocas e culturas, para avaliar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo;

(EM13CNT202) Interpretar formas de manifestação da vida, considerando seus diferentes níveis de organização (da composição molecular à biosfera), bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, tanto na Terra quanto em outros planetas;

(EM13CNT205) Utilizar noções de probabilidade e incerteza para interpretar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, reconhecendo os limites explicativos das Ciências;

(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica;

(EM13CNT302) Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos – interpretando gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, elaborando textos e utilizando diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) –, de modo a promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural;

(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.

AULA 01

Tema: Levantamento de conhecimentos prévios.

Duração: 1h/aula

Área de conhecimento: Biologia e Física

Competências e Habilidades: CGEB1, CGEB2, CGEB4, CGEB7, CGEB9, CECNTEM2, CECNTEM3, EM13CNT202, EM13CNT205, EM13CNT301 e EM13CNT303.

Materiais necessários:

Textos de divulgação científica impressos. Folhas com o questionário ou o passar no quadro. Garrafas com água para estourar.

Objetivos de aprendizagem:

- Compreender os conhecimentos prévios dos alunos;
- Instigar a curiosidade por meio do uso de textos de divulgação científica.

Metodologia / Atividade:

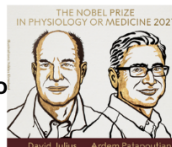
Iniciar a aula com o questionário prévio conforme modelo abaixo; após recolher as respostas iniciar a discussão sobre ele.

Questionário de conhecimentos prévios:

- 1) O que você sabe sobre Termorregulação?
- 2) Todas as espécies de seres vivos são quentes? Dê exemplos.
- 3) Você sabe como o calor do seu corpo é gerado?
- 4) Saberria dizer porque há espécies com diferentes temperaturas?
- 5) Como ocorre a percepção da temperatura do ambiente?

Durante a discussão apresentar dois textos para os alunos:

Texto 1: Cientistas que estudam receptores para temperatura e tato levam Nobel de Medicina



<https://super.abril.com.br/ciencia/nobel-de-medicina-2021-vai-para-descobertas-sobre-sensacao-de-temperatura-e-tato/>

Texto 2: Incrível rã-madeira do Alasca congela no inverno e “volta à vida” na primavera.



<https://www.jornalciencia.com/incrivel-ra-madeira-do-alasca-congela-no-inverno-e-volta-a-vida-na-primavera/>

Após a leitura, mediar a discussão até os alunos questionarem a morte por congelamento. Anotar os outros questionamentos que eles levantarem. Como "para casa", pedir que coloquem uma garrafa no congelador com o objetivo que ela estoure, mas não informar aos alunos, deixar que eles discutam na próxima aula.

Avaliação: Engajamento dos alunos nos processos de leitura, discussão e tarefa assíncrona.

AULA 02

Tema: Apresentação da questão norteadora.

Duração: 1h/aula

Área de conhecimento: Biologia e Química.

Competências e Habilidades: CGEB1, CGEB2, CGEB4, CGEB9, CECNTEM2, CECNTEM3, EM13CNT202, EM13CNT205, EM13CNT301 e EM13CNT303.

Materiais necessários: Foto das garrafas ou as garrafas rompidas e quadro para passar a questão norteadora ou apresentação em data show.

Objetivos de aprendizagem:

- Observar a aprendizagem da etapa anterior;
- Apresentar a questão norteadora e mediar a discussão.

Metodologia / Atividade:

Iniciar a aula com discussão sobre o que teria acontecido à garrafa de água que se rompeu ou inchou e associar esse processo com a lise das células congeladas. Em seguida, apresentar a questão norteadora e mediar a discussão para saber se os alunos têm conhecimento sobre os processos de produção, manutenção e transferência de energia térmica.

“Cachorros são quentes e rãs são frias, qual a vantagem do controle de temperatura para os animais? E quais as propriedades da água contribuem para a manutenção da vida no que se refere à temperatura?”

É esperado que os alunos não consigam responder corretamente a esse questionamento neste momento, mas que eles tentem criar hipóteses ou que, pelo menos, tenham entendido a pergunta. O professor mediador deve sempre tomar nota de todo processo.

Avaliação: Engajamento dos alunos nos processos de leitura, discussão e tarefa assíncrona.

AULA 03

Tema: Levantamento de hipótese.
 Duração: 1h/aula:
 15 min cruzadinha, 35min questionário e discussão.

Área de conhecimento: Biologia, Física, Química e Português.

Competências e Habilidades: CGEB1, CGEB2, CGEB4, CGEB9, CECNTEM2, CECNTEM3, EM13CNT202, EM13CNT205, EM13CNT301 e EM13CNT303.

Materiais necessários: Impressão da cruzadinha e apresentação das questões levantadas nas etapas anteriores.

Objetivos de aprendizagem:

- Observar a aprendizagem da etapa anterior;
- Ampliar o vocabulário;
- Levantamento de hipóteses.

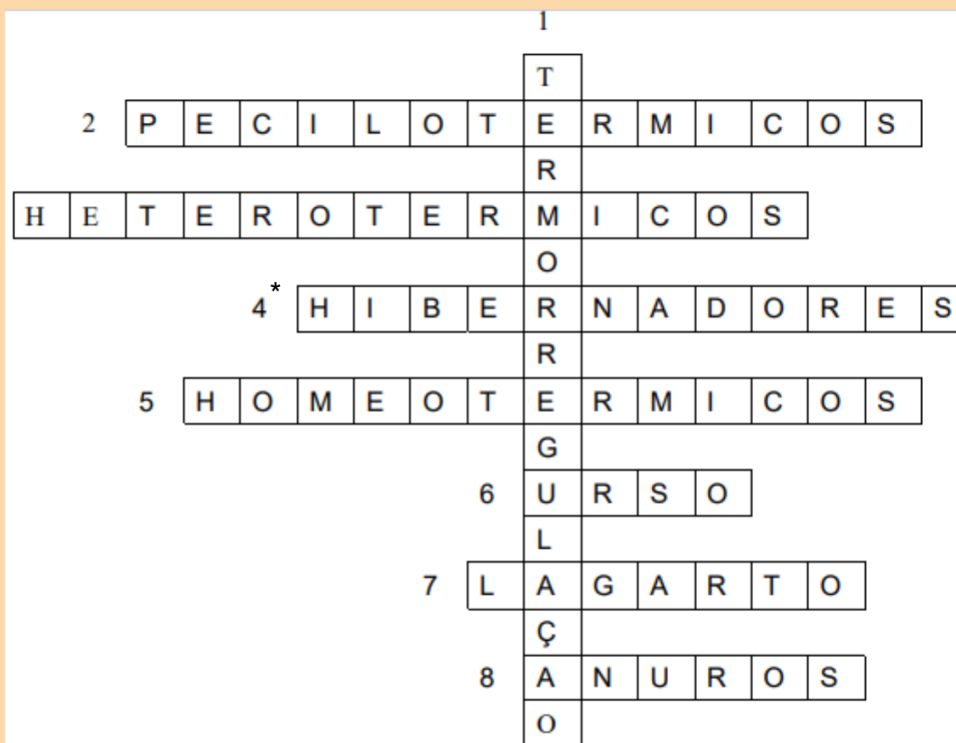
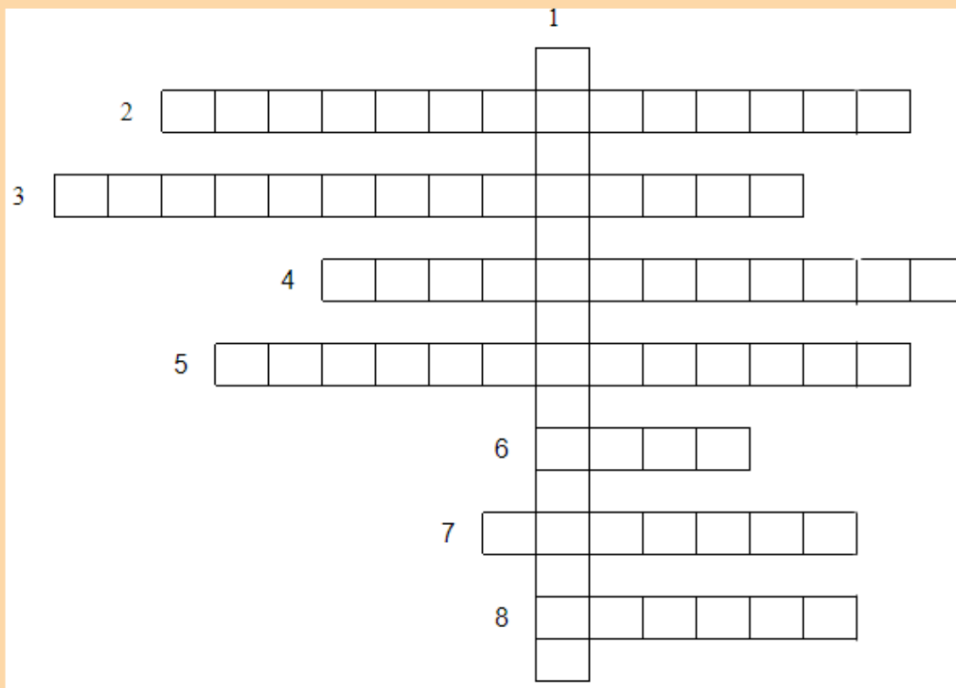
Metodologia / Atividade:

1. Iniciar a etapa com a **cruzadinha**, elaborada para a aplicação de vocabulário, analisados como necessário com base nas etapas anteriores.
2. Em seguida os alunos deverão ser divididos em grupos de 5 a 6 pessoas, dependendo número de participantes, o que facilitará a discussão e o levantamento de hipóteses para responder as questões direcionadoras que auxiliarão a realização dos testes.

1. CRUZADINHA

Questões de 1 a 8:

- 1) Objeto de conhecimento da nossa aprendizagem:
- 2) Possuem temperatura corporal variada de acordo com o ambiente, com uma variação maior de temperatura:
- 3) Procura aquecer o corpo por meio do comportamento:
- 4) Mantêm a temperatura corporal em condições favoráveis, mas abandonam essa capacidade no calor ou no frio intenso, mantendo a temperatura semelhante à do ambiente, reduzindo o metabolismo ao entrar em profunda dormência ou torpor:
- 5) A temperatura corporal não varia com as condições ambientes:
- 6) Ao contrário do que muitos pensam não é um animal hibernador, pois sua temperatura corporal não cai o suficiente para alterar consideravelmente seu metabolismo, então considera-se que ele apenas dorme por um longo período:
- 7) É um animal heterotérmico:
- 8) São exemplos de animais peilotérmicos:



* No número 4, o termo hibernadores poderá ser substituído por hibernantes

Para responder as questões da cruzadinha os alunos deverão discutir e lembrar das discussões das etapas anteriores além de analisar bem as questões da própria cruzadinha.

2. QUESTÕES DIRECIONADORAS:

Grupo 1:

Quais são as características químicas e físicas da água, em seus diferentes estados?

Por que o congelamento pode matar a célula?

Há alguma característica da água que contribua com a homeostase térmica (termorregulação)? Justifique.

Grupo 2:

De que maneira o calor é gerado no corpo dos seres vivos?

Quais são os mecanismos de transmissão de calor?

Como os organismos dos homeotermos mantêm sua temperatura? Explique.

Os alunos deverão responder a estes questionamentos por meio das discussões, criando suas hipóteses. O professor deve mediar para que as dúvidas possam ser esclarecidas por meio dos testes das hipóteses, na próxima etapa.

A sugestão é que os alunos pesquisem, sites confiáveis, sobre as características da água associadas à temperatura, sobre o processo de transferência de energia térmica e façam os experimentos de construção do calorímetro e do termômetro.

Esta aula deverá ser encerrada com a divisão dos trabalhos, entre os membros do grupo, para a realização dos testes na próxima aula.

Avaliação: Engajamento dos alunos nos processos de leitura, discussão e tarefa assíncrona.

AULA 04

Tema: Teste das hipóteses, pesquisas e experimentos.

Duração: 1h/aula

Área de conhecimento: Biologia, Física e Química.

Competências e Habilidades: CGEB1, CGEB2, CGEB4, CGEB5, CGEB9, CGEB10, CECNTEM1, CECNTEM2, CECNTEM3, EM13CNT101, EM13CNT205, EM13CNT301 e EM13CNT303.

Objetivos de aprendizagem:

- Observar as aprendizagem da etapa anterior;
- Teste das hipóteses.

Materiais necessários:

- **Clorímetro:** recipiente de isopor, termômetro, água, latinhas de alumínio, matéria orgânica a ser queimada, (balança de precisão), fósforos ou isqueiros para acender o fogo;
- **Termômetro:** água quente e fria, álcool, termômetro, corante, caneta hidrocor de fixação, canudo, garrafa de plástico transparente e material para vedar a tampa;
- **Processos de condução, convecção e irradiação:** água quente e fria, vela, lâmina de metal, pregos, latas de metal, tinta preta, fósforos ou isqueiro e termômetro.

Metodologia / Atividade:

Observar e mediar os experimento e verificar as pesquisas por eles realizadas. Após as pesquisas sobre as questões anteriores, os jovens deverão conduzir seus experimentos. O professor mediador deve se atentar a organizar os grupos com o melhor aproveitamento do tempo: enquanto um grupo se organiza o outro executa o seu experimento.

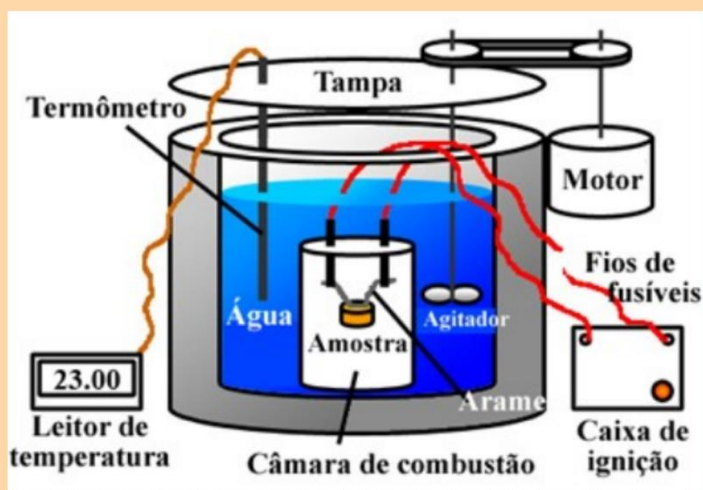
É importante deixar poucos alunos por grupo devido ao manuseio de fogo, água razoavelmente aquecida e lâmina. A quantidade menor de alunos facilita o acompanhamento.

Clorímetro:

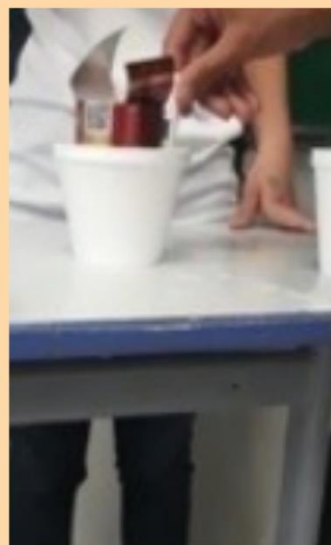
O modelo pode ser adaptado devido aos alunos o utilizarem apenas para ver como o calor que provém da queima da matéria orgânica aquece a água e fazerem, por meio da discussão, a associação com a produção de calor no organismo.

A latinha de alumínio faz o papel da câmara de combustão que deverá ficar dentro do isopor com água.

Site: <<https://www.preparaenem.com/quimica/o-que-um-calorimetro.htm>>.



Modelo de calorímetro utilizado para realizar o experimento. Imagem disponível em: <https://www.preparaenem.com/quimica/o-que-um-calorimetro.htm>.



Termômetro:

Observação da transferência de calor entre os objetos e do comportamento das substâncias, álcool e água em diferentes temperaturas.

A garrafa com o álcool e corante servirá de termômetro devido à expansão do volume do álcool dentro do canudo na água quente e à redução do volume na água fria.

Site: <<https://pt.wikihow.com/Fazer-o-Seu-Pr%C3%B3prio-Term%C3%B4metro>>.



Observação da condução, convecção e irradiação:

Observação da transferência de calor entre corpos, os processos de manutenção da temperatura do organismo;

Convecção: Quando o aluno coloca a mão na água quente, ele observa que ela se aquece e, na água fria, ela resfria devido à convecção. Outro fator que pode ser observado é a coloração da mão que se altera devido à vasoconstricção e à vasodilatação;

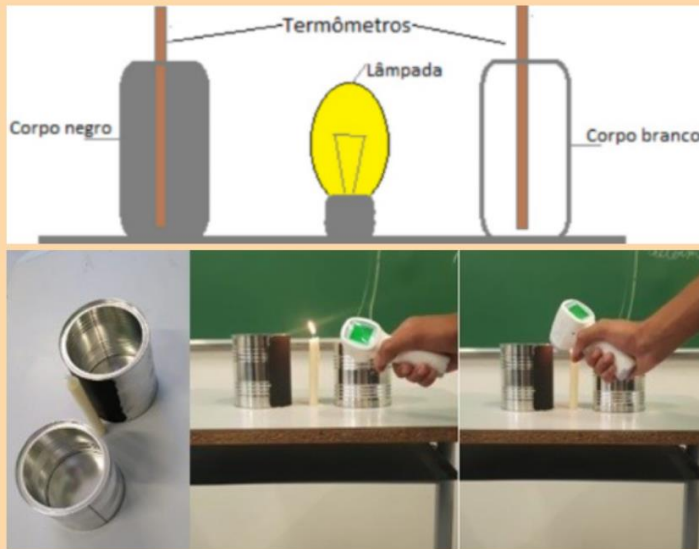
Irradiação: O experimento foi adaptado e é possível observar que a lata com a cor escura tem maior absorção de calor devido à absorção de energia irradiada;

Condução: A lâmina é um condutor; nela, o calor vai do ponto mais frio ao mais quente buscando o equilíbrio. O fluxo de energia faz com que os pregos prendidos com a cera da vela se desprendam da lâmina, um a um.

Convecção



Irradiação



Condução



AULA 05

Tema: Resultados e Discussão.

Duração: 1h/aula

Área de conhecimento: Biologia, Física e Química.

Competências e Habilidades: CGEB1, CGEB2, CGEB4, CGEB5, CGEB7, CGEB9, CGEB10, CECNTEM1, CECNTEM2, CECNTEM3, EM13CNT101, EM13CNT103, EM13CNT102, EM13CNT205, EM13CNT301 e EM13CNT303.

Objetivos de aprendizagem:

- Observar a aprendizagem da etapa anterior;
- Discussão e os resultados das aprendizagem obtidas e que foram instigadas pelos testes.

Materiais necessários:

- Roda de conversa com troca de experiências;
- Foto das etapas anteriores exibidas pelos celulares, caso necessário.

Metodologia / Atividade:

Mediar a discussão sobre os experimentos realizados na etapa anterior. Idealmente essa discussão deve ser realizada no mesmo dia mas, devido ao curto tempo da hora aula (50min) e a euforia dos alunos na execução dos experimentos, a discussão pode vir a ficar para a outra aula e os alunos podem recorrer aos vídeos e fotos que fizeram das suas experiências para auxiliá-los;

Essa etapa deve se iniciar com a divisão dos grupos e discussão sobre os experimentos. Oportunamente, o professor mediador deve questionar novamente os alunos sobre a questão norteadora, socilitando aos alunos que tentem respondê-la utilizando como base seus experimentos e suas pesquisas;

Muitas vezes os alunos ainda não têm segurança ou ainda têm pontos que não estão suficientemente esclarecidos; então o professor mediador deve pedir que os alunos exercitem o seu protagonismo e busquem informações com boas referências para seu esclarecimento.

AULA 06

Tema: Conclusão e Divulgação.

Duração: 1h/aula

Área de conhecimento: Biologia, Física e Química.

Competências e Habilidades: CGEB1, CGEB2, CGEB4, CGEB5, CGEB7, CGEB9, CGEB10, CECNTEM1, CECNTEM2, CECNTEM3, EM13CNT101, EM13CNT103, EM13CNT102, EM13CNT205, EM13CNT301, EM13CNT302 e EM13CNT303.

Objetivos de aprendizagem:

- Observar a aprendizagem da etapa anterior;
- Finalização da sequência didática com as conclusões que os alunos chegaram e o levantamento de todo o conhecimento adquirido por eles.

Materiais necessários:

Exibição das perguntas direcionadoras (aula 3), da questão norteadora (aula 2) e sugestão de materiais para a divulgação.

Metodologia / Atividade:

Neste momento, as questões direcionadoras e norteadoras deverão ser novamente discutidas para que os alunos demonstrem se sua pesquisa foi bem sucedida e se a relação entre as experiências e pesquisas foram determinantes para o crescimento do conhecimento sobre o tema. O levantamento da opinião deles sobre terem participado e se foi uma experiência bom ou ruim também será de grande importância.

O professor mediador deve intermediar o diálogo dando liberdade para que os jovens recordem do que mais gostaram e, até, levantarem novos questionamentos, que devem ser orientados de forma protagonista, buscando informação em fontes confiáveis e seguindo o método científico para resolução de suas dúvidas, problemas e desafios, colocando em prática tudo o que foi aprendido.

O material de divulgação seria o que atingisse mais público ou o que ficar mais cômodo para os jovens.

7. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. J. P. M. D.; SILVA, H. C. D. **Linguagens, leituras e ensino de ciências**. Campinas (SP): Mercado de Letras, 1998.

AZEVEDO, M. C. P. S. D. Ensino por Investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. D. **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Cengage Learning, 2004. p. 19-34.

BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, Londrina (PR), v. 32, n. 1, p. 25-40, jan./jun. 2011. Disponível em: [berbel_2011.pdf \(uff.br\)](#). Acessado em: 18 dez. 2021.

BIAZZOTTO, C. B. et al. Hipotermia no período peri-operatório. **Revista Brasileira de Anestesiologia**, [s.l], v. 56, n. 1, p. 89-106, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rba/a/LNxZ6WVy4z3QGvSYsDQFSyj/?lang=pt>. Acesso em 02 jan. 2022.

BRASIL, Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação/ Câmara de Educação Básica. **Parecer CNE/CED Nº 7/2010 – Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica**. Brasília: MEC, 2010. Disponível em: https://normativasconselhos.mec.gov.br/normativa/view/CNE_PAR_CNECEBN72010.pdf?query=diretrizes%20curriculares. Acessado em 17 ago. 2021

BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica/ Programa Nacional de Ensino Médio (PCN). Brasília: MEC, 2014. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em 28 set. 2021.

BRASIL, Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). MEC: Brasília, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 17 ago. 2021.

BRASIL. Lei Nº9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**, 23 dez. 1996

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Pacto Nacional pela Alfabetização na Idade Certa: alfabetização em foco – projetos didáticos e sequências didáticas em diálogo com os diferentes componentes curriculares: ano 03, unidade 6. Brasília: MEC, 2012. Disponível em: [Unidade-6-2.pdf \(ufpel.edu.br\)](#), acesso em: mar./2022

BRASIL. Lei Nº13.415, de 16 de fevereiro de 2017. Altera as Leis n º 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e 11.494, de 20 de junho 2007, que regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação, a Consolidação das Leis do Trabalho - CLT, aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, e o Decreto-Lei nº 236, de 28 de fevereiro de 1967; revoga a Lei nº 11.161, de 5 de agosto de 2005; e institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral. **Diário Oficial da União**, 16 de fevereiro de 2017.

CAPECCHI, M. C. V. D. M. Problematização no ensino de Ciências. In: CARVALHO, A. M. P. D. **Ensino de Ciências por investigação: condições para implantação em sala de aula**. São Paulo : Cengage , 2013.

CARVALHO, A. M. P. D. et al. **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CHUEIRI, M. S. F. Concepções sobre a Avaliação Escolar. **Estudos em Avaliação Educacional**, São Paulo, v. 19, n. 39, p. 49-64, jan./abr. 2008.

CICILLINI, G. A. Formas de interação e características da fala do professor na produção do conhecimento biológico em aulas de biologia do ensino médio. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 1., 1997, Águas de Lindóia (SP). **Atas**. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 1997. p. 256-263.

CIÊNCIA, R. J. Incrível rã madeira do Alasca congela no inverno e 'volta à vida' na primavera. **Jornal Ciência**. Disponível em: <<https://www.jornalciencia.com/incrivel-ra-madeira-do-alasca-congela-no-inverno-e-volta-a-vida-na-primavera/>>. Acesso em: 12 dez. 2022.

DAVIS, T.M; SHEPHERD, B.; ZWIEFELHOFER, T. Reviewing for Exams: Do Crossword Puzzles Help in the Success of Student Learning?. **The Journal of Effective Teaching**. Vol. 9, n. 3, 2009. p. 4- 10.

DAZA-PEREZ, E. P.; EL-HANI, C. N. Termorregulación en vertebrados terrestres como concepto integrador explícito en la enseñanza de las ciencias naturales. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 21, n. 12026, p. e, 2019. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/epec/a/kxxjF9TkTTnGKG6QmzgQb3n/?format=pdf&lang=es>> . Acesso em: 02 ago. 2020.

DELORS, J. **Educação: um tesouro a descobrir**. 8. ed. São Paulo: Cortez, 2003.

DEMO, P. Teoria e Prática da Avaliação Qualitativa. **Perspectivas**, Campos dos Goytacazes (RJ), v. 4, n. 7, p. 106-115, jan./jul. 2005.

ERTL, B. **E-collaborative Knowledge construction**: Learning from computer-supported and virtual environments. New York : [s.n.], 2010.

FAVA, R. Aprendizagem dedutiva, indutiva e abdutiva na educação. **Pleiade**, v. 12, n. 26, jul./dez. 2018. Editorial.

FERNANDES, E. Conhecimento Prévio: entenda por que aquilo que cada um já sabe é a ponte para saber mais. **Nova Escola**, 2011. Disponível em: <<https://novaescola.org.br/conteudo/1510/conhecimento-previo>>. Acesso em: 11 dez. 2022.

FIORATTI, C. Nobel de Medicina de 2021 vai para descobertas sobre sensação de temperatura e tato. **Super Interessante**, 2021. Disponível em: <<https://super.abril.com.br/ciencia/nobel-de-medicina-2021-vai-para-descobertas-sobre-sensacao-de-temperatura-e-tato/>>. Acesso em: 12 dez. 2022.

GIORGI, C. D. **Uma outra escola é possível!**: uma análise radical da inserção social e da democracia na escola do mundo globalizado. São Paulo: Mercado das Letras , 2004.

GUIMARÃES, Y. A. F.; GIODAN, M. Instrumento para construção e validação de sequências didáticas em um curso a distância de formação continuada de professores, Campinas, 2011. Disponível em: http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/viii/enpec/resumos/R0875-2.pdf. Acessado em 30 nov. 2020.

HACHIYA, J. S. A. et al. Interdisciplinaridade em Ciências da Natureza: perspectivas a respeito do desenvolvimento de uma oficina de ensino. **Revista Ciência & Ideias**, v. 9, n. 1, p. 19-36, jan./abr. 2018.

HILL, R.; WISE, G.; ANDERSON, M. **Fisiologia animal**. Porto Alegre: Artmed, 2012.

KRASILCHIK, M. **Práticas de ensino de Biologia**. São Paulo: Edusp, 2004.

LEÃO, A. F. C.; GOI, M. E. J. Um olhar na teoria da aprendizagem de Bruner sobre o ensino de Ciências. **Research Society and Development**, v. 10, n. 13, p. e367101321214, 2021. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/21214>> Acessado em 02 jan. 2022.

MARQUES, R. A pedagogia de Jerome Bruner. Disponível em: <http://www.eses.pt/usr/ramiro/docs/etica_pedagogia/A%20Pedagogia%20de%20JeromeBruner.pdf>. Acessado em 11/12/2022

MASSUMOTO, C. M. et al. Criopreservação de medula óssea e células pluripotentes periféricas utilizando um congelador programável: experiência em 86 congelamentos. **Revista da Associação Médica Brasileira**, [s.l], v. 43, n. 2, p. 93-98, 1997. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0104-42301997000200003>>. Acessado 05 mai. 2022

MATOS, E.; OLIVEIRA, E.; CRUZ, F. Currículo e tecnologia: do raciocínio semiótico abduutivo em Peirce aos conhecimentos prévios em Vygotsky. **Revista e-curriculum**, São Paulo, v. 7, n. 2, ago. 2011. Disponível em : <https://revistas.pucsp.br/index.php/curriculum/article/view/6774> . Acessado em: Acessado em 28 jun. 2022.

MINAS GERAIS (Estado). Secretaria do Estado de Educação. Conteúdo Básico Comum: CBC Biologia. Belo Horizonte: SEE, 2007.

_____. Secretaria da Educação de Minas Gerais. Currículo Referência de Minas Gerais (Ensino Médio). Belo Horizonte: SEE, 2020.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. D. C. Ensinar Ciências por investigação: em quê estamos de acordo? **Ensaio: pesquisa em educação em ciência**, Belo Horizonte, v. 9, n. 1, p. 72-89, 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1983-21172007090107>>. Acessado em 03 set. 2022.

NASCIMENTO, L.; MELNYK, A. Medição Experimental do Calos Específico da Água. **Revista Multidisciplinar Pey Keyo** , v. 5, n. 1, p. 92-96, 2019. Disponível em: <http://periodicos.estacio.br/index.php/pkcroraima/article/view/7034> .Acesso em: 27 dez. 2021.

NICARETTA, G. M.; BUENO, M. A. P. O uso de mídias no ensino de Ciências por investigação: formação de professores e profissionalização docente. *In*: X CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO - EDUERE: I SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE REPRESENTAÇÕES SOCIAIS, SUBJETIVIDADE E EDUCAÇÃO, 2011, Curitiba. **Atas**. Curitiba: PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ, 2011. p. 1726 Disponível em: https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2011/4810_2563.pdf. Acessado em 16 ago. 2020.

NUNES, T. A reforma do ensino médio. **Ponto Biologia**, 2016. Disponível em: <https://pontobiologia.com.br/reforma-ensino-medio/?doing_wp_cron=1670780046.9733068943023681640625>. Acesso em: 11 dez 2022.

PEIRCE, C. S. **Semiótica**. São Paulo: Perspectiva, 2005.

PIFFERO, E. D. L. F. et al. Metodologias Ativas e o ensino de Biologia: desafios e possibilidades no novo Ensino Médio. **Ensino & Pesquisa**, União da Vitória (PR), v. 18, n. 2, p. 48-63, maio/jul. 2020.

PROFBIO. **Regimento Geral do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional**, 2017. Disponível em: <<https://www.profbio.ufmg.br/wp-content/uploads/2019/09/REGIMENTO-GERAL.pdf>> Acesso em: 12 de jul. de 2021.

RANDALL, D.; BURGGREN, W.; FRENCH, K. **Fisiologia Animal: mecanismos e adaptações** (ECKERT). Rio de Janeiro: Guanabara & Koogan, 2000.

RAZERA, J. C. C.; BASTOS, F. Compreensão e uso da Proposta Curricular de Biologia (SE/CENP): uma avaliação preliminar realizada na região de Bauru/SP. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 1., 1997, Águas de Lindóia (SP). **Atas**. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 1997. p.

RODRIGUES, C. T. Charles Sanders Peirce. **Enciclopédia Jurídica da PUCSP**, 2017. Disponível em: <<https://enciclopediajuridica.pucsp.br/verbete/58/edicao-1/peirce,-charles-sanders>>. Acesso em: 12 dez. 2022.

RODRIGUES, H. W. Popper e o processo de ensino-aprendizagem pela resolução de problemas. **Revista Direito GV**, [s.l.], v. 6, n. 1, p. 39-57, jan./jun. 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1808-24322010000100003>>. Acessado em 01 mai. 2022

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, Ensino por investigação e Argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 17, n. especial, p. 49-67, nov. 2015.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. D. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, Belo , v. 13, n. 3, p. 333-352, dez 2008.

SCARPA, D. L.; SILVA, M. B. E. A Biologia e o ensino de Ciências por investigação: dificuldades e possibilidades. In: CARVALHO, A. M. P. D. **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning , 2013. p. 129-152.

SILVA, M. B. E.; GEROLIN, E. C.; TRIVELATO, S. L. F. A Importância da Autonomia dos Estudantes para a Ocorrência de Práticas Epistêmicas no Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 908-

933, dez. 2018. Disponível em:< <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018183905>>. Acesso em 06 ago. 2020.

TEIXEIRA, P. M. M. Reflexões sobre o Ensino de Biologia realizado em nossas escolas. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC). 2001. Atibaia (SP). **Atas**. Atibaia, 2001. Disponível em: https://www.academia.edu/5395998/REFLEX%C3%95ES_SOBRE_O_ENSINO_DE_BIOLOGIA_REALIZADO_EM_NOSSAS_ESCOLAS. Acessado em 03 set. 2020

VIEIRA, F. A da C. Ensino por Investigação e Aprendizagem Significativa Crítica: análise fenomenológica do potencial de uma proposta de ensino, 2012, 144f., Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Bauru, 2012.

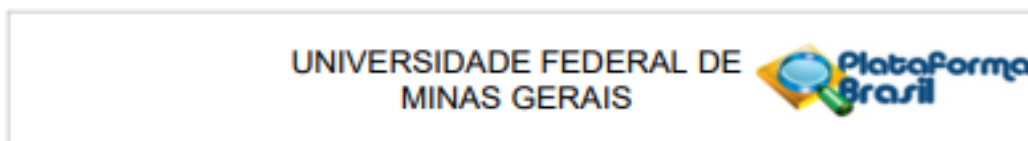
VILLAS-BOAS, B. M. D. F. Planejamento da avaliação escolar. **Pro-posições**, Campinas , v. 9, n. 3(27), p. 19-27, nov. 1998.

ZABALA, A. **A prática educativa**: como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZOMPERO, A. D. F.; LABURÚ, C. E. **Atividades Investigativas para as aulas de Ciências**: um diálogo com a teoria da aprendizagem significativa. Curitiba : Appris, 2016.

8. ANEXOS

ANEXO 01 – Parecer de aprovação do Conselho de Ensino e Pesquisa da UFMG



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: A TEMPERATURA COMO VARIÁVEL FUNDAMENTAL PARA A VIDA

Pesquisador: MIGUEL JOSE LOPES

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 46946821.7.0000.5149

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.082.840

Apresentação do Projeto:

Pesquisa com sequência didática será realizada em 4 aulas e em contra turno, em caso de aulas presenciais. Havendo a manutenção do ensino remoto as atividades em grupo serão realizadas, em plataformas como o google meet, com o auxílio do aplicativo whatsapp e o uso de e-mails, em quatro momentos que serão compostos por atividades síncronas e assíncronas, para iniciar a didática de forma remota será proposta a participação voluntária dos alunos no desenvolvimento da didática.

A metodologia está descrita no TALE (TALE_30jun21.pdf): "Os alunos serão complanados durante todas as etapas da sequência didática deste de a pergunta norteadora do desafio até o produto qualitativo da ampliação de saberes dos alunos sobre o tema, passando por debates, discussões, análises, pesquisas e conclusões. O contato e a participação dos alunos serão realizados por e-mail, chats e por reuniões on-line, em aplicativos, enquanto durar isolamento social. Quando, e se, finalizado esse período o contato será realizado na escola durante as aulas, por poder se associar a conteúdos presentes na matriz curricular do ensino médio em biologia, e em contraturnos. As atividades e os questionário não serão utilizados como ferramentas para a distribuição de pontos no bimestre, evitando assim prejudicar os alunos que não estiverem participando das atividades. As atividades serão sempre mediadas pela professora que ficará disponível para conversar sempre que surgir a necessidade, os limites e individualidade de cada

Endereço: Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 2º Andar Sala 2005 2º Campus Pampulha
Bairro: Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901
UF: MG **Município:** BELO HORIZONTE
Telefone: (31)3409-4592 **E-mail:** coep@prpq.ufmg.br

Continuação do Parecer: 5.062.840

aluno será respeitada em cada etapa do processo. As possíveis datas para a realização da proposta serão: Apresentação do projeto aos alunos: Até agosto de 2021. 1º, 2º e 3º Momentos: entre agosto e outubro de 2021. 4º Momento: Até dezembro de 2021"

Objetivo da Pesquisa:

Foram apresentados nas Informações Básicas da PB:

Objetivo Primário: Elaborar e aplicar uma sequência didática, com viés investigativo, sobre a termorregulação de vertebrados.

Objetivo Secundário: Desenvolvimento do protagonismo discente; Analisar e resolver problemas sobre termorregulação com embasamento científico; Dar continuidade ao processo de alfabetização científica e desenvolver o pensamento crítico aos fatos do cotidiano.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

No TALE (TALE_30jun21.pdf) foram descritos:

"A pesquisa não oferece os riscos físicos, e para evitar possíveis constrangimentos a participação é voluntária e anônima. Mesmo assim, qualquer dano relativo às dimensões física, psíquica, moral, intelectual, social ou cultural são passíveis de indenização conforme previsto no Código Civil. Portanto o sr(a). tem liberdade para recusar-se a autorizar o seu filho(a) a participar, retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. O seu consentimento e a participação do seu filho(a) são voluntários e a recusa em autorizar a participação não irá acarretar qualquer penalidade ou perda de benefícios ao seu filho(a). O sr(a). será esclarecido(a) sobre a pesquisa em qualquer aspecto que desejar."

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa de sequência didática realizada com 40 alunos da Escola Estadual José Brandão da cidade de Caeté - MG.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Carta resposta do pesquisador (encaminhamento_8jul21.pdf): "Conforme solicitado, informo que foram realizadas as seguintes modificações documentais no TCLE e no TALE:

1. Correção ortográfica.
2. Informado que qualquer dano relativo às dimensões física, psíquica, moral, intelectual, social ou cultural são passíveis de indenização conforme previsto no Código Civil.

Endereço: Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 2º. Andar 2 Sala 2005 2 Campus Pampulha
Bairro: Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901
UF: MG **Município:** BELO HORIZONTE
Telefone: (31)3409-4592 **E-mail:** coep@prpq.ufmg.br

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS**



Continuação do Parecer: 5.082.840

3. Substituição dos termos técnicos por linguagem coloquial.

4. Detalhado o tempo de cada atividade.”

Recomendações:

Em próximas emendas/notificações, corrigir o calendário da aplicação da sequência didática para após a aprovação do CEP-UFMG e inserir o orçamento (conforme informado pela CONEP, não existe pesquisa sem orçamento, mesmo que seja com recursos próprios do pesquisador).

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Somos, s.m.j, favoráveis à aprovação da pesquisa.

Considerações Finais a critério do CEP:

Tendo em vista a legislação vigente (Resolução CNS 466/12), o CEP-UFMG recomenda aos Pesquisadores: comunicar toda e qualquer alteração do projeto e do termo de consentimento via emenda na Plataforma Brasil, informar imediatamente qualquer evento adverso ocorrido durante o desenvolvimento da pesquisa (via documental encaminhada em papel), apresentar na forma de notificação relatórios parciais do andamento do mesmo a cada 06 (seis) meses e ao término da pesquisa encaminhar a este Comitê um sumário dos resultados do projeto (relatório final).

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

| Tipo Documento | Arquivo | Postagem | Autor | Situação |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------|-------------------|----------|
| Informações Básicas do Projeto | PB_INFORMAÇÕES BÁSICAS DO PROJETO 1688769.pdf | 08/07/2021 11:25:05 | | Aceito |
| Outros | encaminhamento_8jul21.pdf | 08/07/2021 11:24:35 | MIGUEL JOSE LOPES | Aceito |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | TALE_30jun21.pdf | 08/07/2021 11:23:43 | MIGUEL JOSE LOPES | Aceito |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | TCLE_30jun21.pdf | 08/07/2021 11:23:21 | MIGUEL JOSE LOPES | Aceito |
| Outros | Encaminhamento13abr.pdf | 13/04/2021 05:34:22 | MIGUEL JOSE LOPES | Aceito |
| Outros | SEI_UFMG0802923DFIB.pdf | 12/04/2021 14:41:17 | MIGUEL JOSE LOPES | Aceito |
| Outros | ParecerConsustanciadoDarjana.pdf | 12/04/2021 14:39:48 | MIGUEL JOSE LOPES | Aceito |
| Outros | anuenciadaescola.pdf | 24/03/2021 | MIGUEL JOSE | Aceito |

Endereço: Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 - 2º. Andar - Sala 2005 - Campus Pampulha
Bairro: Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901
UF: MG **Município:** BELO HORIZONTE
Telefone: (31)3409-4532 **E-mail:** coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 5.002.640

| | | | | |
|-------------------------------------------------|-------------------------|------------------------|----------------------|--------|
| Outros | anuenciadaescola.pdf | 11:27:17 | MIGUEL JOSE | Aceito |
| Folha de Rosto | folharostoDarjana1.pdf | 18/03/2021 15:29:45 | MIGUEL JOSE LOPES | Aceito |
| Projeto Detalhado / Brochura Investigador | ProjetoDarjana10mar.pdf | 11/03/2021 15:13:59 | MIGUEL JOSE LOPES | Aceito |

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BELO HORIZONTE, 05 de Novembro de 2021

Assinado por:
Crissia Carem Paiva Fontainha
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 - 2º. Andar - Sala 2005 - Campus Pampulha
Bairro: Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901
UF: MG **Município:** BELO HORIZONTE
Telefone: (31)3409-4592 **E-mail:** coep@prpq.ufmg.br

ANEXO 02 – TERMOS DE ASSENTIMENTO E CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO / CARTA DE ANUÊNCIA DA ESCOLA PARA REALIZAÇÃO DO PROJETO

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TALE

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa: **Ensino da regulação da temperatura corporal no ensino médio**

A JUSTIFICATIVA, OS OBJETIVOS E OS PROCEDIMENTOS: o projeto faz-se necessário devido as mudanças que estão ocorrendo nos mais diferentes campos de desenvolvimento. Na educação também há a necessidade de mudanças que serão realizadas a partir da estruturação de novas abordagens e ensino. Nesta proposta, apresentamos uma sequência de aulas de carácter investigativo, na qual o aluno será motivado a ser o protagonista da construção dos seus saberes. A temperatura corporal é facilmente determinada e aprender sobre a sua regulação e controle permite-nos trabalhar conceitos da biologia, física e matemática. Geralmente utilizada para separar os animais em função da sua temperatura corporal, podemos elevar essa variável à categoria daquelas fundamentais para a sobrevivência. A coleta dos dados será realizada com questionários que irão nortear a sequência didática e possibilitar a análise dos produtos gerados por ela.

FORMA DE ACOMPANHAMENTO: Os alunos serão acompanhados durante todas as etapas da sequência didática deste de a pergunta norteadora do desafio até o produto qualitativo da ampliação de saberes dos alunos sobre o tema, passando por debates, discussões, análises, pesquisas e conclusões. O contato e a participação dos alunos serão realizados por e-mail, chats e por reuniões on-line, em aplicativos, enquanto durar isolamento social. Quando, e se, finalizado esse período o contato será realizado na escola durante as aulas, por poder se associar a conteúdos presentes na matriz curricular do ensino médio em biologia, e em contraturnos. As atividades e os questionário não serão utilizados como ferramentas para a distribuição de pontos no bimestre, evitando assim prejudicar os alunos que não estiverem participando das atividades. As atividades serão sempre mediadas pela professora que ficará disponível para conversar sempre que surgir a necessidade, os limites e individualidade de cada aluno será respeitada em cada etapa do processo. As possíveis datas para a realização da proposta serão: Apresentação do projeto aos alunos: Até agosto de 2021. 1º, 2º e 3º Momentos: entre agosto e outubro de 2021. 4º Momento: Até dezembro de 2021

GARANTIA DE ESCLARECIMENTO, LIBERDADE DE RECUSA E GARANTIA DE SIGILO: A pesquisa não oferece os riscos físicos, e para evitar possíveis constrangimentos a participação é voluntária e anônima. Mesmo assim, qualquer dano relativo às dimensões física, psíquica, moral, intelectual, social ou cultural são passíveis de indenização conforme previsto no Código Civil. Portanto o sr(a). tem liberdade para recusar-se a autorizar o seu filho(a) a participar, retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. O seu consentimento e a participação do seu filho(a) são voluntários e a recusa em autorizar a participação não irá acarretar qualquer penalidade ou perda de benefícios ao seu filho(a). O sr(a). será esclarecido(a) sobre a pesquisa em qualquer aspecto que desejar. Uma via deste consentimento informado será fornecida a você e outra arquivada no Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (Profbio) do Instituto de Ciências Biológicas (ICB) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Os dados coletados também serão guardados no mesmo local por tempo 5 (cinco) anos.

| Rubricas | |
|--------------|--------------|
| Pesquisadora | Participante |

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

O seu filho(a) está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa: **Ensino da regulação da temperatura corporal no ensino médio**

A JUSTIFICATIVA, OS OBJETIVOS E OS PROCEDIMENTOS: o projeto faz-se necessário devido as mudanças que estão ocorrendo nos mais diferentes campos de desenvolvimento. Na educação também há a necessidade de mudanças que serão realizadas a partir da estruturação de novas abordagens e ensino. Nesta proposta, apresentamos uma sequência de aulas de caráter investigativo, na qual o aluno será motivado a ser o protagonista da construção dos seus saberes. A temperatura corporal é facilmente determinada e aprender sobre a sua regulação e controle permite-nos trabalhar conceitos da biologia, física e matemática. Geralmente utilizada para separar os animais em função da sua temperatura corporal, podemos elevar essa variável à categoria daquelas fundamentais para a sobrevivência. A coleta dos dados será realizada com questionários que irão nortear a sequência didática e possibilitar a análise dos produtos gerados por ela.

FORMA DE ACOMPANHAMENTO: Os alunos serão acompanhados durante todas as etapas das aulas desde a pergunta norteadora do desafio até o produto qualitativo da ampliação de saberes dos alunos sobre o tema, passando por debates, discussões, análises, pesquisas e conclusões. O contato e a participação dos alunos serão realizados por e-mail, chats e por reuniões on-line, em aplicativos, enquanto durar isolamento social. Quando, e se, finalizado esse período o contato será realizado na escola durante as aulas, por poder se associar a conteúdos presentes na matriz curricular do ensino médio em biologia, e em contraturnos. As atividades e os questionário não serão utilizados como ferramentas para a distribuição de pontos no bimestre, evitando assim prejudicar os alunos que não estiverem participando das atividades. As atividades serão sempre mediadas pela professora que ficará disponível para conversar sempre que surgir a necessidade, os limites e individualidade de cada aluno será respeitada em cada etapa do processo. As possíveis datas para a realização da proposta serão: Apresentação do projeto aos alunos: Até agosto de 2021. 1º, 2º e 3º Momentos: entre agosto e outubro de 2021. 4º Momento: Até dezembro de 2021

GARANTIA DE ESCLARECIMENTO, LIBERDADE DE RECUSA E GARANTIA DE SIGILO:

A pesquisa não oferece os riscos físicos, e para evitar possíveis constrangimentos a participação é voluntária e anônima. Mesmo assim, qualquer dano relativo às dimensões física, psíquica, moral, intelectual, social ou cultural são passíveis de indenização conforme previsto no Código Civil. Portanto o sr(a). tem liberdade para recusar-se a autorizar o seu filho(a) a participar, retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. O seu consentimento e a participação do seu filho(a) são voluntários e a recusa em autorizar a participação não irá acarretar qualquer penalidade ou perda de benefícios ao seu filho(a). O sr(a). será esclarecido(a) sobre a pesquisa em qualquer aspecto que desejar. Uma via deste consentimento informado será fornecida a você e outra arquivada no Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (Profbio) do Instituto de Ciências Biológicas (ICB) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Os dados coletados também serão guardados no mesmo local por tempo 5 (cinco) anos.

| Rubricas | |
|--------------|-------------|
| Pesquisadora | Responsável |



ESCOLA ESTADUAL JOSÉ BRANDÃO
 Avenida Carlos Cruz, nº 141, bairro José Brandão
 Caeté/MG – Tel.: (31) 3651-1275

AUTORIZAÇÃO PARA A REALIZAÇÃO DE PROJETO

Os responsáveis pela Escola Estadual José Brandão nas pessoas de Branca de Lourdes Peixoto Franco Castro, diretora, e dos vices diretores, Cássio Tavares, Romina Peixoto, Elenice Marcondes, autorizamos, anuência e permissão para a aplicação do Projeto de Mestrado (Profbio) da professora Darjana Vieira Santos Moraes, Masp: 1280426-6, professora efetiva no conteúdo de Biologia neste estabelecimento de Ensino.

O Projeto **A TEMPERATURA COMO VARIÁVEL FUNDAMENTAL PARA A VIDA: INVESTIGAÇÃO SOBRE OS MECANISMOS TERMORREGULADORES E ADAPTAÇÕES AOS AMBIENTES EXTREMOS: Uma sequência didática investigativa para o ensino de biologia a jovens do Ensino Médio**, se realizará no ano de 2021 com alunos voluntários do segundo ano do Ensino Médio desta instituição de Ensino.

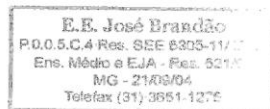
Por ser verdade, firmo a presente autorização

Caeté, março de 2021.

Assinatura: CÁSSIO LUIZ SILVA TAVARES.

Carimbo:

Cássio Luiz Silva Tavares
 Vice-Diretor
 MASP: 0454367-4



ANEXO 03 – RESPOSTAS DOS ALUNOS AO QUESTIONÁRIO PRÉVIO.

| | |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Questão 1 | O que você sabe sobre termorregulação? |
| 1 aluno respondeu | “Não sei, mas acho que é algum tipo de regra.” |
| 1 aluno respondeu | “É um Meio do corpo para se manter em uma temperatura estável.” |
| 1 aluno respondeu | “Não sabia nada, mas pesquisei e descobri que é a medição da temperatura.” |
| 4 alunos responderam | “Nada.” |
| 1 aluno respondeu | “É o processo em que o corpo tira de si para suprir uma necessidade.” |
| 1 aluno respondeu | “Antes eu não sabia o que era mas eu pesquisei e descobri que é um conjunto de sistemas de regulação de temperatura corporal.” |
| | |
| Questão 2 | Todas as espécies de seres vivos são quentes? |
| 1 aluno respondeu | “Não, pois alguns animais como répteis são sangue frio” |
| 1 aluno respondeu | “Não, porque nem todos os seres vivos geram calor, alguns precisam de receber esse calor do ambiente, animais como cobras, largatos” |
| 1 aluno respondeu | “Não, os répteis por exemplo são frios” |
| 1 aluno respondeu | “Não. Répteis, amphibios e peixes são exemplo” |
| 1 aluno respondeu | “Não. Os repteis por exemplo é um ser vivo frio (sangue frio), eles necessitam do calor do sol. Cobra” |
| 1 aluno respondeu | “Não, por exemplo as cobras os jacarés, os sapos, entre outros” |
| 1 aluno respondeu | “Não. Reptéis por exemplo são frios” |
| 1 aluno respondeu | “Não, pinguim, foca” |
| 1 aluno respondeu | “Não. Os répteis são mais frios” |
| | |
| Questão 3 | Você sabe como o calor do seu corpo é gerado? |
| 1 aluno respondeu | “Não sei” |
| 1 aluno respondeu | “Pela queima de gordura do corpo” |
| 4 alunos responderam | “Não” |
| 1 aluno respondeu | “Qualquer tipo de movimentação que você faz com o corpo gera calor” |
| 1 aluno respondeu | “Acredito que através da movimentação” |
| 1 aluno respondeu | “Mais ou menos” |
| | |
| Questão 4 | Saberia dizer, por que há espécies com diferentes temperaturas? |
| 1 aluno respondeu | “Pois os habitantes são diverentes, com contantes temperaturas” |
| 1 aluno respondeu | “Porque cada espécie tem uma temperatura ideal para o funcionamento de seu corpo” |
| 1 aluno respondeu | “Pois seu hábitate é diferente e influencia na sua temperatura” |
| 1 aluno respondeu | “Acho que é por causa do ambiente da espécie” |
| 1 aluno respondeu | “Para adaptar com o seu hábitat” |
| 1 aluno respondeu | “Eu acho que é por causa dos seus abtatis em que convivem” |
| 1 aluno respondeu | “Porque possuem mecanismos e organismos diferentes.” |
| 1 aluno respondeu | “Depende do lugar que o animal abta e por alguma células” |

| | |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 aluno respondeu | “Porque seus hábitats são diferentes e isso influência em sua temperatura” |
| | |
| Questão 5 | Como ocorre a percepção da temperatura do ambiente? |
| 1 aluno respondeu | “Com algumas formas de medida como termômetro” |
| 3 alunos responderam | “Não sei.” |
| 1 aluno respondeu | “Através da sensação de calor ou frio” |
| 1 aluno respondeu | “Nossa pele recebe a temperatura, por isso percebemos a temperatura” |
| 1 aluno respondeu | “Eu acho que através do movimento que o globo faz” |
| 1 aluno respondeu | “Não possuo esse conhecimento” |
| 1 aluno respondeu | “Depende do ambiente se você tiver num lugar fechado faz mais calor do que em um ambiente aberto” |

ANEXO 04 – TEXTOS UTILIZADOS NA INTRODUÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

TEXTO 1 - Incrível rã-madeira do Alasca congela no inverno e “volta à vida” na primavera

Esse pequeno anfíbio pode sobreviver mesmo sendo quase completamente congelado durante o inverno, podendo praticamente ressuscitar quando chega a primavera (Crédito: Reprodução/Redes Sociais)

Há várias criaturas que possuem certa tolerância a temperaturas abaixo de zero, mas nenhuma é tão surpreendente quanto a rã-madeira do Alasca.

Esse pequeno anfíbio pode sobreviver mesmo sendo quase completamente congelado durante o inverno, podendo praticamente ressuscitar quando chega a primavera. Durante dias ou até mesmo semanas desse período de hibernação de inverno, mais de 60% do corpo da rã é congelado. Sua respiração cutânea é interrompida e seu coração para de bater.

Seus processos físicos, como a atividade metabólica e a produção de resíduos, chegam praticamente a um impasse. “*Para todos os efeitos, eles estão mortos*“, disse Don Larson, um estudante Ph.D. em Fairbanks, Alasca. De acordo com sua pesquisa, rãs madeira podem sobreviver a longos invernos, nos quais as temperaturas variam entre -9°C e -18°C . Na verdade, elas podem passar de 10 a 15 ciclos de congelamento e descongelamento ao longo de uma única estação.

Os investigadores descobriram que a razão para esse fenômeno é a milagrosa alta concentração de agentes crioprotetores presentes nos tecidos da rã-madeira. São solutos – incluindo glicose e ureia – que baixam a temperatura de congelamento de células da rã, ajudando-as a sobreviver. Na maioria dos animais, a exposição a temperaturas abaixo de zero

por um longo período pode causar encolhimento celular. Durante esse processo, a água é puxada a partir de células do organismo para formar gelo, eventualmente secando-as e matando a célula. Porém, nessas espécies de rãs-madeira os crioprotetores ajudam as células a resistirem ao encolhimento.

“Os solutos tendem a deprimir o ponto de congelamento”, disse Jon Costanzo, do Departamento de Zoologia da Universidade de Miami, em Ohio. “Isso limita a quantidade de gelo que realmente se forma no corpo, em qualquer parte dele”. Costanzo pesquisa rãs madeira há 25 anos. Ele queria entender como o sapo poderia funcionar em níveis fisiológicos e químicos.

Graças a esses incríveis anfíbios, os pesquisadores médicos descobriram maneiras pelas quais os órgãos e os tecidos vivos possam ser congelados e descongelados sem serem danificados. Foi importante para áreas como transplantes de órgãos. *“Há um paralelo óbvio entre o que essas rãs estão fazendo para preservar todos os seus tecidos simultaneamente e a nossa necessidade de criopreservar órgãos humanos para fins de correspondência de tecido”, explicou Costanzo.*

“Se você pudesse congelar órgãos humanos, mesmo que por um curto período de tempo, isso seria um grande avanço, porque então esses órgãos podem ser enviados para todo o mundo, o que seria crucial para a melhora do processo de doadores correspondentes”, completou.

FONTE: <https://www.jornalciencia.com/incrivel-ra-madeira-do-alasca-congela-no-inverno-e-volta-a-vida-na-primavera> .

TEXTO 2 – Cientistas que estudam receptores para temperatura e tato levam Nobel de Medicina

Por que você sente a boca queimando quando come pimenta? Ou frio com uma bala de hortelã? David Julius e Ardem Patapoutian desvendaram os receptores celulares por trás dessas sensações. Entenda as pesquisas laureadas.

Ainda no século 17, o filósofo René Descartes questionou-se sobre o que poderia estar por trás das sensações humanas. Ele então imaginou uma possível explicação: dentro do corpo humano, haveria uma série de fios conectando as diferentes partes da pele ao cérebro. Essas

ligações fariam com que as pessoas sentissem caso pisassem em algo pontudo ou aproximassem as mãos do fogo, por exemplo.

Ele não estava de todo errado. Em 1944, os pesquisadores Joseph Erlanger e Herbert Gasser receberam o Prêmio Nobel de Fisiologia ou Medicina por suas descobertas envolvendo células nervosas. Eles mostraram como elas poderiam reagir a estímulos distintos, como o frio ou o calor, a dor ou o prazer.

E então chegamos ao Prêmio Nobel de 2021. Neste ano, os pesquisadores David Julius e Ardem Patapoutian foram laureados ao Prêmio de Medicina ou Fisiologia por descobrir exatamente quais são os receptores celulares por trás das sensações causadas pelas diferentes temperaturas e pelo toque. O resultado da premiação, concedida pela Assembleia do Nobel do Instituto Karolinska, da Suécia, foi anunciado nesta segunda-feira (4) e rendeu à dupla o valor de 10 milhões de coroas suecas (cerca de R\$ 6,1 milhões).

David Julius, professor é pesquisador pela Universidade da Califórnia, em São Francisco, nos EUA, e publicou seus primeiros trabalhos sobre o tema na década de 1990. Na época, ele estava analisando a capsaicina – um composto presente na pimenta, responsável pela sensação de ardência. Quando sentimos a queimação, significa que as nossas células conseguem identificar essa molécula de alguma forma. Julius e sua equipe resolveram buscar pela proteína no corpo humano que se liga à capsaicina. E lá estava ela: a proteína receptora TRPV1. Mais alguns esforços e a equipe percebeu que a proteína não respondia só à pimenta, mas a qualquer molécula capaz de desencadear sensações de calor e queimadura.

O pesquisador também buscou pelos receptores celulares ativados por moléculas que causam sensação de frio. Neste caso, ao invés da pimenta, foi utilizada a substância química mentol, presente na menta e hortelã. Ardem Patapoutian, professor e pesquisador da Scripps Research, na Califórnia, estava conduzindo o mesmo estudo em paralelo. Ambos descobriram a proteína receptora TRPM8, sem saber da pesquisa um do outro.

As pesquisas de Patapoutian não se restringiam à temperatura. O cientista também buscava por receptores que poderiam ser ativados pelos estímulos mecânicos, como toque e pressão. Junto de sua equipe, Patapoutian encontrou 72 genes que codificam proteínas em potencial, e resolveu testá-los em laboratório. A ideia era desativar todos eles e depois ir cutucando a célula com uma ferramenta laboratorial chamada micropipeta. Assim, poderia anotar quais proteínas geravam reação nas células. Foi assim que o cientista chegou às proteínas Piezo1 e Piezo2, as únicas que, ao serem inibidas, tornavam as células insensíveis ao toque.

As descobertas de Julius e Patapoutian foram cruciais para o entendimento de como os seres humanos percebem o mundo ao seu redor. Agora, este conhecimento está sendo usado para desenvolver tratamentos contra diversas doenças e transtornos, incluindo a dor crônica, que afeta 30% da população mundial.

Apesar da relevância da pesquisa envolvendo as sensações humanas, o anúncio dos vencedores foi uma surpresa para muitos pesquisadores. Havia altas expectativas de que os cientistas envolvidos no desenvolvimento de vacinas contra a Covid-19 fossem laureados. De toda forma, os resultados desse ano não excluem a possibilidade dos profissionais da pandemia serem homenageados no futuro. Na verdade, premiar pesquisadores anos após seus feitos mais relevantes é algo comum no Nobel.

Nos próximos dias serão anunciados os vencedores nas categorias Física, Química, Literatura, Paz e Economia. Você poderá encontrar todos os laureados e suas contribuições no site da Super.

FONTE: <https://super.abril.com.br/ciencia/nobel-de-medicina-2021-vai-para-descobertas-sobre-sensacao-de-temperatura-e-tato/>.

ANEXO 05 – PALAVRAS CRUZADAS

Questões de 1 a 8:

1 - Objeto de conhecimento da nossa aprendizagem:

2 - Possuem temperatura corporal variada de acordo com o ambiente, com uma variação maior de temperatura:

3 - Procura aquecer o corpo por meio do comportamento:

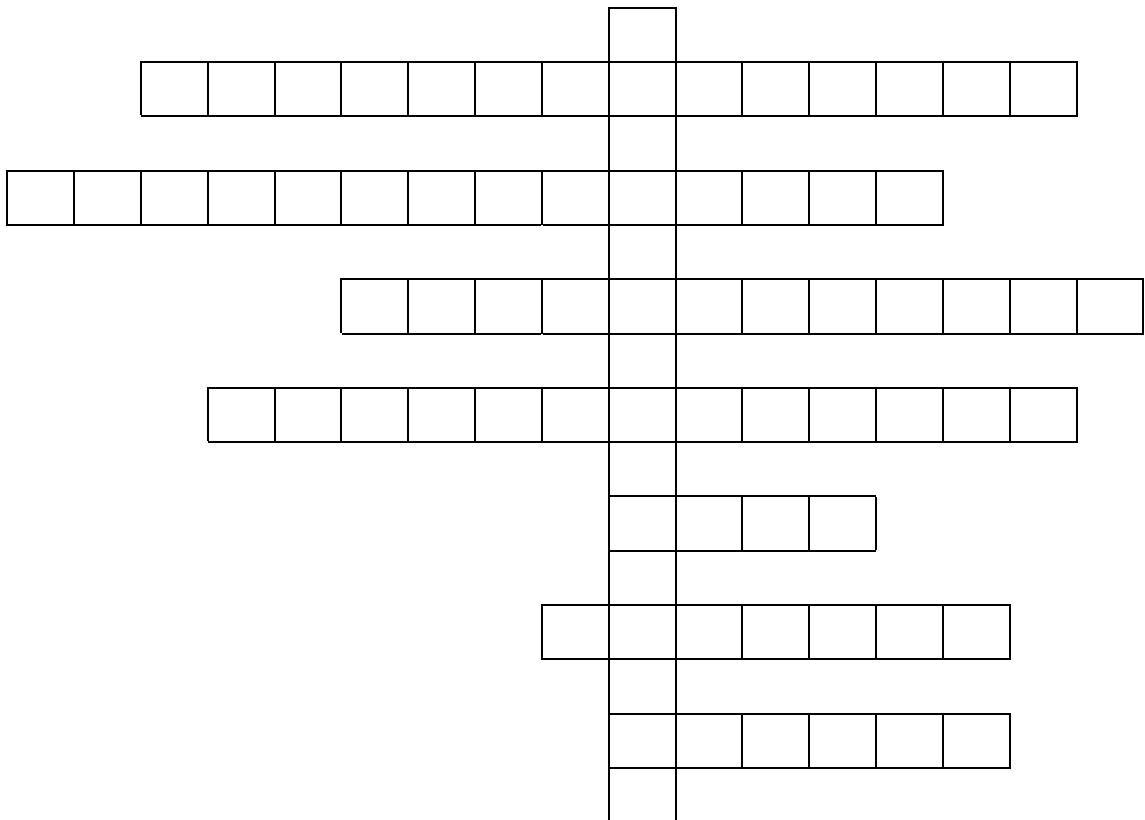
4 - Mantêm a temperatura corporal em condições favoráveis, mas abandonam essa capacidade no calor ou no frio intenso, mantendo a temperatura semelhante à do ambiente, reduzindo o metabolismo entrando em profunda dormência ou torpor.

5 - A temperatura corporal não varia com as condições ambientes:

6 - Ao contrário do que muitos pensam não é um animal hibernador, pois sua temperatura corporal não cai o suficiente para alterar consideravelmente seu metabolismo, então considera-se que ele apenas dorme por um longo período:

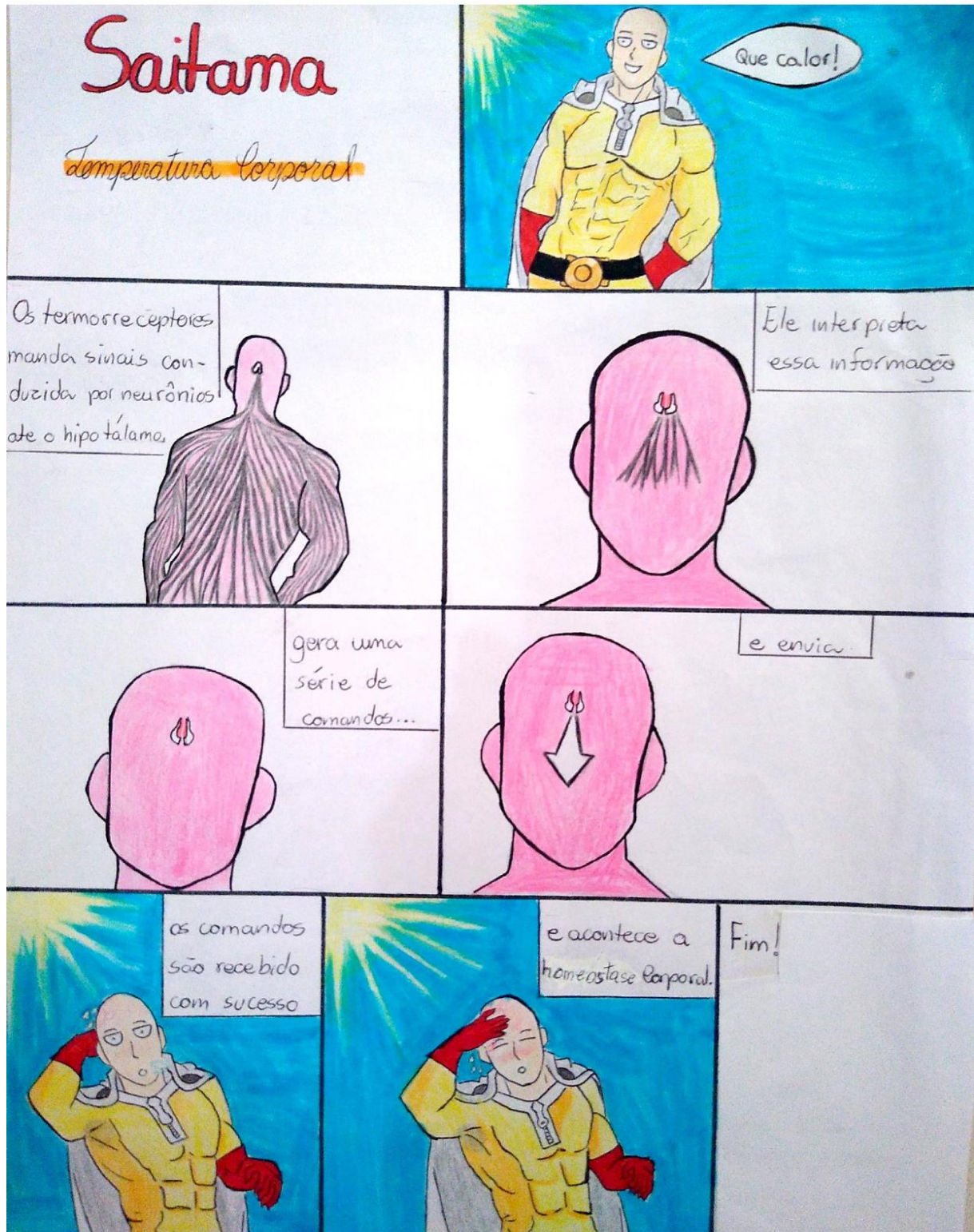
7 - É um animal heterotérmico:

8 - São exemplos de animais poiquilotérmicos:



ANEXO 06 - HQ (HISTÓRIA EM QUADRINHO) DESENVOLVIDA PELOS ALUNOS

Figura 10 - HQ produzida pelos alunos



ANEXO 07 – CARTAZES COM INFORMAÇÕES PRODUZIDOS PELOS ALUNOS

Figura 11 - Cartaz com informações produzido pelos alunos



Figura 12 - Cartaz com informações produzido pelos alunos

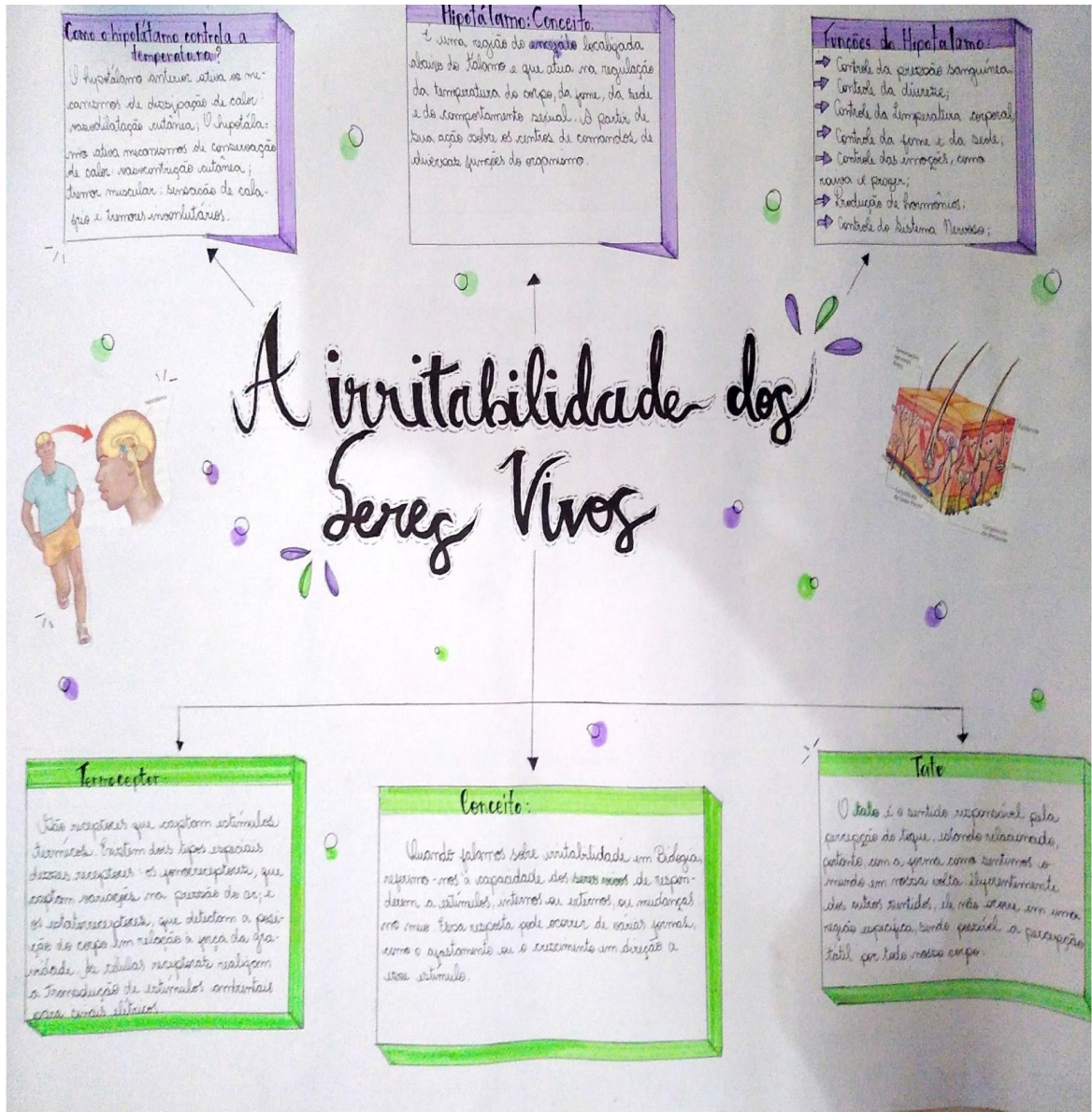


Figura 13 - Cartaz com informações produzido pelos alunos

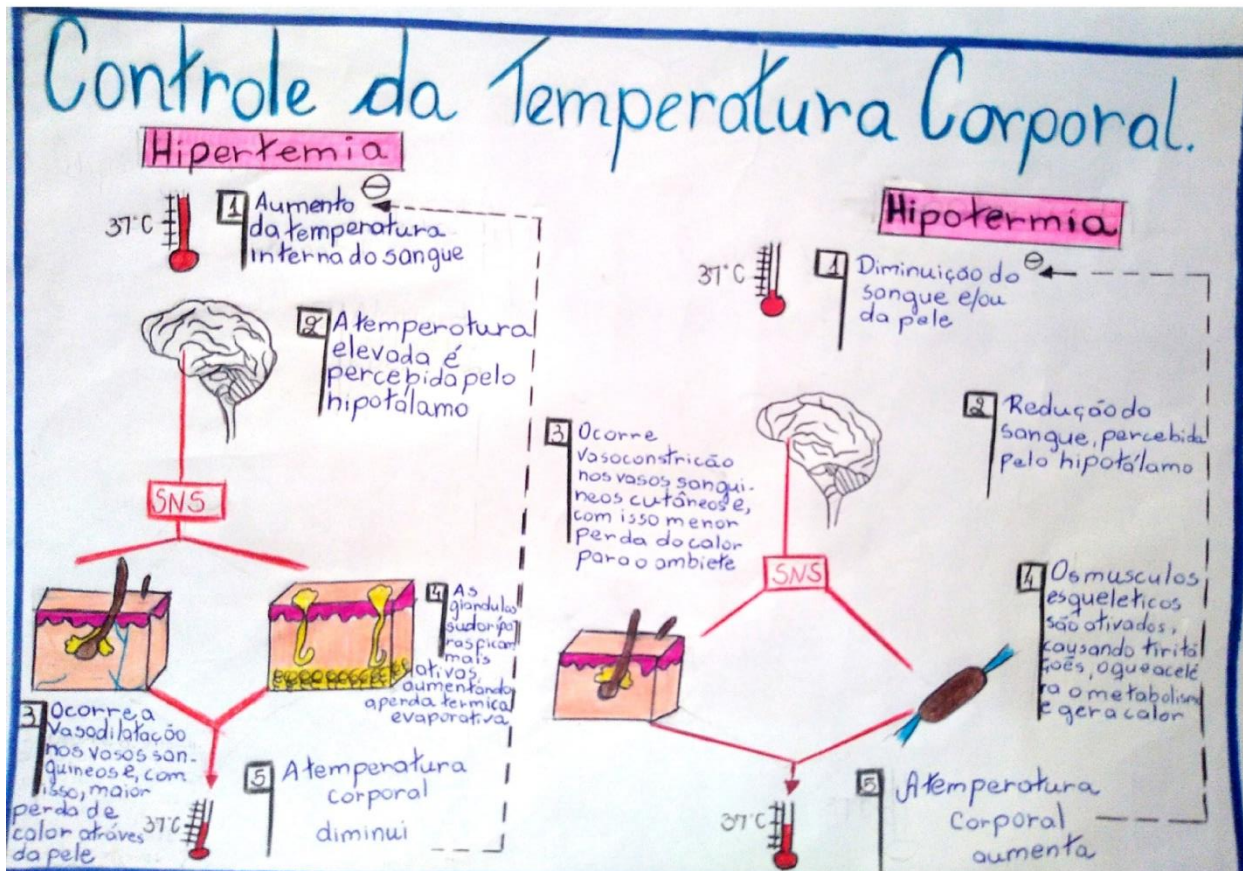


Figura 14 - Cartaz com informações produzido pelos alunos

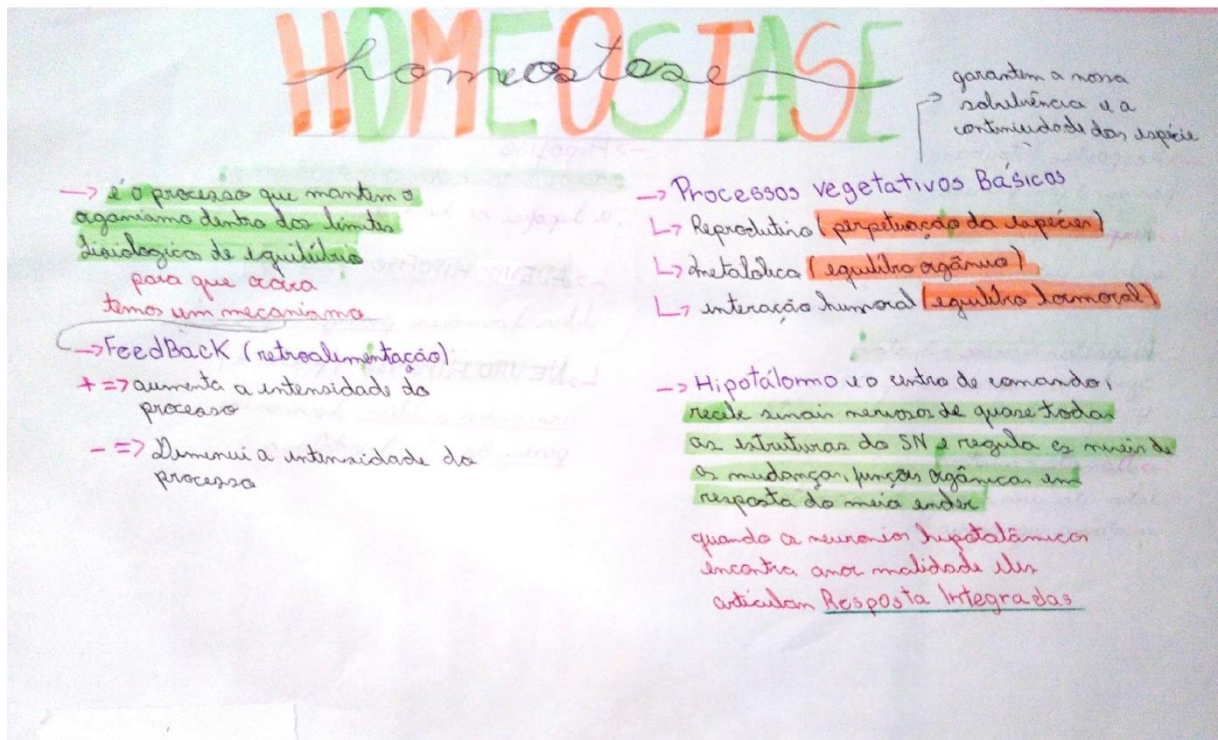


Figura 15 - Cartaz com informações produzido pelos alunos

