

Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Ciências Biológicas

**A ABORDAGEM INTEGRADA DA TERMORREGULAÇÃO
NO ENSINO DE BIOLOGIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA**

CAMILO DE LELIS MORAES

BELO HORIZONTE

2020

CAMILO DE LELIS MORAES

**A ABORDAGEM INTEGRADA DA TERMORREGULAÇÃO
NO ENSINO DE BIOLOGIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA**

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 obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia

Orientador: Dr. Cândido Celso Coimbra

BELO HORIZONTE

2020

043

Moraes, Camilo de Lelis.

A abordagem integrada da termorregulação no ensino de biologia na educação básica [manuscrito] / Camilo de Lelis Moraes. - 2020.

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

Orientador: Prof. Dr. Cândido Celso Coimbra.

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

1. Ensino - Biologia. 2. Regulação da Temperatura Corporal. 3. Ensino médio. 4. Aprendizagem Baseada em Problemas. I. Coimbra, Cândido Celso. 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

Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional -
PROFBIO

ATA DE DEFESA PÚBLICA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE MESTRADO DE CAMILO DE LELIS MORAES	Defesa No. 19 entrada 2º/2018
---	--

No dia **29 de outubro, de 2020, às 09:00 horas**, reuniram-se, remotamente, através da plataforma Google Meet, 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: **“A abordagem integrada da termorregulação no ensino de Biologia na Educação Básica”**, 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. Cândido Celso Coimbra**, após dar conhecimento aos presentes sobre as Normas Regulamentares do Trabalho Final, passou a palavra ao candidato para apresentação oral de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, com a respectiva defesa do candidato. Logo após, a Banca se reuniu, sem a presença do candidato e do público, para julgamento e expedição do resultado final. Foram atribuídas as seguintes indicações:

PROFESSOR EXAMINADOR	INSTITUIÇÃO	INDICAÇÃO (APROVADO/REPROVADO)
Dr. Cândido Celso Coimbra	UFMG	Aprovado
Dr. Gabriel Menezes Viana	UFSJ	Aprovado
Dra. Maristela de Oliveira Poletini	UFMG	Aprovado

Pelas indicações, o candidato foi considerado: **Aprovado**

O resultado final foi comunicado publicamente ao candidato pelo Presidente da Comissão.

Comunicou-se, ainda, ao candidato, 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.



Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Ciências Biológicas

Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional -
PROFBIO

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, 29 de outubro de 2020.

Dr. Cândido Celso Coimbra

Dr. Gabriel Menezes Viana

Prof. Dr. GABRIEL MENEZES VIANA

Dra. Maristela de Oliveira Poletini

Obs: Este documento não terá validade sem a assinatura e carimbo do Coordenador do Colegiado local do PROFBIO.

Relato do Mestrando - Turma 2018

Instituição: Universidade Federal de Minas Gerais
Mestrando: Camilo de Lelis Moraes
Título do TCM: A abordagem integrada da termorregulação no ensino de Biologia na Educação Básica
Data da defesa: 29 de outubro de 2020
<p>Sou licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de São João del-Rei desde o ano de 2015. Iniciei meu trabalho na rede pública estadual de ensino de Minas Gerais no ano de 2016, como professor efetivo. Desde a infância, desejava ser professor, me inspirando no excelente trabalho de pessoas que hoje são minhas colegas de profissão, na escola em que atuo. Adquiri muita experiência por meio de discussões sobre Educação e de vivências proporcionadas pelos anos de estágio através do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), por meio do qual pude conhecer diferentes realidades escolares. Creio no poder transformador de uma educação de qualidade e, devido a isto, sempre tentei propiciar a meus alunos um ensino-aprendizagem crítico e contextualizado, tentando também despertar nos mesmos um mínimo interesse e gosto pela disciplina Biologia. Visando contribuir para a melhoria do ensino deste conteúdo escolar, participei do exame de seleção para o Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO). Com a formação que adquiri ao longo de dois anos neste programa, pude aprofundar meus conhecimentos teóricos e práticos, o que permitiu reavaliar minha prática docente, conhecendo novas metodologias e possibilidades pedagógicas no ensino de Biologia. Acredito também que por meio das atividades de aplicação em sala de aula e da execução da pesquisa que culminou neste trabalho de conclusão, consegui aproximar meus alunos da universidade pública, além de instigar em muitos deles o prazer em aprender. Com o maior prazer, afirmo que para mim foi muito importante ter feito parte do PROFBIO. Através desse programa consegui mudar a visão de muitos alunos quanto à Biologia e me tornei um profissional com maior bagagem e segurança para lecionar. Como disse Paulo Freire, a educação muda as pessoas e as pessoas transformam o mundo.</p>

Dedico este trabalho a Deus, que com sua infinita sabedoria me guiou e concedeu serenidade durante esta trajetória. Dedico também à minha querida avó Maria da Conceição de Moraes (*in memoriam*), que muito contribuiu para que meu sonho de continuação dos estudos se tornasse realidade.

AGRADECIMENTO À CAPES

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Brasil - Código de Financiamento 001. À CAPES, muito obrigado pela existência do PROFBIO na Universidade Federal de Minas Gerais. É um programa fundamental para a melhoria da educação brasileira, através da promoção da formação continuada de professores de Biologia.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à dona Aparecida, minha mãe, por todo o esforço investido em minha educação e por sempre ter me fortalecido com seu apoio e amor incondicional.

Aos meus amigos, por terem compreendido os momentos de ausência e por toda a cumplicidade ao longo desta etapa. Especialmente ao Filipe e à Débora, que me acolheram e compartilharam momentos especiais enquanto moramos juntos em Belo Horizonte.

A todos os meus colegas de turma e especialmente aos meus queridos amigos (Cristiane, Déborah, Deiverson, Tiago e Vilmara), pelos inúmeros aprendizados e pelo espírito colaborativo. Juntos, enfrentamos desafios e conseguimos ultrapassar os vários obstáculos que apareceram durante estes anos.

Estendo meus agradecimentos aos colegas de trabalho da Escola Estadual “Ribeiro de Oliveira”, que foram grandes incentivadores. Agradeço também a todos os meus alunos que muito contribuíram, por meio de seu envolvimento e participação nas atividades de aplicação e na pesquisa.

À instituição UFMG e especialmente ao corpo docente do PROFBIO, pelos aprendizados e conhecimentos compartilhados, por meio das disciplinas, orientações nas atividades de aplicação em sala de aula, palestras, bancas de qualificação, entre outros momentos do curso.

Por fim, agradeço com um carinho especial ao meu orientador, Cândido, por ter aceito conduzir minha pesquisa. Serei eternamente grato por sua atenção e por ter compartilhado comigo sua sabedoria e experiência, por meio de valiosas contribuições. Obrigado por ter exigido de mim muito mais do que eu imaginava ser capaz de fazer.

RESUMO

A termorregulação é um fenômeno rítmico e sazonal próprio dos seres vivos, e atualmente está incorporada à Cronobiologia, ciência que investiga a organização temporal dos ritmos biológicos. É um assunto que aparece comumente implícito nos conteúdos e aulas de Biologia. Uma melhor compreensão sobre a termorregulação pode permitir aos estudantes o desenvolvimento conceitual dos significados de homeostase e metabolismo, termos importantes na aprendizagem em Biologia. O objetivo principal deste trabalho foi construir uma sequência didática investigativa, capaz de contribuir para o ensino-aprendizagem em termorregulação, de maneira diferenciada e integrada. A sequência didática foi aplicada em 30 estudantes do 2º/3º ano do Ensino Médio de uma escola da rede pública do município de Entre Rios de Minas. A aplicação ocorreu por etapas, onde inicialmente os alunos foram incentivados a socializar seus conhecimentos prévios, por meio de uma discussão mediada pelo professor e da aplicação de um questionário diagnóstico. Posteriormente, ocorreu a construção de hipóteses e a execução de uma atividade prática, o que favoreceu o aumento do protagonismo estudantil durante o processo de aprendizagem. Na etapa experimental, os discentes realizaram aferições de medidas de temperatura corporal de seus colegas, sendo os dados registrados, analisados e confrontados com as discussões e hipóteses por eles levantadas. O desenvolvimento desse trabalho possibilitou uma aprendizagem significativa e desenvolveu a capacidade argumentativa dos estudantes. A construção de conhecimentos pelos alunos propiciou discutir como os conceitos científicos são desenvolvidos e também contribuir para a promoção da saúde, enquanto ação coletiva e educativa.

Palavras-chave: ensino de Biologia; termorregulação; aprendizagem significativa; protagonismo.

ABSTRACT

Thermoregulation is a rhythmic and seasonal phenomenon typical of living beings, and is currently incorporated into Chronobiology, a science that investigates the temporal organization of biological rhythms. It is a subject that appears commonly implicit in the contents and classes of Biology. A better understanding of thermoregulation can allow students to conceptualize the meanings of homeostasis and metabolism, important terms in learning in Biology. The main objective of this work was to build an investigative didactic sequence, capable of contributing to the teaching-learning in thermoregulation, in a differentiated and integrated way. The didactic sequence was applied to 30 students in the 2nd / 3rd year of high school at a public school in the town of Entre Rios de Minas. The application occurred in stages, where students were initially encouraged to socialize their previous knowledge, through a discussion mediated by the teacher and the application of a diagnostic questionnaire. Subsequently, the construction of hypotheses and the execution of a practical activity occurred, which favored an increase in student leadership during the learning process. In the experimental stage, the students made measurements of body temperature of their colleagues, the data being recorded, analyzed and compared with the discussions and hypotheses raised by them. The development of this work enabled significant learning and developed the students' argumentative capacity. The construction of knowledge by students made it possible to discuss how scientific concepts are developed and also contribute to health promotion, as a collective and educational action.

Keywords: Biology teaching; thermoregulation; meaningful learning; protagonism.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Mecanismos autonômicos de termorregulação.....	17
Figura 2 - Etapas da sequência didática (SD).....	27
Figura 3- Trajes de verão (acima) e inverno (abaixo) de estudantes voluntários.....	28
Figura 4 - Aplicação do questionário em sala de aula.....	36
Figura 5 - Grupos de trabalho organizados pelo professor, discutindo a questão a ser investigada: “Por que somos quentes?”.....	43
Figura 6 - Medições de temperaturas frontal e auricular com os dois tipos de vestimenta no grupo A.....	45
Figura 7 - Medições de temperaturas frontal e auricular com os dois tipos de vestimenta no grupo B.....	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Divisão dos grupos para as aferições dos valores de temperatura	31
Tabela 2 - Recorte de algumas competências e habilidades a serem desenvolvidas no ensino e aprendizagem em Biologia, recomendadas pelos documentos oficiais	37
Tabela 3 - Temperatura ambiente em cada etapa da parte prática.....	47
Tabela 4 - Recorte de algumas competências e habilidades contempladas no questionário pós-teste	56

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Quantidade média de questões corretamente respondidas por estudante	41
Gráfico 2 - Porcentagem de acertos em cada pergunta do questionário.....	42
Gráfico 3 - Temperatura média basal e final de estudantes vestidos com roupas apropriadas para dias frios.....	47
Gráfico 4 - Temperatura média basal e final de estudantes vestidos com roupas apropriadas para dias quentes.....	48
Gráfico 5 - Comparação entre valor médio de temperatura corporal de participantes expostos a ambiente termoneutro utilizando diferentes tipos de vestimentas.....	49
Gráfico 6 - Comparação entre valor médio de temperatura corporal de participantes expostos a ambiente quente utilizando diferentes tipos de vestimentas.....	50
Gráfico 7 - Porcentagem de questões corretamente respondidas por cada estudante	57
Gráfico 8 - Quantidade de alunos que responderam corretamente a cada questão	58

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAAE	Certificado de Apresentação de Apreciação Ética
CBC	Currículo Básico Comum
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCN+	Parâmetros Curriculares Nacionais
PROFBIO	Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia
SD	Sequência Didática
TALE	Termo de Assentimento Livre e Esclarecido
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	16
1.1 Termorregulação e cronobiologia.....	16
1.2 A termorregulação e sua aplicação no ensino de Biologia.....	20
1.3 O ensino por investigação e a aprendizagem significativa.....	22
2. OBJETIVOS.....	25
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	26
3.1 Cuidados éticos.....	26
3.2 Delineamento experimental.....	26
3.2.1 Caracterização da amostra (público-alvo).....	27
3.2.2 Etapa prática.....	28
3.2.3 Metodologia da sequência didática.....	29
3.2.4 Análise de dados.....	33
3.2.5 Avaliação dos discentes.....	34
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
4.1 Aula diagnóstica.....	34
4.2 Aplicação e análise do questionário diagnóstico (pré-teste).....	35
4.3 Contextualização, problematização e formulação de hipóteses.....	42
4.4 Desenvolvimento da etapa prática de aferição de temperaturas.....	45
4.5 Validação de hipóteses, análise de dados e construção conceitual.....	53
4.6 Aplicação e análise do questionário final (pós-teste).....	54
5. CONCLUSÃO.....	60
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62
APÊNDICES.....	67
APÊNDICE A — QUESTIONÁRIO PRÉ-TESTE PARA DETECÇÃO DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS.....	67
APÊNDICE B – GABARITO UTILIZADO PARA A CORREÇÃO DO QUESTIONÁRIO PRÉ-TESTE.....	68
APÊNDICE C — REGISTROS DO PRIMEIRO DIA DE AFERIÇÃO DE TEMPERATURA CORPORAL.....	71
APÊNDICE D — REGISTROS DO SEGUNDO DIA DE AFERIÇÃO DE TEMPERATURA CORPORAL.....	73

APÊNDICE E — QUESTIONÁRIO FINAL (PÓS-TESTE) PARA VERIFICAÇÃO DE APRENDIZAGEM DOS ESTUDANTES.....	75
APÊNDICE F — ROTEIRO DE APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O PROFESSOR	79
APÊNDICE G — CARTA CONVITE E DE ANUÊNCIA (ESCOLA).....	94
APÊNDICE H — TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA MENORES DE IDADE (TCLE)	95
APÊNDICE I — TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE).....	96
ANEXO	97
ANEXO A — COMPROVAÇÃO DE APROVAÇÃO DO PROJETO JUNTO AO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA (CEP) DA UFMG	97

1. INTRODUÇÃO

1.1 Termorregulação e cronobiologia

A espécie humana, assim como a dos demais mamíferos, possui um sistema de controle fisiológico capaz de regular sua temperatura interna dentro de uma faixa estreita de variação, em torno de 37 °C, o que contribui para a manutenção das funções metabólicas de seu organismo (CARVALHO, 2010). A termorregulação, portanto, consiste em um conjunto de sistemas responsáveis pela regulação da temperatura corporal, cuja finalidade principal é a manutenção do equilíbrio entre produção e perda de energia térmica (BURTON, 1939).

As principais formas de trocas de calor entre o corpo humano e o ambiente se dão por meio de diversas vias termorregulatórias, como a radiação, condução, convecção, respiração e evaporação (Melo-Marins et al., 2017). De acordo com Perrone & Meyer (2011), em humanos a sudorese e o comportamento são considerados as principais formas de resfriamento de um organismo; e a eficiência da evaporação do suor é influenciada por fatores como a umidade relativa do ar e a velocidade do vento.

Muitos animais, denominados ectotérmicos, dependem de uma fonte externa de energia para regular sua temperatura corporal. Nestes casos, existem mecanismos comportamentais (ajustes posturais, tempo de atividade diária e estacional, e seleção de micro-habitat, por exemplo) que levam a uma faixa de temperatura corporal considerada maior que aquela observada mediante os ajustes fisiológicos (POUGH, 1980; STEVENSON, 1985). Logo, é a ação de diferentes órgãos e estruturas, de maneira integrada, que juntamente com estratégias diferenciadas de comportamento, permitem a estes animais melhor aproveitar a energia do ambiente em que se encontram (DAZA-PÉREZ & EL-HANI, 2015).

O ser humano, assim como os mamíferos em geral, é classificado como homeotérmico, o que significa que sua fonte primária de calor depende de reações metabólicas do próprio corpo. Segundo Fialho et al. (2001), existe uma faixa de temperatura ótima para a sobrevivência humana, que é também denominada zona de conforto térmico. A homeotermia é mantida com produção de calor e taxa metabólica mínimas dentro de um intervalo de temperaturas chamado de zona termoneutra (figura 1). Quando ocorrem alterações na temperatura corporal, respostas termorregulatórias são desencadeadas, podendo estas serem autonômicas ou comportamentais (REZENDE, 2016).

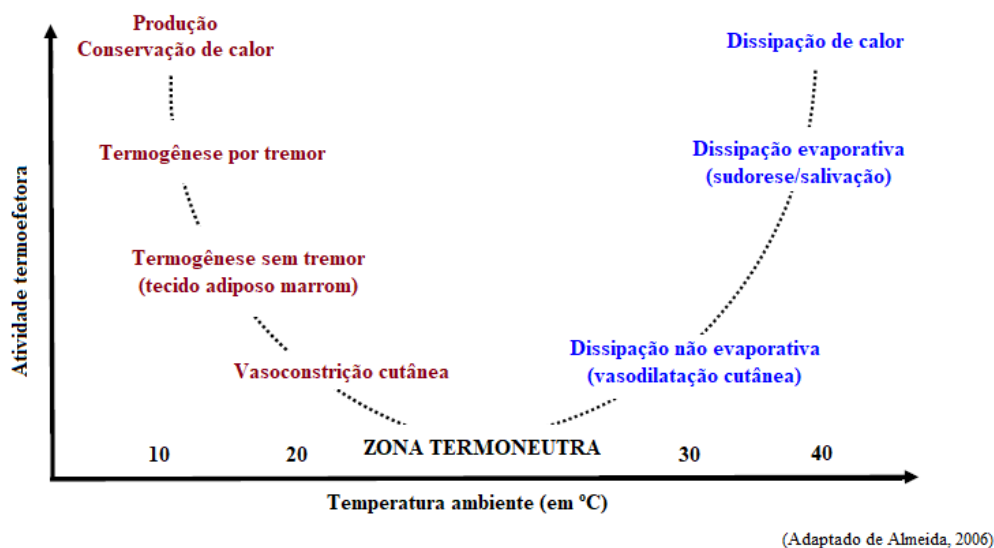


Figura 1 - Mecanismos autonômicos de termorregulação

A manutenção da temperatura corporal interna ocorre através de diversos mecanismos autonômicos e comportamentais dependentes de muitos processos bioquímicos e fisiológicos que respondem sensivelmente às variações de temperatura, capazes de ser acelerados ou desacelerados, quando ocorre elevação e diminuição, respectivamente, desta variável (TACHINARDI, 2012). O mecanismo da termorregulação inclui uma integração periférica, um centro de processamento e a coordenação de funções de resposta (SEEBACHER & CRAIG, 2005).

Em situações de desconforto térmico, quando o indivíduo se encontra fora da zona termoneutra, são ativados os mecanismos comportamentais, como a escolha de vestimentas, o controle da intensidade de exercícios físicos e a ingestão de líquidos (CARVALHO, 2010). De acordo com Rezende (2016), em caso de os mecanismos comportamentais não serem suficientes, os mecanismos autônomos são ativados, objetivando-se a manutenção em níveis adequados da temperatura corporal.

O sistema de controle central da temperatura situa-se no hipotálamo, o qual a regula dentro de limites estreitos de variação. Esta regulação é mediada por impulsos térmicos advindos de tecidos do organismo, os quais são também capazes de controlar respostas termorreguladoras autonômicas, visando a manutenção da temperatura corporal adequada (GOMES; CARNEIRO-JÚNIOR; MARINS, 2011).

Quando a temperatura interna se eleva, ocorre uma série de respostas fisiológicas eferentes, que levam à vasodilatação periférica e ao desvio de sangue para a pele. Portanto, diante do aumento da temperatura central, é desencadeado um mecanismo de

termorregulação, o qual resulta em dissipação não evaporativa e na formação e evaporação do suor, a partir de estimulação colinérgica das glândulas sudoríparas. Mas existem também respostas decorrentes da diminuição da temperatura interna, as quais ocorrem quando o organismo está em ambiente frio, sendo elas a vasoconstrição periférica e a termogênese induzida por tremores, por exemplo (CARVALHO, 2010).

O ser humano deve manter sua temperatura interna constante, em torno de 37° C, com uma variação circadiana em torno de mais ou menos 1° C, o que contribui para a conservação da eficiência funcional metabólica (COIMBRA & SOARES, 2013). Além disso, a temperatura interna do corpo pode variar em função do ambiente, do local de medição, do horário do dia, da idade dos indivíduos, da ingestão de alimentos, dentre outros fatores (STITT, 1993 *apud* RODRIGUES, SILAMI-GARCIA e SOARES, 1999). Logo, percebe-se a interferência até mesmo das condições climáticas, quando associadas à atividade física, na conservação da temperatura interna de um indivíduo.

Um dos aspectos consideráveis quanto à regulação da temperatura corporal em seres humanos é a sua variação ao decorrer do dia, dentro de limites estreitos, em um padrão de repetição que ocorre de forma rítmica. Este período de ritmo, próximo de 24 horas, recebe o nome de circadiano e é foco de estudo da Cronobiologia. (TACHINARDI, 2012).

A cronobiologia é uma ciência voltada à análise sistemática dos ritmos biológicos, por meio de estudos biológicos, fisiológicos ou até mesmo psicológicos (MARQUES & MENNA-BARRETO, 1999). Esta ciência busca entender as condições fisiológicas e comportamentais de um organismo, que mudam com o passar do tempo e adquirem estados que se repetem periodicamente (CRÉPON, 1985).

A cronobiologia, segundo Marques; Golombek; Moreno (1999), é um campo do conhecimento bem amplo, capaz de estudar e permitir a percepção humana quanto a padrões comportamentais e fisiológicos diversos, tais como a diferença entre pessoas que preferem dormir e acordar cedo ou tarde (chamados cronotipos), os hábitos diurnos e noturnos de várias espécies e a elevação da temperatura interna durante o sono. Atualmente, são muitas as pesquisas nas áreas das Ciências Biológicas e da Saúde relacionadas à cronobiologia como, por exemplo, os estudos sobre o ritmo de sono/vigília, sobre o desempenho físico e cognitivo e sobre a influência da temperatura no cotidiano das pessoas. Segundo Barreto & Marques (2002), a Cronobiologia tem sido uma ferramenta muito utilizada em pesquisas científicas, visando proporcionar um olhar mais dinâmico a respeito de como os seres vivos funcionam.

Cecon & Flôres (2010) afirmam, em seu trabalho de revisão, que é possível os ritmos diários apresentarem um período de duração diferente de 24 horas, quando livres de referências ambientais temporais, sendo nestas condições denominados de ritmos circadianos. Estes ritmos regulam um conjunto de funções biológicas, como por exemplo o sono, a pressão sanguínea, o metabolismo e a função hormonal.

A luz é um dos fatores que mais interfere biologicamente no ritmo circadiano. Dentro do padrão circadiano, existem elementos que levam à alternância entre períodos de atividade e de descanso, como por exemplo o amanhecer do dia com luz intensa e temperatura mais alta e o entardecer com luminosidade e temperatura mais amena (FERNANDES DA SILVA, 2014). Da mesma forma que é possível a presença ou ausência de luz ser um fator capaz de auxiliar no sucesso evolutivo de determinada espécie, variações de temperatura em seu habitat podem significar maior viabilidade para determinado tipo de atividade (PITTENDRIGH, 1993). Portanto, é aceitável que estímulos ambientais como a luz estejam diretamente relacionados à capacidade de adaptação de uma espécie a fenômenos cíclicos.

O ciclo de claro e escuro (ou dia e noite) já existia no planeta Terra antes mesmo do surgimento da vida, sendo sua ocorrência devida à rotação deste planeta em torno de seu eixo. O desenvolvimento dos relógios biológicos circadianos, permite lidar com as alterações destes ciclos, assim como a antecipação de eventos recorrentes diários. Ao longo da evolução, os organismos sofreram pressões seletivas decorrentes das condições de temperatura e luminosidade; e os seres vivos, especialmente os humanos, se adaptaram às mudanças previsíveis do dia e da noite, mas também a outras circunstâncias como a ocorrência de estações do ano, visando a manutenção de suas vidas na Terra (QUILES, 2017).

A temperatura interna, frequentemente utilizada como um marcador do ritmo biológico, possui um ritmo circadiano. Seu pico máximo ocorre durante o anoitecer (por volta das 18 horas) e seu pico mínimo durante o início da manhã (em torno das 4 horas). Este ritmo é definido nos primeiros meses do nascimento e mantido durante toda a vida, e seus valores dependem de características próprias do indivíduo, assim como do ambiente. Normalmente, em um dia, a temperatura corporal pode atingir o valor mínimo de 36 °C e o máximo de 38,5 °C em adultos jovens (MINATI et al., 2006).

Em mamíferos, ocorre uma variação rítmica e circadiana da temperatura corporal. Determinadas espécies, caso submetidas a ambiente termoneutro, apresentam variação circadiana diária dos valores de temperatura de 1 °C a até mesmo 5 °C (ASCHOFF, 1983;

REFINETTI & MENAKER, 1992). Além disso, o sistema de termorregulação em mamíferos adapta-se bem a mudanças periódicas na temperatura ambiente, tendo como consequência uma variação circadiana da temperatura interna que depende, inclusive, da localização geográfica. Em um ambiente frio, por exemplo, ajustes autonômicos e comportamentais são ativados resultando, a longo prazo, em aclimatação térmica (MACHADO et al., 2018).

1.2 A termorregulação e sua aplicação no ensino de Biologia

O estudo da cronobiologia e especificamente a compreensão dos fenômenos biológicos direta e indiretamente relacionados à regulação da temperatura corporal são importantes alternativas que visam a melhoria no entendimento a respeito da organização e funcionamento do próprio corpo. Além disso, discutir este tema com os estudantes é uma maneira de desenvolver com os alunos conceitos e aprendizagens em Biologia, especialmente na área da Fisiologia, os quais terão aplicabilidade em seu cotidiano. Para isto, torna-se necessário fazer a contextualização do tema com o dia a dia do aluno, de modo a se proporcionar uma aprendizagem mais efetiva. Partindo-se de discussões sobre a regulação da temperatura nos organismos, torna-se possível aperfeiçoar os conhecimentos dos alunos sobre termos como homeostase e metabolismo, conceitos estes tão recorrentes nas aulas de Biologia ao longo do Ensino Médio, e que permitem a associação entre vários princípios básicos da teoria geral dos organismos e sistemas (CARVALHO et al., 2011).

De acordo com as diretrizes dos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN's (2000) em vigência até 2020 para o Ensino Médio, o sentido de aprendizagem na área de Ciências da Natureza (na qual está inserida a disciplina de Biologia) está relacionado à aquisição de conhecimentos práticos e contextualizados, que tenham conexões com o cotidiano dos alunos. Este documento está estruturado em eixos, sendo que em um destes, relacionado à qualidade de vida das populações humanas, se encaixa o estudo dos ritmos biológicos. Ainda nesse documento, é citado que uma aprendizagem mais ativa e significativa da Biologia se dá pelo entendimento das interações entre os indivíduos e os fatores ambientais, como também pela compreensão da ideia de que cada organismo é um reflexo da interação entre órgãos e sistemas. Tais propostas remetem ao reconhecimento da homeostase como um dos conceitos mais importantes e que perpassam os assuntos trabalhados na Biologia a nível médio. Além do mais, é possível associar a esta abordagem a importância de ensinar e discutir os ritmos biológicos (como

o controle da temperatura), estabelecendo-se relações entre os sistemas do corpo e o ambiente, de modo a se compreender melhor o equilíbrio dinâmico e a integridade do organismo.

Na área de Ciências da Natureza, especificamente no eixo de Biologia, o documento do Ministério da Educação – Parâmetros Curriculares Nacionais (2000) menciona sobre a abordagem das funções vitais, órgãos e sistemas, tópicos estes abordados no ensino de Fisiologia. A orientação, segundo este documento, é de que estes assuntos sejam trabalhados com os estudantes do Ensino Médio dando enfoque ao corpo humano e às relações estabelecidas entre seus diferentes aparelhos e sistemas com o ambiente, de maneira a se promover noções de equilíbrio e saúde.

De acordo com o Currículo do Estado de Minas Gerais - Conteúdo Básico Comum de Biologia - CBC (2005) em vigência até 2020 para o Ensino Médio, um dos temas propostos no estudo da Biologia durante o Ensino Médio é “Corpo Humano e Saúde”, onde devem ser consideradas as transformações e a integração dos sistemas que compõem o corpo humano, além da compreensão do conceito de metabolismo, como maneira de entender como os seres vivos se interagem e relacionam com o meio onde estão. É possível que essa discussão com foco em metabolismo seja uma maneira de se reconhecer e desenvolver conceitos básicos relacionados à termorregulação, por meio de uma abordagem pautada na integração entre os diferentes sistemas e suas funções.

Comumente, a aprendizagem em Biologia é vista por alguns estudantes como um processo que envolve palavras complexas e memorização, fator este capaz de influenciar em seu interesse por esta disciplina. Outro fator considerável relacionado a este pouco envolvimento é a extensão do conteúdo a ser estudado, sendo este muitas vezes abordado de maneira fragmentada e desconexa (MEGLHIORATTI, et al., 2009).

É possível que na maioria das vezes o assunto termorregulação seja tratado pelos professores de Biologia de forma superficial, isolada e implícita, restringindo-se apenas às definições e classificações dos grupos animais em ectotérmicos, endotérmicos, homeotérmicos ou pecilotérmicos e sem propiciar uma melhor compreensão acerca da importância da regulação da temperatura corporal em diferentes espécies. Por meio da contextualização deste assunto pode-se explorar, por exemplo, o fato de populações que habitam regiões tropicais sofrerem constantemente o desafio de sobreviver em ambiente extremo, assim como a tolerância do ser humano a altas temperaturas durante o verão. Em seu trabalho, Daza-Pérez & El-Hani (2015) já mencionam a existência de uma lacuna quanto à abordagem integrada e explícita da termorregulação na educação básica.

A aprendizagem de conceitos básicos sobre a cronobiologia e a abordagem da termorregulação nas aulas de Biologia evidenciam como o ritmo biológico é importante e determinante para a funcionalidade humana. Afinal, assim como existem os demais sistemas do corpo, há um sistema de temporização com bases anatômicas e fisiológicas bem definidas. Trabalhando estes assuntos, pretende-se fazer com que os estudantes consigam entender, por exemplo, porque altas temperaturas têm potencial de causar efeitos nocivos à saúde, quais as relações entre temperatura corporal e atividade física, qual a razão de muitos animais hibernarem, e como o corpo humano regula este fator. Há ainda a possibilidade de uma abordagem interdisciplinar, por meio da interação com as disciplinas de Educação Física e Física, visando uma aprendizagem crítico-reflexiva, além da construção de um conhecimento global e menos fragmentado.

Assim sendo, a discussão a respeito dos ritmos biológicos e da termorregulação permite incentivar os estudantes a refletirem quanto à importância de se manter hábitos regulares, além de contribuir na aquisição de conhecimentos contextualizados e mais consolidados, enquanto estratégia educativa de promoção da saúde. Conforme elucidada Martins (2017) em seu trabalho, é possível utilizar a educação em saúde como uma maneira de se promover a informação, sensibilização e reflexão dos indivíduos quanto à sua própria saúde. O desenvolvimento de tais ações contribui para o favorecimento do bem-estar individual e coletivo, além de auxiliar na tomada de decisões e identificação do próprio estado de saúde. É primordial, portanto, oferecer ao estudante condições para refletir quanto à adoção de atitudes e hábitos saudáveis, capazes de impactar positivamente em sua qualidade de vida.

1.3 O ensino por investigação e a aprendizagem significativa

Um dos obstáculos para se promover uma aprendizagem em Biologia mais efetiva e na qual o estudante possa exercer sua criticidade é o modelo de ensino tradicional, que por vezes se baseia em um tipo de aprendizagem mecânica e no qual o professor é considerado o detentor do saber e os alunos ouvintes de informações. Segundo Leão (1999), a abordagem tradicional atribui ao conhecimento humano um caráter cumulativo adquirido, na maioria das vezes, de maneira passiva. O professor, de acordo com este modelo de ensino, é quem transmite os conteúdos a serem absorvidos pelos discentes. De acordo com Krasilchik (2004), as aulas tradicionais possuem um modelo unilateral, o qual se distancia do cotidiano dos alunos e possibilita gerar nos mesmos um desinteresse capaz de repercutir no baixo rendimento escolar.

Muitos pesquisadores da área de Ensino de Ciências no Brasil têm estudado ferramentas metodológicas diferenciadas para se ensinar os conteúdos de Ciências e Biologia nas escolas, pautadas no desenvolvimento de habilidades e na busca por uma aprendizagem mais significativa. De acordo com Scarpa e Silva (2013), há muitas pesquisas que atribuem ao ensino de Ciências e Biologia uma aprendizagem pautada em memorizações, descrições e distante da realidade dos alunos. Nesse sentido, uma estratégia pedagógica viável no desenvolvimento de habilidades cognitivas é o ensino por investigação, que se baseia na realização de atividades que visem a aprendizagem, a partir de um problema. Nesta abordagem, o aluno tem um papel ativo na construção de seu conhecimento (ZÔMPERO & LABURÚ, 2012).

Ainda, segundo Azevedo (2004), as atividades investigativas têm como objetivo estimular os estudantes a refletirem, serem críticos e atuarem como os sujeitos de sua aprendizagem. Conforme Zômpero e Laburú (2011), é possível utilizar também a abordagem investigativa no ensino de Ciências com a finalidade de realizar procedimentos como a elaboração de hipóteses, anotação, análise de dados e desenvolvimento da capacidade argumentativa.

A investigação é um tópico destacado, inclusive, nas Orientações Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN+ (2006). Para o componente curricular de Biologia, este documento ressalta a importância de desenvolver com os alunos do Ensino Médio estratégias relacionadas ao enfrentamento de situações-problema. Como exemplo, é mencionada a importância de o estudante saber identificar, por meio de experimentos ou observações, como pode se dar a interferência de variáveis como a temperatura na ocorrência de fenômenos biológicos. Nesse sentido, esse tipo de atividade exige do estudante uma postura mais ativa, na qual o mesmo possa desenvolver, com maior profundidade, os conceitos científicos por meio do entendimento da natureza da ciência.

Zômpero e Laburú (2010) evidenciam que atividades investigativas requerem a apresentação de um problema de estudo, proposto pelo professor ou pelo estudante, cuja resposta seja desconhecida por este último. A exposição de conhecimentos prévios se dá a partir da interação entre os alunos entre si e com o professor, durante o desenvolvimento de hipóteses. Dependendo do problema a ser investigado, é possível desenvolver este tipo de atividade por meio de pesquisa bibliográfica ou de maneira prática. É importante, segundo Borges (2002), que após a realização de uma atividade de caráter investigativo,

seja feita a discussão das observações, resultados e interpretações, de modo que estes possam ser relacionados às hipóteses levantadas na etapa inicial do processo.

Para Watson (2004), é primordial que as atividades de investigação possam proporcionar aos estudantes o conhecimento dos processos da ciência, de maneira que estes sejam capazes de perceber evidências e, assim, desenvolverem o raciocínio científico.

Partindo dessas premissas, a presente pesquisa justifica-se pela necessidade e importância de se discutir a regulação da temperatura corporal como um dos ritmos circadianos no organismo humano, a níveis fisiológicos e comportamentais. Para que isto ocorresse, foi construída uma sequência didática que, conforme a definição de Zabala (1998), consiste em um conjunto de atividades ligadas entre si e planejadas de maneira sistemática e estruturada, para a realização de determinados objetivos educacionais. Segundo Oliveira (2013), a criação de uma sequência didática pressupõe a escolha do tema a ser trabalhado, a problematização, o planejamento e a delimitação de objetivos a serem atingidos, assim como da sequência de atividades a serem realizadas.

Segundo David Ausubel (1978 *apud* Moreira, 2006), a aprendizagem significativa corresponde a um processo de interação entre novos conceitos adquiridos e os conhecimentos prévios existentes na estrutura cognitiva do sujeito que está aprendendo. Com base nesta teoria da aprendizagem significativa, se reconhece que a construção de conhecimentos se faz a partir da experiência, o que possibilita romper com um modelo tradicional de ensino-aprendizagem, muitas das vezes mecânico e pautado na memorização de conceitos. Nesse contexto, os conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva do indivíduo atuam como âncora para os novos conhecimentos, os quais passam a ter significado para o aluno. Da mesma maneira, os conhecimentos preexistentes podem adquirir novos significados.

A aprendizagem significativa de determinado assunto ou tema está diretamente relacionada à construção mental de significados de forma pessoal e intencional, cuja possibilidade de aprender novas informações depende de uma estrutura cognitiva estável e bem organizada. Este tipo de aprendizagem denomina-se significativo no sentido de considerar relevante a atribuição de significados ao indivíduo, para tudo aquilo que for percebido e processado mentalmente por ele (LEMOS, 2011).

Contrastando com a aprendizagem significativa, segundo Moreira (2006), existe o que foi chamado por David Ausubel por aprendizagem mecânica, que se caracteriza por um armazenamento de informações de forma arbitrária, literal e memorística. Um

exemplo de desvantagem desse tipo de aprendizagem é a dificuldade, pelo sujeito que aprende, de utilizar o novo conhecimento construído em um contexto ou situação distinta daquela em que lhe foi apresentado.

Para promover a aquisição e construção de saberes a respeito do tema a ser trabalhado, ao longo da sequência didática foram utilizadas estratégias de ensino visando o envolvimento ativo dos alunos em seu processo de aprendizagem, mediante o aprendizado de procedimentos inerentes a uma atividade investigativa: reflexão, discussão, explicação e registro (CARVALHO et al., 2012). Assim, visou-se utilizar como estratégias a problematização, argumentação, construção de hipóteses e elaboração de conclusões, agindo o professor como um guia, capaz de conduzir o aluno à construção de conceitos de uma maneira mais ativa. Com isto, buscou-se desenvolver a autonomia e protagonismo dos alunos por meio de uma aprendizagem participativa e significativa, capaz de resultar na aquisição de novos conhecimentos durante sua participação na pesquisa, e na transmissão desses saberes à comunidade escolar e às pessoas que os cercam. O protagonismo, neste contexto, é entendido como uma característica da prática educacional onde o aluno é visto como o sujeito, ou seja, o centro do processo de aprendizagem, podendo ele construir seus próprios conhecimentos de forma legítima, mediante seu engajamento e autonomia.

2. OBJETIVOS

O objetivo geral desta pesquisa foi construir e aplicar uma sequência didática capaz de contribuir no processo de ensino-aprendizagem e letramento científico sobre termorregulação e mecanismos termorregulatórios para estudantes de Biologia do Ensino Médio.

Os objetivos específicos foram:

- Promover uma aprendizagem integrada sobre termorregulação de maneira contextualizada, ou seja, aplicada ao cotidiano dos alunos;
- Propiciar e desenvolver o protagonismo dos estudantes através de uma atividade prática e aplicada, tornando-os sujeitos ativos em seu processo de aprendizagem;
- Discutir com os adolescentes do Ensino Médio a importância da regulação de sua temperatura corporal enquanto estratégia de promoção à saúde;
- Favorecer e propiciar o letramento científico por meio da execução de uma sequência didática sobre Fisiologia Humana.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Cuidados éticos

Esta pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (CAAE: 17966619.1.0000.5149). Após aprovação pelo comitê, a pesquisa foi apresentada e esclarecida à direção da escola, à qual foi solicitada a autorização para a realização a sua realização. Mediante aprovação da direção, o professor-pesquisador orientou os alunos voluntários que assinaram o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE), o qual foi elaborado em linguagem acessível para menores de 18 anos. Foi recolhido de cada estudante o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), devidamente assinado por seu responsável legal. Este último documento (TCLE) continha uma explicação detalhada dos objetivos, métodos e potenciais riscos e incômodos que a pesquisa poderia acarretar.

O trabalho proposto não ofereceu riscos potenciais, como aqueles relacionados à saúde física e psíquica, aos estudantes voluntários envolvidos. Todos os cuidados foram tomados pelo professor responsável pela execução da pesquisa. Como procedimentos éticos, foi garantido que a participação dos voluntários, os dados obtidos, as gravações, fotografias ou filmagens seriam utilizados somente para fins de pesquisa e posteriormente arquivados, sendo possível ocorrer a destruição dos dados logo após transcrição dos mesmos. A qualquer momento da pesquisa, o voluntário poderia se recusar a participar ou retirar seu consentimento, sem qualquer penalização ou prejuízo. Tais precauções foram adotadas visando a privacidade e o bem-estar dos voluntários.

3.2 Delineamento Experimental

Esta pesquisa faz parte de uma parceria entre o Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e uma escola pública de ensino básico da cidade de Entre Rios de Minas – Minas Gerais.

Parte da sequência didática foi executada pelos alunos na própria escola, em horário de aula regular ou em contraturno, no período que compreende de outubro de 2019 a março de 2020. A outra parte foi executada como atividade extraclasse ou online, por meio de videoconferência via plataforma *Jitsi Meet*.

O delineamento experimental foi assim estruturado:

- Etapa 1 – duração de 3 aulas e extraclasse: apresentação da pesquisa aos alunos; entrega dos termos de assentimento e consentimento; diagnóstico por meio de

questionário discursivo (pré-teste – apêndice A); contextualização e introdução ao tema; problematização e construção de hipóteses;

- Etapa 2 – duração de 2 aulas e contraturno: medição e registro dos valores de temperatura frontal e auricular;
- Etapa 3 – duração de 1 aula e extraclasse: pesquisa bibliográfica; análise e discussão de resultados; construção conceitual; aplicação de questionário diagnóstico (pós-teste).

Alguns detalhes da sequência didática foram ajustados ao longo da execução da pesquisa. A sequência foi distribuída em seis módulos (aulas) de 50 minutos cada, além de atividades contraturno e extraclasse, conforme a figura a seguir:

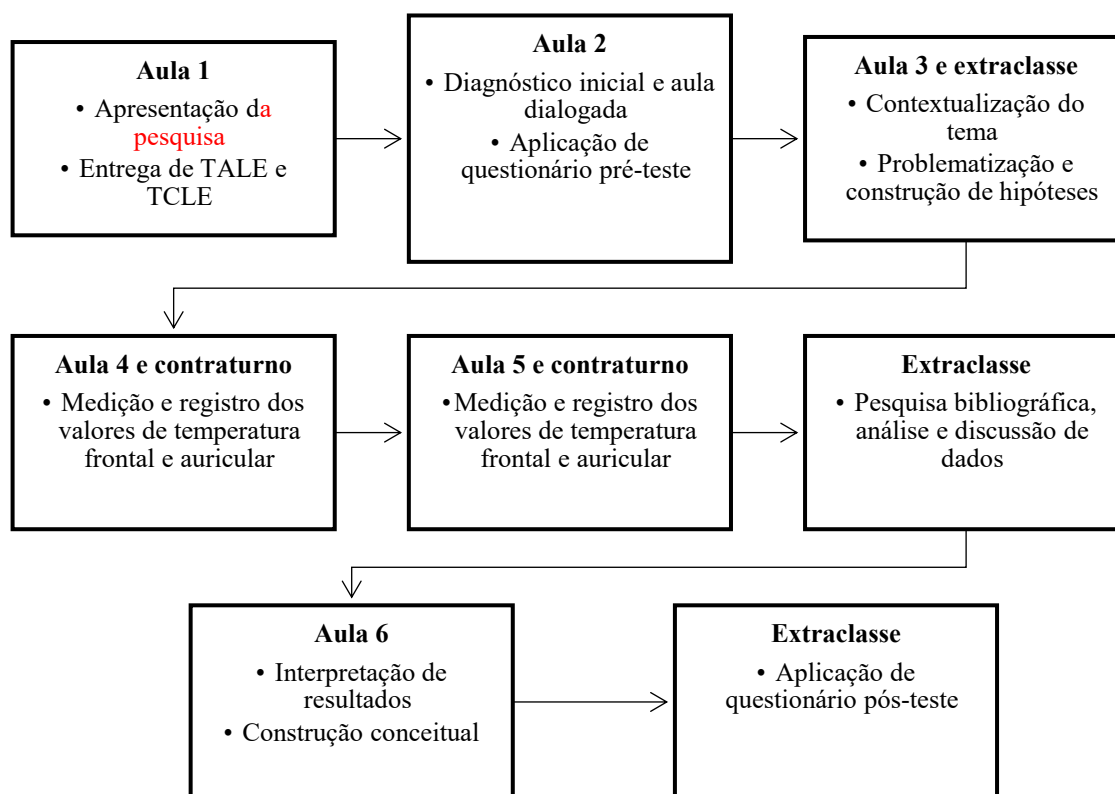


Figura 2 - Etapas da sequência didática (SD)

3.2.1 Caracterização da amostra (público-alvo)

A amostra foi composta por 30 discentes pertencentes ao 2º ano (2019) / 3º ano (2020) do Ensino Médio, período vespertino. A idade média dos alunos participantes era de 17 anos. Esses estudantes manifestaram espontânea vontade em atuar como alunos-pesquisadores e ficaram responsáveis por participar de todas as etapas da pesquisa, sob supervisão do professor de Biologia, mestrando do PROFBIO.

3.2.2 Etapa prática

No início das aulas de Biologia ou de cada dia, os estudantes se encaminhavam ao vestiário para retirar o uniforme escolar e colocar a vestimenta adequada a seu grupo (vestimenta para dias de clima quente ou frio, conforme figura 3). Em seguida, as temperaturas da face e auricular dos discentes eram imediatamente medidas e estes se dirigiam à quadra (aqui considerada como o ambiente quente) ou ao laboratório de Ciências (abrigo). Após vinte e cinco minutos de exposição a ambiente quente ou termoneutro (abrigo), a temperatura frontal e auricular dos alunos eram novamente aferidas por seus colegas.



Figura 3- Trajes de verão (acima) e inverno (abaixo) de estudantes voluntários

3.2.3 Metodologia da sequência didática

A aula introdutória ocorreu no mês de outubro de 2019. Em um primeiro momento, o professor-pesquisador apresentou a pesquisa à turma, esclarecendo aos alunos seus objetivos e sua finalidade. Os alunos foram informados sobre como ocorreria cada etapa da pesquisa e receberam os termos de assentimento e consentimento, os quais foram também devidamente explicados, mediante leitura em voz alta. Os alunos foram avisados pelo professor de que, caso eles e seus responsáveis concordassem em sua participação, a aplicação da sequência didática se daria a partir do próximo mês.

A aula 2 ocorreu no mês de novembro de 2019 e consistiu no levantamento das concepções alternativas dos discentes a respeito do tema a ser estudado. O professor iniciou lançando perguntas à classe, tais como: “O que são ritmos biológicos?”; “O que são ritmos circadianos?”; “Qual definição vocês dariam para a palavra termorregulação?”. Essas perguntas visavam propiciar um momento de discussão entre os alunos, onde o professor não apenas pudesse fazer intervenções com o objetivo de instigá-los mais, mas também observar e relatar quais eram as dúvidas e dificuldades que apresentavam quanto à temática a ser trabalhada. Nesta aula dialogada, a intenção principal era diagnosticar e despertar o interesse da turma, logo nenhuma pergunta foi respondida pelo professor. Após esse momento de discussão, foi aplicado aos alunos um questionário pré-teste discursivo (apêndice A), a ser respondido individualmente, por escrito, em tempo máximo de trinta minutos. Este questionário era formado por doze perguntas relacionadas ao tema que seria abordado ao longo da sequência didática (com enfoque em termorregulação e fisiologia). Sua finalidade era detectar os saberes que os alunos já possuíam, assim como as lacunas de conhecimento dos mesmos acerca do tema. O questionário (apêndice A) foi elaborado pelo professor-pesquisador e abrangia questões relacionadas aos seguintes tópicos: Cronobiologia; ritmos biológicos; formas de troca de calor dos seres vivos com o meio; reações autonômicas e comportamentais relacionadas ao controle da temperatura corporal e importância da termorregulação para os indivíduos. Tais perguntas foram baseadas em conhecimentos que se esperava que fossem construídos, discutidos, pesquisados e validados pelos discentes durante sua participação na pesquisa.

Na aula 3 (novembro de 2019), após a verificação dos conhecimentos prévios, o professor fez uma breve introdução ao tema, contextualizando-o e trazendo possíveis considerações, explicações ou respostas quanto às perguntas do questionário pré-teste.

Para instigar os alunos e permiti-los explorar o tema por meio de uma problematização, o professor fomentou a reflexão dos estudantes a partir da seguinte questão investigativa: “Por que somos quentes?”. Os alunos foram organizados em cinco grupos de seis componentes, nos quais trocariam seus conhecimentos sobre termorregulação. Desta maneira, a cada grupo foi solicitada a construção e discussão de duas hipóteses que pudessem ser verificadas experimentalmente ou por meio de pesquisas bibliográficas, de maneira a se responder à pergunta a ser investigada, feita pelo professor.

Os discentes trocavam conhecimentos e, por vezes, contradiziam as falas uns dos outros. As dez hipóteses foram construídas coletivamente, sob a mediação do professor. Este auxiliava os mesmos e intervia, quando necessário, proporcionando a correção de conceitos equivocados e o desenvolvimento ativo de habilidades relacionadas à alfabetização científica, como a argumentação. Dentre as dez hipóteses levantadas pelos grupos de estudantes, aquelas mais pertinentes, que mais se aproximavam das possíveis respostas à questão investigativa foram:

- Hipótese B do grupo 2: *Somos quentes pelo fato de nosso organismo estar em constante trabalho, liberando energia.*
- Hipótese B do grupo 5: *Somos quentes porque ocorre liberação de energia (calor) de nossas células.*

Ambas as hipóteses justificavam o fato de o ser humano ser quente baseadas, mesmo que de maneira implícita, em conceitos relacionados à endotermia e metabolismo, evidenciando a perda de energia sob a forma de calor, assim como a liberação e distribuição do calor produzido pelas células. As hipóteses formuladas pelos demais grupos não respondiam à pergunta investigativa ou apresentavam erros conceituais (conceito de endotermia).

Tendo sido elaboradas as hipóteses, a turma foi reunida. Visando ensinar o tema e associá-lo ao dia a dia dos estudantes, foi discutida com eles uma possível prática a ser realizada, com o auxílio de termômetro clínico digital infravermelho, de maneira que suas temperaturas corporais fossem aferidas e os resultados obtidos pudessem contribuir para a discussão e verificação de suas pressuposições.

Em março de 2020, os alunos foram organizados em grupos pelo professor, para que realizassem a parte prática da pesquisa (etapa 2). Supervisionados pelo docente, os estudantes realizaram medições da temperatura da face e auricular de seus próprios colegas nas dependências da escola, antes e após a exposição a dois ambientes:

- Quente (com incidência direta de radiação solar) – quadra

- Termoneutro ou abrigo (local ventilado e mais fresco) – laboratório de Ciências

Uma parte destas atividades ocorreu nos horários de aula regular. As atividades que foram realizadas em contraturno já haviam sido previamente combinadas entre o professor-pesquisador e a turma.

Os alunos foram enumerados de 1 a 30 e organizados para a realização das medições, de acordo com a tabela a seguir:

1º dia 10/03/2020	Contraturno (período matutino, às 10:40h.)	Vestimenta de inverno	Ambiente quente	Alunos de 1 a 10
			Ambiente termoneutro ou abrigo	Alunos de 11 a 20
	Horário regular da aula de Biologia (às 16:10h.)	Vestimenta de verão	Ambiente quente	Alunos de 1 a 10
			Ambiente termoneutro ou abrigo	Alunos de 11 a 20
2º dia 12/03/2020	Contraturno (período matutino, às 10:40h.)	Vestimenta de inverno	Ambiente quente	Alunos de 11 a 20
			Ambiente termoneutro ou abrigo	Alunos de 1 a 10
	Horário regular da aula de Biologia (às 16:10h.)	Vestimenta de verão	Ambiente quente	Alunos de 11 a 20
			Ambiente termoneutro ou abrigo	Alunos de 1 a 10

Tabela 1 - Divisão dos grupos para as aferições dos valores de temperatura

No primeiro dia, um grupo de dez alunos foi medido por cinco colegas, no período da manhã com vestimentas de frio e no período da tarde com vestimentas de calor, expostos ao ambiente quente. Enquanto isto, o mesmo ocorreu com outro grupo de dez alunos, os quais foram medidos por outros cinco colegas nos mesmos horários e com as mesmas vestimentas, porém em ambiente termoneutro. Enquanto os alunos esperavam para a segunda medição (após a exposição), estes executavam outras tarefas da disciplina de Biologia. Aos alunos responsáveis por medir seus colegas, também foi incumbida a função de realizar o registro fotográfico dos procedimentos e anotar os dados obtidos.

Conforme a tabela 1, nota-se que no segundo dia as medições foram realizadas da mesma maneira, porém trocando os indivíduos participantes de ambiente (quente ou abrigo). Utilizando o contraroturno e invertendo os voluntários de ambiente em relação ao primeiro dia de medições, seria possível conseguir maior quantidade de dados para posterior análise.

O tempo de exposição aos ambientes quente e termoneutro foi de vinte e cinco minutos. O fato de os discentes fazerem as medições uns dos outros, manusearem o termômetro e realizarem o registro de dados de seus colegas foi sugerido pelo pesquisador como alternativa capaz de proporcionar um envolvimento ativo dos mesmos durante as situações experimentais. Portanto, pretendia-se, com esta etapa, desenvolver o protagonismo dos alunos, de maneira que estes pudessem participar ativamente da construção de seus próprios conhecimentos durante a execução da pesquisa.

A etapa seguinte (etapa 3) ocorreu durante os meses de março e setembro de 2020. Em março, os grupos de alunos formados na terceira aula se reuniram e desenvolveram um trabalho extraclasse, pesquisaram sobre o tema e puderam analisar/discutir, de forma geral, os dados obtidos a partir das aferições de temperatura. Para isto, foi solicitado pelo professor que os alunos elaborassem um trabalho de pesquisa em livros de Biologia, artigos científicos e sites confiáveis, previamente sugeridos pelo mesmo, a ser entregue via e-mail em formato de texto e de slides. Cada grupo deveria pesquisar sobre termorregulação, buscando validar suas hipóteses de acordo com a literatura, por meio da busca de informações cientificamente válidas em múltiplas fontes adequadas (artigos científicos, textos técnicos, livros didáticos, materiais de divulgação científica, etc.). Para a elaboração do corpo do trabalho, foi orientado pelo professor que os grupos se baseassem nas perguntas que constavam no questionário pré-teste (apêndice A) e estabelecessem correlações entre os principais sistemas (digestório, respiratório,

cardiovascular, urinário, nervoso, endócrino e sensorial), tópicos estes discutidos ao longo da sequência didática e do estudo de Biologia.

Ainda na etapa 3, no mês de setembro, foi realizada uma videoconferência com os estudantes voluntários envolvidos na pesquisa, para que fosse realizada uma construção conceitual sobre termorregulação, além da análise e interpretação dos gráficos com os valores de temperatura aferidos por eles. Em ambos os momentos (pesquisa bibliográfica e análise de dados), o principal objetivo foi incentivar os alunos a utilizarem procedimentos científicos para a discussão dos resultados. Para isto, foram trabalhadas habilidades como: a) analisar de forma crítica a correção dos valores de temperatura aferidos, mediante a interpretação de gráficos e/ou tabelas; b) realizar a construção conceitual sobre o tema em estudo; c) validar (ou não) as hipóteses construídas pelo grupo durante a terceira aula; d) relacionar as hipóteses levantadas com a pesquisa bibliográfica realizada. Assim, seria permitido aos estudantes participantes não somente se identificar nos gráficos e tabelas confeccionados pelo professor, mas também analisar comparativamente os resultados obtidos, associando-os às hipóteses iniciais por eles construídas. Esse momento possibilitou realizar a integração de conceitos importantes sobre termorregulação e fisiologia humana, a partir do conhecimento dos órgãos e funções.

Após a realização da videoconferência, cada aluno teve um prazo de uma semana para acessar e responder em tempo livre o questionário pós-teste (apêndice B), disponível no *Google Forms* (https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScJu06L8QVOS-HZXKyz7YYTzmsg0swdy1MV3HpfkdiT20SrrQ/viewform?usp=sf_link). Este questionário possuía seis questões, sendo cinco destas optativas e uma discursiva, abordando conceitos sobre termorregulação e integração entre os sistemas. Com isto, esperou-se que, ao final desta etapa, cada estudante conseguisse reconhecer a importância de estudar a Biologia (e especificamente a Fisiologia) como uma ferramenta de promoção à saúde. A análise das respostas do questionário seria realizada de maneira qualitativa e quantitativa, assim como foi feita a análise do questionário pré-teste.

3.2.4 Análise de dados

A análise qualitativa da sequência foi realizada mediante as anotações feitas pelo pesquisador em cada etapa da pesquisa. Foram também utilizadas como instrumento desse tipo de diagnóstico as respostas dos alunos nos questionários aplicados, assim como as hipóteses construídas e as pesquisas por eles realizadas.

Já a análise quantitativa foi realizada através da construção de gráficos e tabelas com o número de acertos nas questões referentes ao pré-teste e ao pós-teste. Quanto ao estudo dos valores das medições de temperatura da face e auricular e consequente obtenção dos resultados espelhados nos gráficos, foram utilizados os valores considerados viáveis em termos físicos (de acordo com as leis da termodinâmica).

3.2.5 Avaliação dos discentes

Considerando que a avaliação corresponde a um importante item do processo de ensino e aprendizagem, de modo que os alunos possam superar suas dificuldades, estes serão avaliados mediante sua participação e envolvimento em cada etapa da pesquisa. Para observar se os alunos avançaram em termos de conhecimento quanto ao tema investigado, pretendia-se avaliá-los de forma contínua e cumulativa, por meio de ações como:

- Registro de seus progressos desde a primeira etapa (sondagem de concepções alternativas);
- Avaliação da capacidade de trabalho em grupo, o envolvimento e a responsabilidade quanto à execução das atividades solicitadas em cada etapa;
- Análise de suas respostas quanto ao questionário pré-teste e comparação de seu rendimento no mesmo com o questionário pós-teste;
- Realização da correção dos trabalhos de cada grupo, avaliando qualitativamente a capacidade de pesquisa e o cumprimento dos objetivos propostos;
- Realização de uma autoavaliação de forma oral sobre o processo de consolidação dos conteúdos abordados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Aula diagnóstica

No decorrer da aula diagnóstica, os alunos, envolvidos na pesquisa, sentiram-se entusiasmados com a temática a ser estudada. Foi perceptível que praticamente todos desconheciam ou não conseguiam identificar o tema a ser estudado, por meio de suas respostas aos questionamentos iniciais feitos pelo pesquisador:

Estudante 1: *Todos os vertebrados regulam sua temperatura com o meio ambiente.*

Estudante 2: *Os ritmos biológicos são nosso ciclo vital.*

Estudante 3: *A temperatura corporal é regulada pelos batimentos cardíacos.*

Diante do questionamento realizado pelo professor na aula diagnóstica, alguns estudantes tentaram explicar o conceito de “ritmo biológico” como algo que ocorria com frequência e se associava ao ciclo de vida de determinado organismo. Com relação à pergunta sobre o conceito de ritmo circadiano, nenhum estudante respondeu, evidenciando um desconhecimento acerca do assunto, o que se justifica em decorrência da terminologia pouco usual. A conceituação de termorregulação foi bem mais tranquila para a turma, embora nem metade dos discentes tenham dito ter escutado antes a respeito desse termo.

O professor ainda levou a discussão um pouco adiante, buscando saber da turma os exemplos de ritmos biológicos que eles pensavam existir. A maioria dos alunos que respondeu exemplificou a frequência cardíaca como um deles. Um aluno citou o sono e uma aluna citou a menstruação.

Esta etapa foi relevante tanto para o pesquisador, quanto para os alunos. Afinal, a partir dessas discussões foi possível que os mesmos tentassem construir conceitos e associações coletivamente quanto ao tema que estava sendo introduzido. Para o professor, foi um momento rico, onde as lacunas de conhecimento puderam ser detectadas, além dos próprios conhecimentos prévios dos discentes. Os estudantes apresentavam dificuldades em conceituar ritmos circadianos, exemplificar ritmos biológicos e correlacionar temperatura e metabolismo, por exemplo.

O desconhecimento dos alunos sobre ritmos biológicos/circadianos, sobre como o organismo humano regula a temperatura corporal e como ocorre a termorregulação nos demais animais revela a importância de se discutir tais conceitos, de maneira que eles possam entender a Biologia como uma disciplina relacionada a seu cotidiano. Estudar este tema é uma maneira de induzir os estudantes a compreenderem a conexão e interação existentes entre todos os sistemas corporais, de forma integrada, visando a adaptação dos seres vivos ao meio em que estão. Além disso, para o dia a dia, conhecer um pouco sobre os processos de regulação de temperatura corporal, é uma forma de se aprender a importância da manutenção da estabilidade dos organismos frente a fenômenos ou situações corriqueiras, tais como: a exposição prolongada a ambientes quentes ou frios, o reconhecimento do estado febril, a utilização de vestes específicas a determinadas estações, a importância da hidratação, entre outras.

4.2 Aplicação e análise do questionário diagnóstico (pré-teste)

A aplicação do questionário discursivo (apêndice A) ocorreu na sala de aula. Os alunos responderam individualmente às doze perguntas, e foi esclarecido que seria permitido aos mesmos deixar em branco as questões cuja resposta não conseguissem escrever.



Figura 4 - Aplicação do questionário em sala de aula

O objetivo principal do questionário diagnóstico (pré-teste) aplicado aos estudantes foi sondar os conhecimentos prévios dos estudantes quanto ao conceito de termorregulação e outros tópicos intrínsecos a este tema, tais como:

- Ritmo circadiano;
- Zona termoneutra;
- Mecanismos comportamentais e autonômicos de termorregulação;
- Animais homeotérmicos, pecilotérmicos, endotérmicos, ectotérmicos;
- Mecanismos de transferência de calor com o ambiente.

Os conceitos e tópicos acima citados, vinculados à termorregulação, foram contemplados nas perguntas do questionário diagnóstico (apêndice A), as quais foram construídas tendo como base as competências e habilidades em Biologia sugeridas nos documentos oficiais, conforme mostrado na tabela a seguir:

Documento oficial	Competências e habilidades
Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN (2000)	Descrever processos e características do ambiente ou de seres vivos, observados em microscópio ou a olho nu
	Apresentar suposições e hipóteses acerca dos fenômenos biológicos em estudo
	Expressar dúvidas, ideias e conclusões acerca dos fenômenos biológicos
	Relacionar fenômenos, fatos, processos e ideias em Biologia, elaborando conceitos, identificando regularidades e diferenças, construindo generalizações
Orientações Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN+ (2006)	Relacionar os diversos conteúdos conceituais de Biologia (lógica interna) na compreensão de fenômenos
	Identificar regularidades em fenômenos e processos biológicos para construir generalizações, como perceber que a estabilidade de qualquer sistema vivo, seja um ecossistema, seja um organismo vivo, depende da perfeita interação entre seus componentes e processos
Conteúdo Básico Comum de Biologia da Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais (2005)	Identificar regularidades em fenômenos e processos biológicos para construir generalizações, como perceber que a estabilidade de qualquer sistema vivo, seja um ecossistema, seja um organismo vivo, depende da perfeita interação entre seus componentes e processos
	Compreender o corpo humano como um todo integrado, considerando seus níveis de organização: células, tecidos, órgãos e sistemas
	Identificar características morfológicas e fisiológicas dos animais, tais como: alimentação, digestão, circulação, excreção e trocas gasosas, relacionando-as com o modo de vida terrestre ou aquático

Tabela 2 - Recorte de algumas competências e habilidades a serem desenvolvidas no ensino e aprendizagem em Biologia, recomendadas pelos documentos oficiais

As respostas dos discentes às perguntas foram bem diversificadas, conforme relatado a seguir:

1. O que são ritmos biológicos? E circadianos?

Algumas respostas que apareceram foi: “aquilo que tem vida e pulsa”; “ritmos circadianos corresponde às batidas do coração”; “ritmos de vida, pois ‘bio’ significa vida”. Grande parte dos discentes não respondeu corretamente a esta pergunta, possivelmente devido ao desconhecimento sobre o tema e ao desinteresse acerca de avanços científicos relacionados à Cronobiologia, divulgados pela mídia em geral.

2. O que é termorregulação?

A resposta unânime foi “é a regulação da temperatura”, enquanto alguns ainda acrescentaram que “é a regulação da temperatura corporal por meio de algum mecanismo”. Os acertos nesta questão, assim como a profundidade de algumas explicações podem ser explicadas pelo fato de que a turma estava estudando o conteúdo de Zoologia na época, o qual aborda um pouco sobre a regulação de temperatura em animais vertebrados.

3. Como pode ocorrer a transferência de calor?

“De um objeto para outro”; “através de condução, convecção ou radiação”; “por meio da vibração de moléculas”; “por meio da troca de energia”; “de um corpo para outro” e “pelo atrito” foram as respostas dadas pelos alunos. A abordagem deste tópico dentro das aulas de Termologia em Física pode ter favorecido as respostas corretas dadas pela maioria dos discentes.

4. O que é zona termoneutra?

“Onde a temperatura é neutra”; “região do cérebro que controla o calor” e “uma zona que não absorve a temperatura externa” foi relatado por mais da metade dos estudantes. Possivelmente os acertos desta questão mais se relacionavam à composição do vocábulo ‘termoneutra’ do que ao entendimento conceitual do mesmo. Ainda assim, foram observadas respostas que não se distanciavam dos conceitos-chave metabolismo e homeotermia.

5. Cite mecanismos comportamentais de termorregulação.

As respostas dadas foram: “uso de roupas mais frias ou mais quentes”; “febre”; “hidratação”; “hormônios”; “hibernação”; “exposição ao Sol”; “exercício físico”; “excreção”; “tremor”. Esta pergunta visava analisar o que os alunos entendiam por mecanismos comportamentais e se conseguiriam associá-los ao processo de termorregulação. Alguns equívocos foram percebidos nas respostas de grande parte da turma, ao citarem processos fisiológicos autonômicos como mecanismos de comportamento. Isto ressaltou a importância de discutir estes tópicos durante a atividade prática e as pesquisas a serem realizadas pelos grupos.

6. Qual é o centro de controle autonômico da temperatura corporal? Dê exemplos de mecanismos centrais de termorregulação.

A maioria dos alunos não respondeu a esta questão. Algumas das respostas que apareceram foi “cérebro”; “coração”; “os nervos”; “o tecido adiposo”; “a cabeça”; “os músculos”; “o sistema nervoso central”. O conhecimento acerca da expressão “controle autonômico” e de alguns mecanismos fisiológicos poderia ter auxiliado os estudantes a responderem esta questão. Isto apenas seria contemplado ao longo da execução da pesquisa e do estudo da Fisiologia Humana.

7. Que terminologia é utilizada para classificar os animais em relação às suas características térmicas, e qual é o significado de cada termo?

Poucos alunos responderam a esta questão. Alguns citaram “endotérmicos e exotérmicos”, outros “endotérmicos e ectotérmicos. Dentre os que responderam, apenas cinco explicaram corretamente os significados das terminologias. O que possivelmente induziu os alunos ao erro nesta questão foi a confusão entre os termos endotérmicos, ectotérmicos, homeotérmicos e pecilotérmicos, os quais não estavam bem esclarecidos em sua estrutura cognitiva.

8. Como os seres vivos podem ser classificados, com relação à tolerância à temperatura?

“Homeotérmico e pecilotérmico” e “ectotérmico, endotérmico e exotérmico” foram as respostas dadas por quatro alunos. Dois estudantes usaram os termos “sensível/tolerante” e os demais deixaram a questão sem responder. A grande incidência de respostas incorretas a esta questão apontou a necessidade de serem introduzidos, até mesmo no estudo da Zoologia, os conceitos de termosensíveis e termotolerantes.

9. Explique as causas de morte por calor.

As respostas mais recorrentes foram “desidratação”; “desnaturação”; “pressão”; “febre” e “queimaduras”. O conhecimento de grande parte dos estudantes sobre o funcionamento de enzimas pode ter influenciado nas respostas daqueles que citaram a desnaturação proteica enquanto uma causa de morte por calor. Possivelmente respostas como pressão, febre e desidratação podem ter sido elaboradas mediante seu conhecimento do cotidiano e suas vivências.

10. Animais de pequeno porte geralmente não atingem temperaturas corporais muito diferentes da temperatura ambiente. Por quê?

Um estudante respondeu “por causa de seu tamanho, sua superfície de contato com o meio”. Outros responderam “porque não conseguem controlar sua própria temperatura”; “porque são endotérmicos”; “porque eles não têm capacidade de absorver muito calor”; “porque a circulação do sangue é menor”; “porque não mudam sua temperatura em relação ao meio”. A resposta ideal a esta pergunta envolveria a interdisciplinaridade com a disciplina de Matemática e deveria relacionar a compreensão de importantes conceitos em Biologia, tais como metabolismo e área superficial/volume. Respostas que consideravam o tamanho e a área superficial do corpo de um animal pequeno foram consideradas corretas.

11. Os répteis necessitam de uma fonte externa de calor, para que possam ajustar sua temperatura corporal. O que estes animais podem fazer para que possam absorver maior quantidade de energia radiante?

Os estudantes responderam: “se expor mais ao Sol”; “absorver calor e armazená-lo”; “se hidratar”; “entrar em buracos”; “se movimentar muito”; “mudar sua cor”. A exposição à radiação solar foi uma resposta recorrente e considerada enquanto acerto pela correção realizada pelo professor-pesquisador.

12. O que é hibernação?

Apesar de apenas quatro discentes não terem respondido a esta pergunta, apenas seis o fizeram corretamente, relacionando hibernação a manter a temperatura corporal igual à do ambiente. Alguns ainda conseguiram citar consequências como a diminuição da taxa metabólica e da frequência cardíaca. A maioria das respostas foi muito vaga e não explicava biologicamente, de maneira satisfatória, o conceito de hibernação.

O gráfico abaixo apresenta o total de acertos dos alunos no questionário discursivo pré-teste. Para isto, foram consideradas as respostas corretas ou aquelas que mais se aproximavam dos conceitos-chave contemplados em cada questão, de acordo com o gabarito elaborado pelo professor (apêndice B):

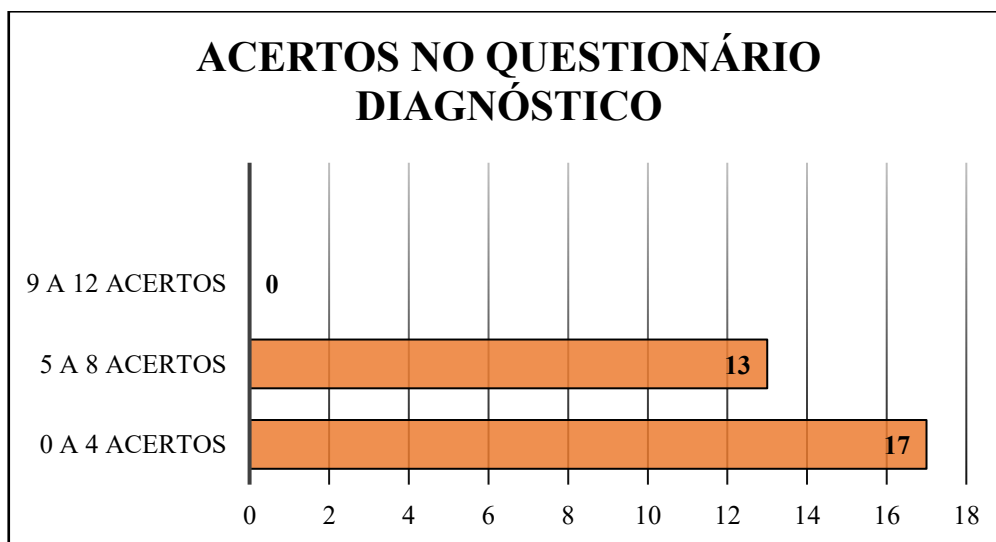


Gráfico 1 - Quantidade média de questões corretamente respondidas por estudante

De acordo com a correção realizada pelo professor, apenas um aluno da classe conseguiu acertar 60% do questionário, o que corresponderia a 8 questões.

O gráfico 2 apresenta a porcentagem de alunos que acertou cada pergunta do questionário. Observa-se que apenas as questões 2, 3 e 4 foram corretamente respondidas por uma quantidade superior ou igual a 60% da turma:

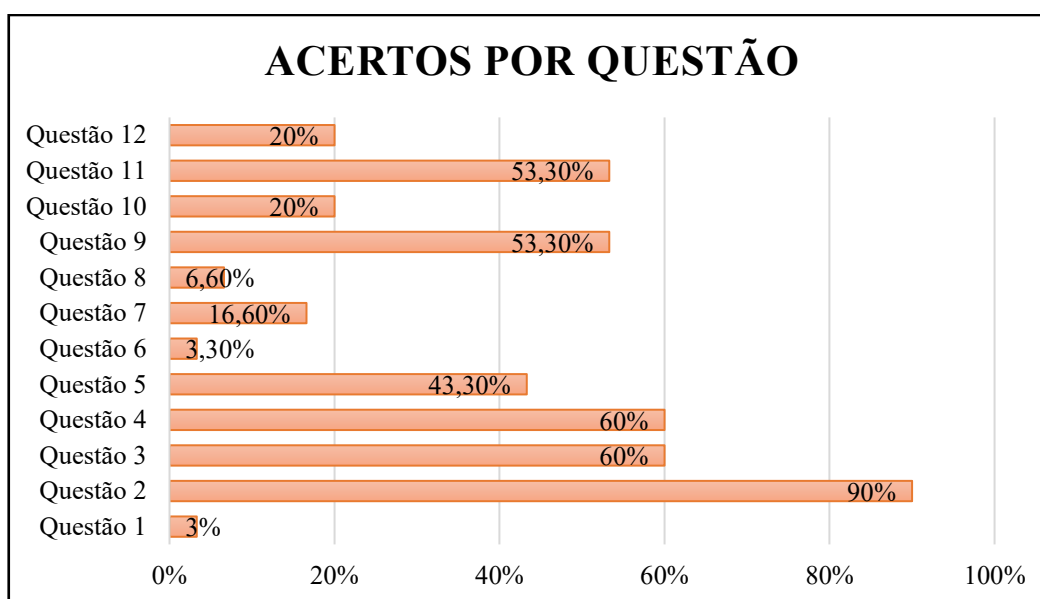


Gráfico 2 - Porcentagem de acertos em cada pergunta do questionário

4.3 Contextualização, problematização e formulação de hipóteses

Outro momento importante da primeira etapa da sequência didática foi a contextualização do tema com o cotidiano dos estudantes. O professor tentou estabelecer relações entre a regulação de temperatura e hábitos ou comportamentos do ser humano. Por exemplo, aos estudantes foram questionadas as relações entre temperatura, hidratação, vestimentas e atividades físicas. Em seguida, iniciou-se o momento de formulação de hipóteses pelos grupos de alunos, baseadas na questão investigativa proposta: “Por que somos quentes?”.

Os estudantes foram organizados pelo professor em cinco grupos de seis componentes (conforme ordem da lista de chamada), e possuíam como tarefa refletir, discutir e criar hipóteses com relação à pergunta investigativa “*Por que somos quentes?*”. De forma a organizar e estruturar as ideias, foi solicitado que os grupos registrassem suas hipóteses de forma escrita. Mediante a proposição do problema realizada pelo professor, durante a construção de hipóteses foi propiciada a interação, diálogo e liberdade intelectual dos estudantes, onde alguns tentavam complementar as hipóteses dos outros. O professor esclareceu a importância do olhar crítico dos alunos quanto às hipóteses levantadas, uma vez que isto é uma prática recorrente na rotina dos cientistas.



Figura 5 - Grupos de trabalho organizados pelo professor, discutindo a questão a ser investigada: “Por que somos quentes?”

As hipóteses levantadas por cada um dos grupos foram:

Grupo 1:

Hipótese A – *Somos quentes porque nossa temperatura corporal é constante;*

Hipótese B – *Somos quentes, pois somos seres endotérmicos.*

Grupo 2:

Hipótese A – *Somos animais quentes, pois somos feitos em sua maior parte por água;*

Hipótese B – *Somos quentes pelo fato de nosso organismo estar em constante trabalho, liberando energia.*

Grupo 3:

Hipótese A – *O ser humano é quente por ser um animal endotérmico;*

Hipótese B – *Possuímos tecido adiposo, o que proporciona o isolamento térmico e nos torna quentes.*

Grupo 4:

Hipótese A – *Somos quentes devido à energia térmica proporcionada pela circulação sanguínea;*

Hipótese B – *A passagem do sangue pelas paredes dos vasos sanguíneos torna o nosso corpo quente.*

Grupo 5:

Hipótese A – *Somos quentes pelo fato de o sangue estar em constante circulação em nosso corpo;*

Hipótese B – *Somos quentes porque ocorre liberação de energia (calor) de nossas células.*

Nesta etapa, o professor teve um papel fundamental em estimular o envolvimento e incitar a criatividade dos estudantes acerca do objeto de estudo: a termorregulação. A função do docente foi também de fornecer aos alunos o esclarecimento quanto à definição de ‘hipótese’ em ciência, solicitando aos mesmos que tentassem justificar suas previsões tendo como base algum conhecimento científico. Conforme Trivelato & Tonidandel (2015), no ensino por investigação o papel do professor é orientar os estudantes em sua construção de conhecimentos, incentivando-os a desenvolver suas hipóteses e auxiliando-os na busca de dados e também nas discussões levantadas.

Em reflexão aos conceitos sobre o que significa ser quente, como crítica ou sugestão à sequência didática, seria mais aconselhável nesta etapa de construção de hipóteses, considerar a pergunta investigativa “*Qual é a importância de sermos quentes?*” ou “*Como nosso corpo interage com a temperatura do meio ambiente?*”. Estas perguntas, mais genéricas, provavelmente incentivariam melhor os alunos na busca de possíveis explicações e os auxiliariam a construir ideias que tenham mais sentido com

a etapa prática desenvolvida. Apenas a execução do experimento desenvolvido não respondia diretamente à pergunta inicialmente proposta, a qual dependia do entendimento de outros conceitos biológicos que talvez não estivessem tão esclarecidos na estrutura cognitiva dos estudantes. As respostas e conclusões que puderam ser obtidas a partir da execução da etapa prática relacionaram-se mais à importância do que à razão de sermos animais quentes.

4.4 Desenvolvimento da etapa prática de aferição de temperaturas

A etapa relacionada à aferição da temperatura corporal dos estudantes voluntários teve engajamento e se mostrou eficaz, no sentido de promover uma aquisição de conhecimentos por meio da prática, tendo os próprios alunos como o centro do processo de ensino-aprendizagem. A medição e registro dos dados foram feitos por eles mesmos, os quais foram separados em dois grupos (abrigo e ambiente quente), conforme mostram as figuras 6 e 7:



Figura 6 - Medições de temperaturas frontal e auricular com os dois tipos de vestimenta no grupo A



Figura 7- Medições de temperaturas frontal e auricular com os dois tipos de vestimenta no grupo B

Os vinte estudantes que tiveram suas temperaturas corporais aferidas em ambiente quente e abrigo foram nomeados de 1 a 20. Os dados obtidos no primeiro dia de medições constam nas tabelas encontradas no apêndice B. Já os valores de temperatura absolutos obtidos no segundo dia constam nas tabelas do apêndice C. O objetivo da exposição ao ambiente quente ou abrigo foi provocar alterações diferentes na temperatura corporal dos estudantes.

A temperatura ambiente do primeiro e segundo dia de aferições foi medida, em cada situação experimental, com auxílio do aplicativo de celular *Termômetro* (disponível no Google Play, no link https://play.google.com/store/apps/details?id=com.tr.kavuntek.thermometer&hl=pt_BR), conforme mostra a tabela 2:

DIA	PERÍODO	AMBIENTE	VALOR DE TEMPERATURA (EM °C)
1º dia	Manhã	Quente	24,7
		Abrigo	23,0
	Tarde	Quente	25,1
		Abrigo	23,5
2º dia	Manhã	Quente	26,0
		Abrigo	21,9
	Tarde	Quente	26,4
		Abrigo	24,0

Tabela 3 - Temperatura ambiente em cada etapa da parte prática

Os valores de temperatura basal e pós-exposição a ambiente quente e termoneutro dos indivíduos participantes foram analisados. Os gráficos 3 e 4 apresentam a relação entre vestimenta e termorregulação em diferentes valores de temperatura ambiente, em ambos os ambientes:

VESTE DE INVERNO

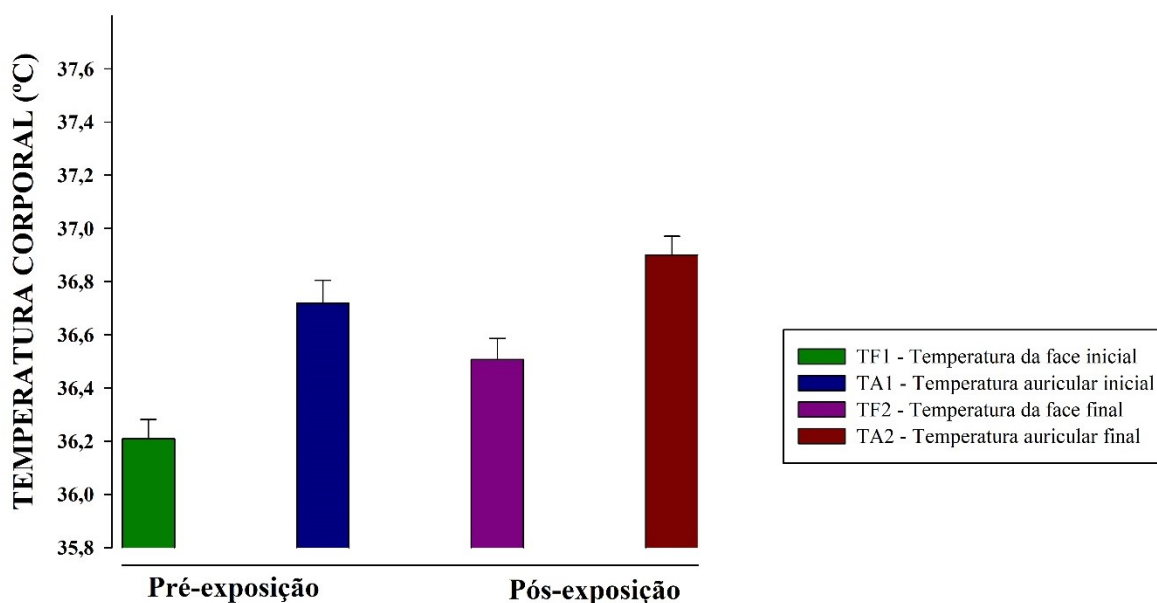


Gráfico 3 - Temperatura média basal e final de estudantes vestidos com roupas apropriadas para dias frios

VESTE DE VERÃO

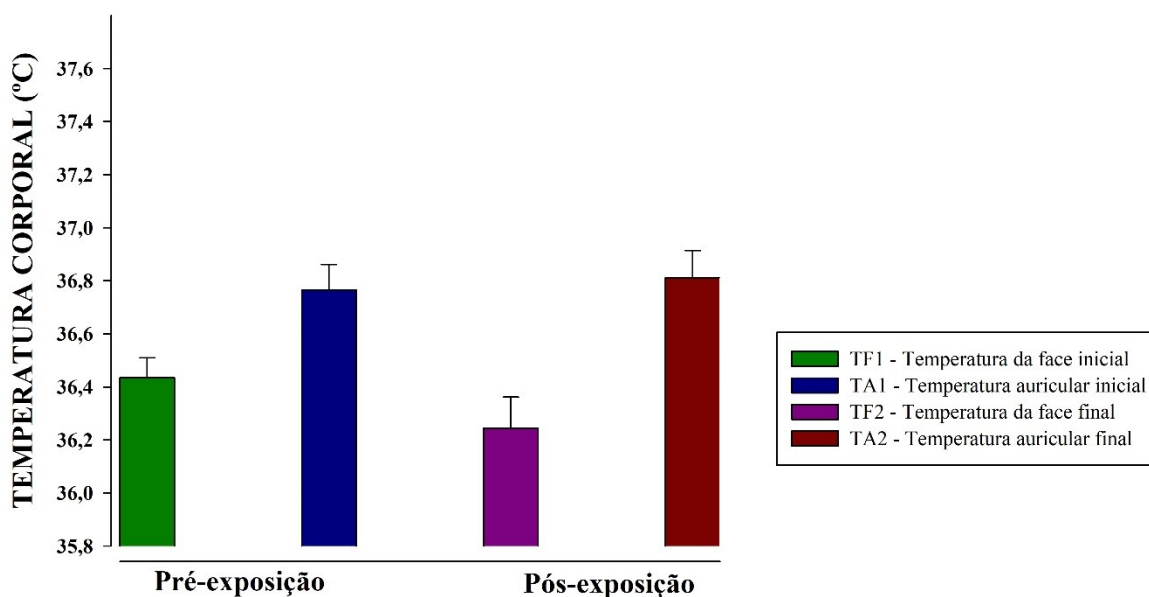


Gráfico 4 - Temperatura média basal e final de estudantes vestidos com roupas apropriadas para dias quentes

Os resultados obtidos apontam que no grupo experimental formado por voluntários com vestes de inverno – gráfico 3, o valor médio da temperatura da face sofreu elevação média de 0,3 °C após o tempo de vinte e cinco minutos de uso desse tipo de roupa. A temperatura interna, medida com o termômetro infravermelho no canal auditivo, também se elevou, acompanhando a temperatura frontal (porém, foi menor a variação). Acredita-se que a utilização de roupas específicas para dias de clima frio promove uma rápida elevação da temperatura da pele. Esse aumento de aquecimento tem como consequência uma maior vasodilatação periférica, o que se pôde notar durante o tempo de exposição pela coloração da pele da face (em tons de rosa) e por alguns alunos que apresentaram sudorese. Sabe-se que, em situações de exposição ao frio, diversas vias de controle e regulação são capazes de induzir ajustes metabólicos, autonômicos, cardiovasculares e comportamentais, os quais resultam em vasoconstrição e termogênese (NAKAMURA & MORRISON, 2011).

Com relação ao grupo experimental de alunos que vestiam roupas comumente utilizadas em dias quentes – gráfico 4, pôde-se perceber que a temperatura interna (auricular) se manteve praticamente constante (variação inferior a 0,1 °C). Entretanto, o comportamento dos dados revela que houve uma queda em torno de 0,2 °C nos valores da temperatura frontal final, quando comparados com a temperatura frontal basal. Esta

variação foi bem menor do que com o uso de vestimentas de inverno. Nos voluntários trajados com roupa de verão e expostos a ambiente quente, percebeu-se considerável desconforto térmico e conseqüente comportamento de retirada à medida em que o tempo passava, mediante exposição prolongada.

Os gráficos 5 e 6 apresentam os valores absolutos de temperatura frontal e interna dos alunos voluntários, comparando-os mediante o uso de vestes de inverno e de verão, estando estes estudantes submetidos a duas situações específicas: exposição a local com temperatura ambiente mais amena (valor médio de 23,5 °C) e a local com temperatura ambiente relativamente elevada (26,2 °C):

EFEITO DA VESTIMENTA SOB TEMPERATURA AMBIENTE MÉDIA DE 23,5 °C

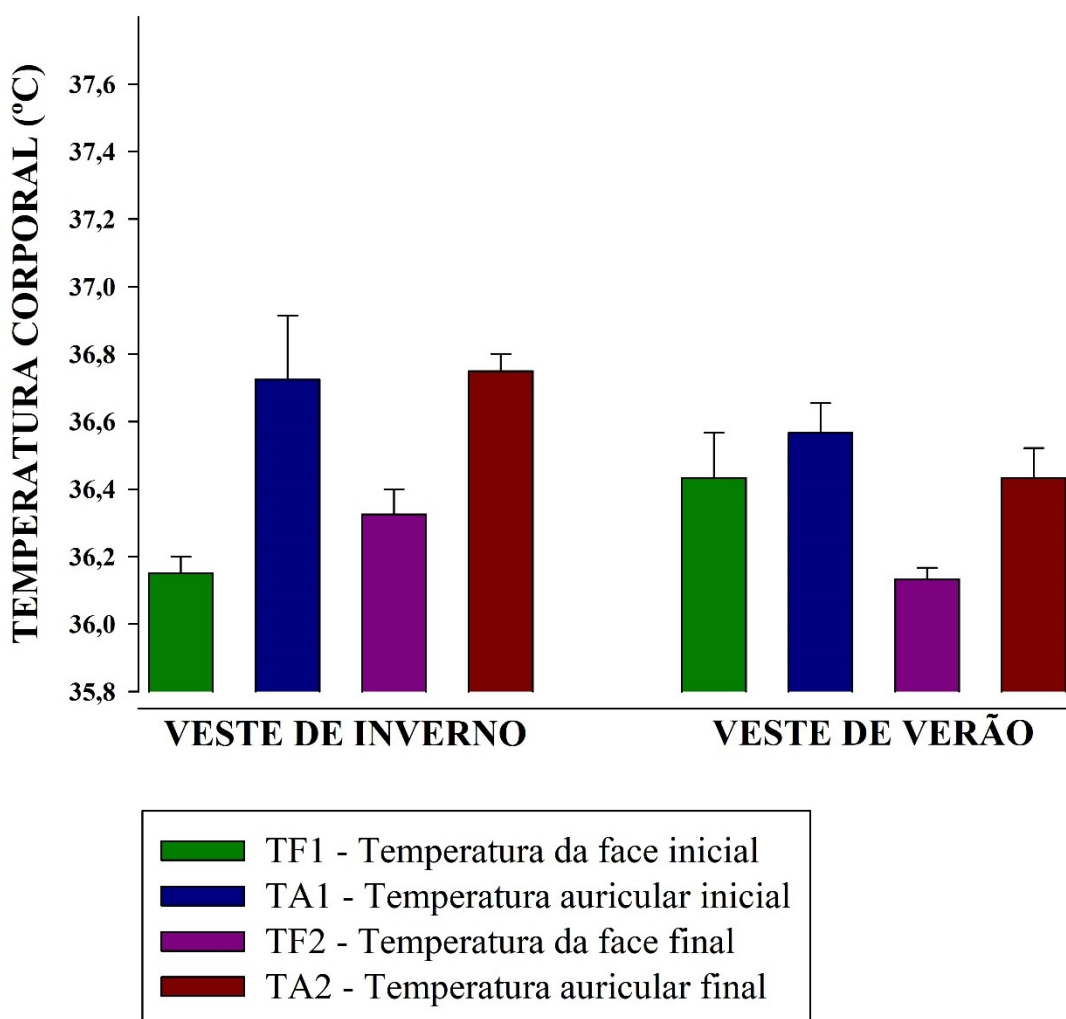


Gráfico 5 - Comparação entre valor médio de temperatura corporal de participantes expostos a ambiente termoneutro utilizando diferentes tipos de vestimentas

EFEITO DA VESTIMENTA SOB TEMPERATURA AMBIENTE MÉDIA DE 26,2 °C

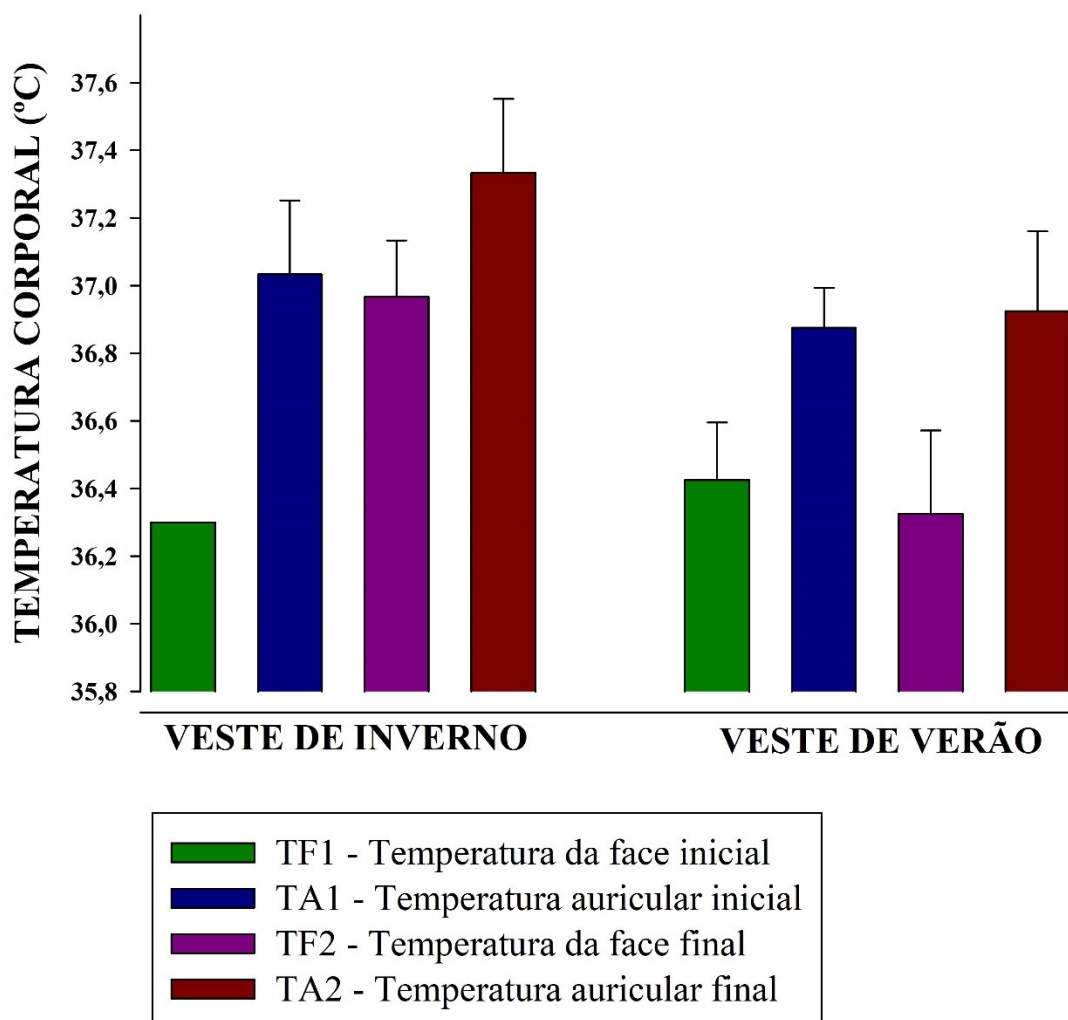


Gráfico 6 - Comparação entre valor médio de temperatura corporal de participantes expostos a ambiente quente utilizando diferentes tipos de vestimentas

Como apresentado nos gráficos 5 e 6, foi realizada também uma análise dos valores de temperatura aferidos dos alunos, separando-os em dois grupos: os que estavam expostos a temperatura ambiente mais amena (média de 23,5 °C) e aqueles que se expuseram a temperatura ambiente relativamente mais elevada (média de 26,2 °C).

Os dados obtidos dos alunos que permaneceram por vinte e cinco minutos com roupa de inverno em ambiente frio, onde a temperatura ambiente era mais baixa (média de 23,5 °C), revelam que a temperatura da face se eleva em torno de 0,2 °C, porém sem

provocar hipertermia. A temperatura auricular se manteve constante. Com relação aos voluntários que estavam à mesma temperatura ambiente, porém com veste de verão, o gráfico 5 apresenta uma queda no valor de temperatura frontal final em relação ao valor inicial, o que se justifica pelo tipo de roupa utilizado, assim como pelo efeito de uma condição externa, a temperatura ambiente mais amena. Neste grupo, a temperatura auricular teve uma diminuição discreta. É importante considerar que se esta prática ocorresse em ambiente abaixo do termoneutro (frio), com presença de ar condicionado ou em câmara fria, os resultados poderiam ser mais contundentes ou mais facilmente observados. O ar condicionado ou a câmara fria possivelmente provocariam um gradiente maior entre o ambiente e o corpo. A temperatura central, em ambientes frios tende a diminuir, tendo-se em vista que a perda de calor é maior que a sua produção (ROSSI, REIS E AZEVEDO, 2010).

A análise do gráfico 6, que demonstra o efeito do tipo de veste sob a influência de temperatura ambiente mais elevada (média de 26,2 °C) evidencia variações mais bruscas no valor obtido para aqueles alunos que se expuseram com roupas de inverno. Apesar de esta faixa de temperatura estar mais próxima da zona de neutralidade térmica, a utilização de vestes de inverno ocasiona ligeira hipertermia, o que sinaliza que esse tipo de traje não esteja de acordo com ambientes quentes. Alguns alunos voluntários, nesta situação, apresentaram como principal resposta fisiológica o aumento da taxa de sudorese. Quando o indivíduo está exposto a um ambiente quente, a principal via termorregulatória de perda de calor ativada pelo organismo é a transpiração (ROWNLAND, 2008). Com relação àqueles que se vestiam com roupas adequadas para dias quentes, a variação nos valores de temperatura não foi tão evidente, apesar de discreta diminuição no valor da temperatura pós-exposição. Possivelmente isto ocorreu pelo fato de este tipo de traje provocar menor isolamento e, conseqüentemente, menor vasodilatação. É importante considerar também que, além do tipo de vestimenta, pode ter ocorrido dissipação de calor em grandes eixos, como braços e pernas. Segundo Morrison (2016), os mecanismos autonômicos são capazes de auxiliar na manutenção do equilíbrio térmico, por meio da produção de uma quantidade necessária de calor, sem prejudicar demais funções fisiológicas.

A prática de aferição de temperatura corporal foi importante quanto à promoção do protagonismo dos estudantes e à possibilidade de discussão de algumas hipóteses e conceitos relacionados à termorregulação. Por meio desta etapa prática, foi discutida com os estudantes a importância da utilização de determinadas vestimentas (adequadas), assim

como a importância da ingestão de líquidos e da sudorese como respostas eficientes e tão necessárias ao controle da temperatura central. Contudo, foi necessário desconsiderar alguns dados, os quais refletiam erros de medição. Por isto, alguns aconselhamentos devem ser considerados, para a execução desta atividade de maneira mais satisfatória e com menor incidência de falhas.

O primeiro aconselhamento se refere à necessidade de melhor instruir os alunos quanto ao manuseio do termômetro digital infravermelho. Ao realizar as primeiras medições, alguns estudantes não posicionavam corretamente o termômetro, o que pode ter levado à obtenção de certos valores de temperatura periférica e central que contrariam os princípios da termodinâmica, indicando valores de temperatura auricular inferiores à periférica ou com variação absoluta brusca. É necessário que o termômetro se aproxime da membrana timpânica e que o estudante não esteja com excesso de cera no canal auditivo, o que seria capaz de interferir nas medições.

O segundo aconselhamento se refere às orientações dos alunos quanto à vestimenta e ao tempo de exposição. Mediante os resultados obtidos, estima-se que, se a veste de inverno dos voluntários propiciasse maior isolamento térmico, os resultados possivelmente seriam mais relevantes. Alguns alunos vestiam-se com roupas de inverno que pouco distinguem da veste de uniforme escolar, a qual foi utilizada imediatamente antes da medição da temperatura basal. O mesmo se aplica ao tempo, onde um maior período de exposição ao ambiente quente ou termoneutro com determinado tipo de roupa implicaria em resultados mais discrepantes. É importante considerar também que as aferições ocorreram em dias nublados, o que permite intuir que as variações sazonais possam também influenciar na termorregulação.

É importante salientar que, ao longo da execução da sequência didática, principalmente durante a etapa experimental, foram discutidos com os alunos tópicos relacionados à integração entre os sistemas fisiológicos (digestório, respiratório, cardiovascular, urinário, nervoso e endócrino), correlacionando-os à termorregulação. Dentre esses tópicos, destacam-se a febre, hipotermia e hipertermia, os quais são importantes para a educação em saúde. Conceitos de outras áreas da Biologia, como a Zoologia, também foram construídos e discutidos, especialmente no que se refere aos mecanismos termorregulatórios em grupos de animais vertebrados. Conseguiu-se comparar os habitats dos animais, as adaptações dos seres vivos aos diferentes biomas, o fluxo de energia nos ecossistemas, os mecanismos que os diversos seres vivos utilizam para obtenção de energia e o fato de certos animais hibernarem.

4.5 Validação de hipóteses, análise de dados e construção conceitual

Durante e após a realização da atividade prática, os estudantes foram sugeridos a discutir as hipóteses iniciais levantadas por seus grupos quanto à questão a ser investigada: “Por que somos quentes?”. O professor chegou a se reunir com cada um dos grupos para conversar um pouco sobre suas impressões e sobre as correlações que puderam estabelecer entre o desenvolvimento da atividade prática com as hipóteses anteriormente redigidas por eles.

A adesão da turma com relação à etapa experimental foi muito boa. Foi constantemente relatado por muitos, que após o registro e primeira análise dos dados obtidos, tornava-se mais fácil se aproximar ou distanciar dos conceitos iniciais que possuíam com relação à termorregulação. Durante esta etapa, foi percebido uma postura mais crítica dos estudantes, uma vez que por base em seus argumentos e em sua expressão verbal, estes conseguiam aplicar e estabelecer relações entre os conhecimentos (especialmente os teóricos) adquiridos frente à situação-problema investigada (experimento).

A análise das hipóteses construídas permitiu concluir que três dos cinco grupos de estudantes (grupos 2, 3 e 5) haviam previamente elaborado pelo menos uma afirmação ou ideia inicial coerente com relação aos princípios da termorregulação e que se aproximavam da pergunta inicial levantada pelo professor. O professor realizou uma breve discussão com toda a turma, instigando-os a refletir sobre a importância da existência de mecanismos de dissipação pelo corpo humano em situações de possível elevação da temperatura corporal, enquanto estratégia de defesa capaz de evitar a combustão das células. O processo de formulação de hipóteses é etapa fundamental do desenvolvimento de atividades investigativas, haja vista que propicia a exposição dos conhecimentos prévios dos alunos, os quais encontram-se organizados na estrutura cognitiva dos mesmos (ZÔMPERO E LABURÚ, 2010).

A realização da pesquisa bibliográfica e a discussão dos resultados obtidos, associados às hipóteses iniciais, foram momentos da sequência didática proposta embasados e relacionados a princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (1980, 2003), pois culminam na conexão dos conceitos subsunçores (conceitos âncora ou prévios) presentes na estrutura cognitiva dos discentes com os novos conhecimentos que se pretendia absorver com relação ao tema em estudo (TAVARES, 2004). Assim, os alunos sistematizaram seus conhecimentos, como também construíram

significados pessoais e concepções mais inclusivas sobre termorregulação, moldando-as em seu sistema de significação, onde os novos conhecimentos foram incorporados e modificados.

A sexta aula desta sequência didática consistiu na realização de uma videoconferência pela plataforma online *Jitsi Meet*. Esta ocorreu cinco meses após a interrupção das aulas presenciais (setembro de 2020) e todos os estudantes envolvidos na pesquisa foram convidados. Apenas oito dos trinta alunos participantes compareceram. Este encontro virtual foi realizado para o fechamento da sequência didática (SD). O professor recapitulou as etapas anteriores (já executadas) e fez uma breve revisão dos principais tópicos pesquisados pelos alunos, discutidos e construídos ao longo do trabalho: termorregulação, homeostase térmica, temperatura corporal e mecanismos de resfriamento.

Na mesma aula, os gráficos construídos pelo professor contendo os valores de temperatura média aferidos pelos próprios estudantes (gráficos 3 a 6), foram apresentados e os dados interpretados. A análise dos gráficos foi feita por meio de perguntas lançadas pelo docente e respondidas pelos alunos via áudio ou via chat. A interpretação dos gráficos possibilitou a eles não apenas interpretarem os resultados, mas também atribuírem significados a eles, contribuindo assim para o letramento científico.

Segundo Borda Carulla (2012), a etapa de análise e interpretação de dados é relevante durante a execução de uma atividade investigativa, pois permite a proposição de explicações que possam relacionar as evidências por eles coletadas às ideias científicas sobre o assunto que está sendo investigado.

O professor apresentou aos estudantes participantes da videoconferência alguns fatores que podem ter interferido na coleta dos dados de maneira mais satisfatória, como os erros de medição, o manuseio incorreto do termômetro digital infravermelho, a não padronização das vestimentas, o curto tempo de exposição e a influência das condições climáticas. Os alunos disseram ter se surpreendido com a proporção do trabalho e com os resultados obtidos, pois não esperavam que a utilização de determinadas roupas ou a exposição por tão pouco tempo a determinadas condições ambientais/climáticas pudessem causar variações nos valores de temperatura, como apontado pelos gráficos.

4.6 Aplicação e análise do questionário final (pós-teste)

Após a aula online para apresentação, interpretação e discussão dos resultados obtidos, o professor convidou os alunos que dela participaram para responderem um questionário (apêndice D) disponível no *Google Formulários*, concluindo assim a aplicação da sequência didática.

Este questionário final, contendo cinco questões optativas e uma discursiva, visava averiguar se os estudantes conseguiriam:

- Construir conceitos científicos corretos sobre termorregulação;
- Estabelecer relações entre os diversos sistemas corporais;
- Compreender alguns mecanismos fisiológicos de controle de temperatura em humanos;
- Extrair informações dos gráficos contendo os valores de temperatura aferidos por eles;
- Associar os gráficos construídos às hipóteses por eles levantadas.

Como ocorrido no questionário diagnóstico, os critérios para a elaboração deste questionário (apêndice D) também se basearam em competências e habilidades específicas a serem desenvolvidas pelo estudante de Biologia ao longo do Ensino Médio, conforme apresentado pela tabela a seguir:

COMPETÊNCIAS E HABILIDADES PROPOSTAS PELOS DOCUMENTOS OFICIAIS
1. Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN (2000):
<p>1.1 Interpretar e utilizar diferentes formas de representação (tabelas, gráficos, expressões, ícones...);</p> <p>1.2 Produzir textos adequados para relatar experiências, formular dúvidas ou apresentar conclusões;</p> <p>1.3 Identificar variáveis relevantes e selecionar os procedimentos necessários para a produção, análise e interpretação de resultados de processos e experimentos científicos e tecnológicos;</p> <p>1.4 Analisar qualitativamente dados quantitativos representados gráfica ou algebricamente relacionados a contextos socioeconômicos, científicos ou cotidianos;</p> <p>1.5 Interpretar e criticar resultados a partir de experimentos e demonstrações;</p> <p>1.6 Expressar dúvidas, ideias e conclusões acerca dos fenômenos biológicos;</p> <p>1.7 Estabelecer relações entre parte e todo de um fenômeno ou processo biológico.</p>
2. Orientações Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN+ (2006):
<p>2.1 Interpretar fotos, esquemas, desenhos, tabelas, gráficos, presentes nos textos científicos ou na mídia, que representam fatos e processos biológicos e/ou trazem dados informativos sobre eles;</p> <p>2.2 Elaborar suposições e hipóteses sobre fenômenos estudados e cotejá-las com explicações científicas ou com dados obtidos em experimentos.</p>
3. Conteúdo Básico Comum de Biologia da Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais (2005):
<p>3.1 Compreender o corpo humano como um todo integrado, considerando seus níveis de organização: células, tecidos, órgãos e sistemas;</p> <p>3.2 Identificar características morfológicas e fisiológicas dos animais, tais como: alimentação, digestão, circulação, excreção e trocas gasosas, relacionando-as com o modo de vida terrestre ou aquático.</p>

Tabela 4 - Recorte de algumas competências e habilidades contempladas no questionário pós-teste

A utilização da análise de gráficos no questionário final se baseou na dificuldade observada em sala de aula, por muitos alunos, em conseguirem extrair informações e produzirem significados a partir de uma análise gráfica. Glazer (2011) aponta o papel fundamental das representações gráficas em investigações científicas, enquanto estratégia para visualização, reestruturação e reorganização de dados. Segundo Bowen & Roth (2010), a utilização de gráficos em atividades investigativas permite aos alunos reconhecê-los como uma etapa da investigação, o que permite a interpretação de dados e elaboração de conclusões.

Ressalta-se aqui, que o questionário final não foi utilizado enquanto estratégia única de verificação do que foi aprendido a respeito do tema discutido ao decorrer da execução da sequência didática. Os alunos foram avaliados também durante todo o processo investigativo. Zômpero e Laburú (2010) ressaltam que o professor pode fazer uso de atividades investigativas enquanto estratégia de avaliação da aprendizagem de seus alunos, visto que por meio da execução desse tipo de atividade, cada estudante aplica seus conhecimentos diante de uma nova situação, sendo esse um dos pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa.

Conforme o gráfico 7, os estudantes que responderam ao questionário final obtiveram um índice de acertos nas questões optativas igual ou superior a 60%. Isto revela que a construção de conhecimentos sobre termorregulação foi efetiva, como também a capacidade de análise e interpretação gráficas foram satisfatórias:

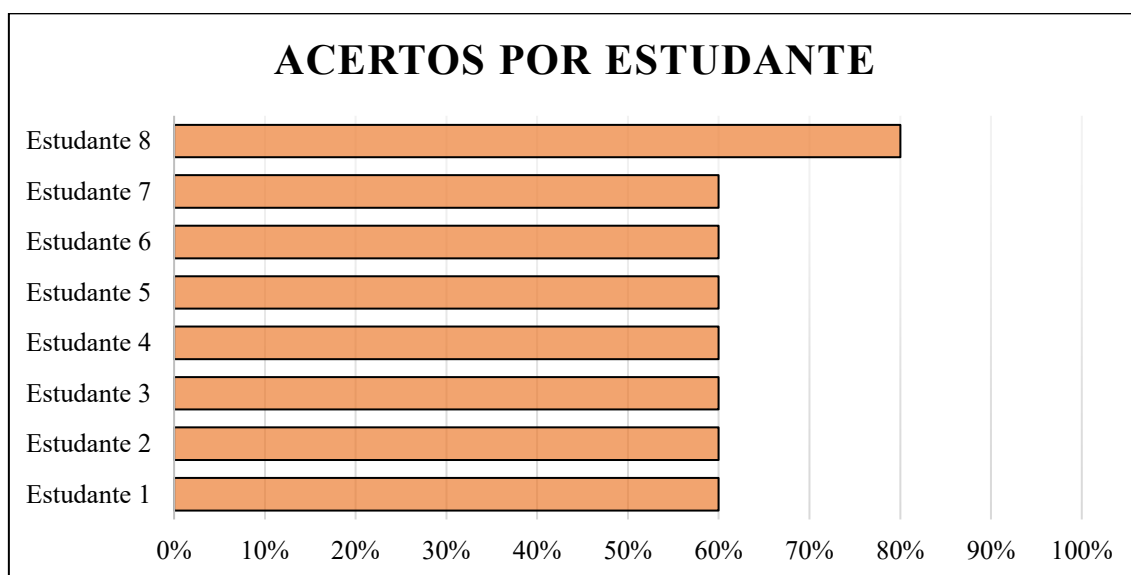


Gráfico 7 - Porcentagem de questões corretamente respondidas por cada estudante

O gráfico 8 aponta que os alunos apresentaram melhor desempenho na resolução das questões 1 e 2 e maior índice de erros na questão 3 do questionário final:

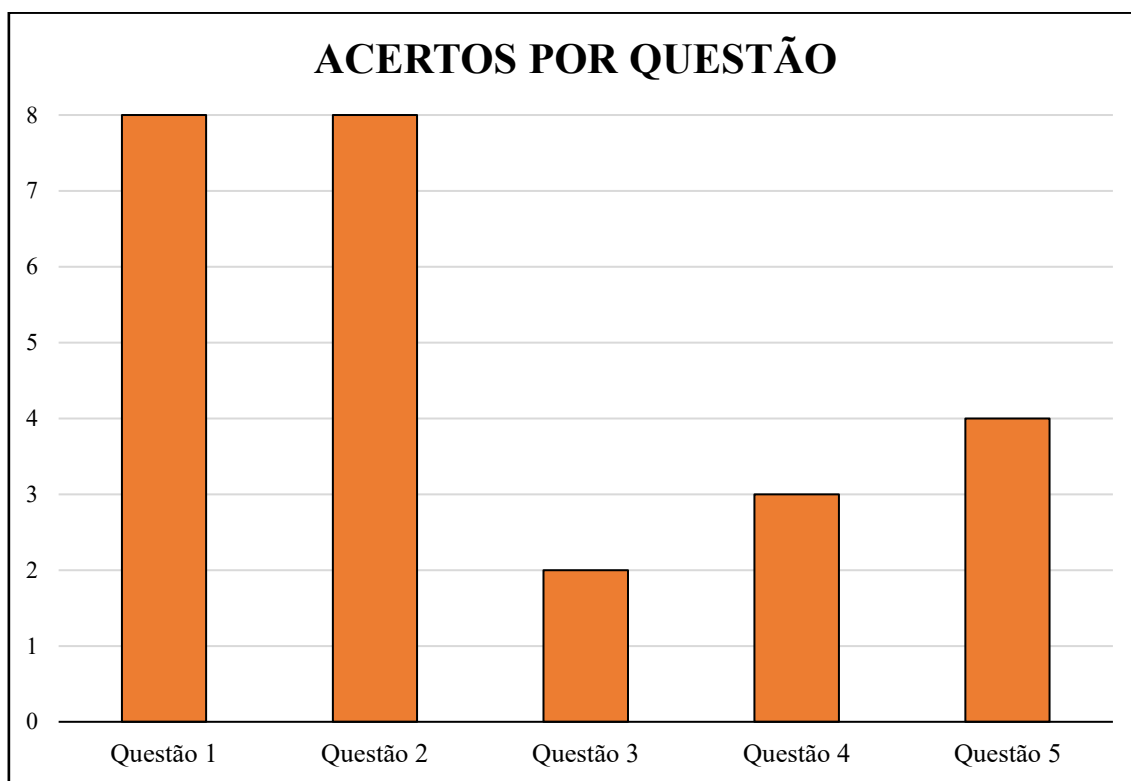


Gráfico 8 - Quantidade de alunos que responderam corretamente a cada questão

As questões cuja totalidade dos estudantes responderam corretamente (questões 1 e 2) referiam-se à integração entre os sistemas para a manutenção da temperatura em níveis estáveis e aos mecanismos fisiológicos que favorecem os ajustes termorregulatórios. Isto permite concluir que estes conceitos, trabalhados durante a sequência didática, ficaram bem consolidados na estrutura cognitiva dos estudantes.

Quanto à questão com menor índice de acertos (questão 3), percebeu-se que a maioria dos alunos compreendeu bem os conceitos de termorregulação, endotermia e ectotermia. Entretanto, ficaram confusos quanto aos mecanismos físicos de transferência de calor, o que evidencia a importância da inclusão da disciplina de Física em discussões sobre termorregulação trabalhando, assim, o tema de maneira interdisciplinar.

As questões 4 e 5 relacionavam-se à interpretação dos gráficos construídos com os valores de temperatura aferidos pelos próprios estudantes voluntários. A porcentagem de estudantes que acertaram tais questões (inferior ou igual a 50%) revela que, apesar de possuírem a compreensão de como esses dados foram obtidos, os mesmos apresentaram

dificuldade em construir significados a partir deste tipo de representação. Contudo, Roth (2013) ressaltam que esse tipo de dificuldade não possui relação direta com o cognitivo do indivíduo, mas sim com a familiaridade relacionada à construção das representações gráficas, uma vez que o gráfico representa uma situação como um todo.

A questão 6, discursiva, perguntava aos alunos qual é a importância, para seu cotidiano, dos conhecimentos construídos sobre termorregulação. As respostas redigidas pelos discentes foram:

Estudante 1: *“O conhecimento sobre o tema e saber o que “fazer” em diferentes temperaturas.”*

Estudante 2: *“A importância de conhecer os mecanismos de regulação de temperatura do nosso corpo, que são essenciais para manter nosso corpo em estabilidade fisiológica.”*

Estudante 3: *“No dia a dia, este trabalho me ajudará com a temperatura corporal, vou saber quando o meu corpo estiver regulando bem com a temperatura, entender quando estiver elevada sendo este um fator de uma alteração no meu próprio corpo.”*

Estudante 4: *“De suma importância, pois contribui com a importância de se saber qual o tipo de veste adequada para cada clima diferente, para saber em qual temperatura seja ela baixa ou alta isso se torna perigoso para o corpo e o porquê disso.”*

Estudante 5: *“Este trabalho me ajudou a compreender melhor sobre a temperatura do nosso corpo. Saber a temperatura corporal normal do corpo nos ajuda a saber quando há uma desregulação nessa temperatura, quando ela está alta ou muito baixa, podendo indicar alguma alteração no próprio organismo.”*

Estudante 6: *“Acho que a partir desse conhecimento torna-se mais fácil entender o organismo e com isso aprender a identificar quando ele se altera aumentando ou abaixando sua temperatura. Além de poder observar as alterações de acordo com o clima e saber meios de evitar um superaquecimento ou uma hipotermia.”*

Estudante 7: *“Aprender sobre o que nós seres humanos somos, o local do nosso corpo onde ocorre o controle da temperatura. Sobre as trocas de calor com o ambiente, tipo de vestimenta usada no frio e no calor e o motivo disso. Ajuda também a saber quando a temperatura do seu corpo não está normal e logo recorrer a um médico, em casos de alterações no organismo.”*

Estudante 8: *“Os conhecimentos construídos neste trabalho me ajudaram a entender melhor sobre a nossa termorregulação e como nosso corpo funciona em diferentes temperaturas, mostrou maneiras de como nós mesmos regulamos nossa temperatura, através de comportamentos como beber água para refrescar, nos cobrir para esquentar, me fez entender melhor sobre o funcionamento do hipotálamo que também regula a nossa temperatura corporal.”*

Percebe-se, pelas respostas dos estudantes, que grande parte deles conseguiu elaborar suas conclusões com base em conhecimentos à luz de ideias ou conceitos científicos e tentando associar a termorregulação à importância de “sermos quentes”. Portanto, as conclusões por eles elaboradas, de certa forma responderam à questão investigativa.

Outra observação importante se refere ao fato de quase todos os alunos terem conseguido expandir o conhecimento obtido por meio da investigação, aplicando-o na resolução de situações de seu cotidiano. Ensinar o conteúdo de maneira contextualizada permite ao aluno ser sujeito ativo de seu conhecimento, além de uma compreensão mais concreta e ampla a respeito do mesmo. De acordo com Kato & Kawasaki (2011), é a contextualização do ensino que torna possível a aproximação do conteúdo formal com o conteúdo informal (aquele que é trazido pelo aluno), possibilitando assim que este último tenha significado e desperte o interesse do aluno.

6. CONCLUSÃO

A aplicação desta sequência didática se tornou uma ferramenta interessante para se discutir sobre Fisiologia Humana com os estudantes. Por se tratar de um tema complexo e geralmente trabalhado de maneira teórica, a abordagem baseada na termorregulação permitiu não apenas a construção de conhecimentos científicos sobre este assunto, mas também a aproximação do aluno com o estudo do corpo humano.

Assim, foi possível aos alunos construir conhecimentos que lhes propiciassem compreender o mundo vivo e até mesmo tomar decisões no dia a dia.

A maneira como a sequência foi construída possibilitou visualizar as concepções iniciais dos estudantes e também discutir um pouco sobre o método científico e a natureza da ciência, desmistificando a concepção que muitos deles possuem a respeito da pesquisa científica, como algo distante de sua realidade. Os discentes, ao longo do trabalho, conseguiram entender a importância das principais etapas de uma pesquisa científica: observação, elaboração de um problema ou questionamento, construção de hipóteses e coleta de dados. É importante salientar que, a partir da discussão de um conceito que a maioria dos alunos não conhecia, foi possível desenvolver um experimento no qual os mesmos puderam exercer o pensamento científico.

Com relação à aplicação experimental, verificou-se que os resultados refletiam os princípios fisiológicos da termorregulação. Porém, ressalta-se a importância de uma orientação adequada aos estudantes quanto à realização das aferições e à obtenção de resultados confiáveis e também mais significativos. Estas orientações e outras sugestões alternativas para utilização da SD são apresentadas no apêndice E – Roteiro de aplicação da sequência didática para o professor.

Tendo-se em vista a adesão dos alunos à pesquisa e sua participação, ainda que no contraturno e durante diferentes etapas escolares (segundo e terceiro anos do Ensino Médio), conclui-se que a proposta foi instigante e diferenciada, o que permitiu maior aproximação dos mesmos com a disciplina de Biologia. Este engajamento foi fundamental para a manutenção dos estudantes intelectualmente ativos, e isto possivelmente ocorreu pelo fato de o problema a ser investigado ter sido potencialmente significativo para eles.

Por meio da abordagem investigativa, os conhecimentos científicos e conteúdos escolares foram associados às experiências prévias dos estudantes. Isto viabilizou a aprendizagem de conteúdos conceituais e atitudinais sobre termorregulação, além do desenvolvimento de habilidades relacionadas a uma construção ativa do conhecimento científico (como a argumentação), levando-se em consideração os saberes iniciais e as evidências por eles coletadas.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, Maria Camila. **Vias efetoras no controle da termogênese e termorregulação comportamental: participação do Locus Coeruleus e núcleo hipotalâmico dorsomedial**. 2006. Tese (Doutorado em Fisiologia) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto, 2006.
- ASCHOFF, Jürgen. Circadian control of body temperature. **Journal of Thermal Biology**. v. 8, p. 143–147, 1983.
- AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: Carvalho, P. M. A. (org.). *Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática* São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.
- BANGSBO J; et al. The Yo-Yo intermittent recovery test: a useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. **Sports Medicine**, v. 38, n. 1, p. 37-51, 2008.
- BARRETO, L.M; MARQUES, N. O tempo dentro da vida, além da vida dentro do tempo. *Ciência e Cultura*, São Paulo, v. 54, n. 2, 2002. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/>. Acesso em: 24 de abril 2020.
- BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de Ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, SC, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.
- BRASIL, Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+). *Ciências da Natureza e Matemática e suas tecnologias*. Brasília: MEC, 2006.
- BRASIL/MEC. *Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC, 2000.
- BORDA Carulla, S. *Tools for Enhancing Inquiry in Science Education*. Montrouge, France: Fibonacci Project. 2012.
- BOWEN, G. M.; ROTH, W. M. Graph interpretation practices of science and education majors, **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**, v. 3, n. 4, p. 499-512, 2010.
- BURTON, A. C. Temperature regulation. **Annual Review of Physiology**, p. 109-130, 1939.
- CARDOSO, M. J. C.; SCARPA, D. L. Diagnóstico de elementos de ensino de ciências por investigação (DEEnCI): uma ferramenta de análise de propostas de ensino investigativas. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, RBPEC**, v. 18, n. 3, p. 1025-1059, 2018.
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (org.). *Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática*. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

- CARVALHO, I. N., NUNES-NETO, N. F., EL-HANI, C. N. Como selecionar conteúdos de Biologia para o Ensino Médio?. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 1, p. 67-100, 2011.
- CARVALHO, T.; SAMPAIO, L. Hidratação e Nutrição no Esporte. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 16, n. 2, 2010.
- CECON, E; FLORES, D. E. de F. L. Regulação da expressão gênica nas engrenagens do relógio circadiano de mamíferos. **Revista da Biologia**, São Paulo, v. 4, 2010.
- COIMBRA, Cândido Celso; SOARES, Danusa Dias. Controle da temperatura. In: PITHON-CURI, Tania Cristina et al. (Orgs.). *Fisiologia do Exercício*. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan, 2013.
- CRÉPON, P. *O ritmo biológico da criança – do recém-nascido ao adolescente*. Lisboa: Editora Verbo, 1985.
- DAZA-PÉREZ, E. P.; EL-HANI, C. N. A importância de um ensino integrado e explícito sobre termorregulação em animais. Anais X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Águas de Lindoia-SP, 2015.
- FERNANDES DA SILVA, P. M. A. N. Análise das interferências da iluminação artificial no ritmo circadiano humano: O aspecto subjetivo da luz. **Revista Eletrônica IPOG Especialize Online**, Goiânia, v.7, 2014.
- FIALHO, E. T.; OST, P. R.; OLIVEIRA, V. Interações ambiente e nutrição – estratégias nutricionais para ambientes quentes e seus efeitos sobre o desempenho e características de carcaça de suínos. In: II Conferência Internacional Virtual sobre qualidade de carne suína, Concórdia-SC, 2001.
- GLAZER, N. Challenges with graph interpretation: a review of the literature. **Studies in Science Education**. V. 47, n. 2, p. 183-210, 2001.
- GOMES, L. H. L. S.; CARNEIRO-JÚNIOR, M. A.; MARINS, J. C. B. Respostas termorregulatórias de crianças no exercício em ambiente de calor. **Revista Paulista de Pediatria**, v. 31, n. 1, p. 104-110, 2013.
- KATO, D. S.; KAWASAKI, C. S. As concepções de contextualização do ensino em documentos curriculares oficiais e de professores de Ciências. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 1, p.35-50, 2011.
- KRASILCHIK, Myriam. *Prática de ensino de biologia*. 4. ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2004.
- LEÃO, Denise Maria Maciel. Paradigmas Contemporâneos de Educação: Escola Tradicional e Escola Construtivista. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, n. 107, p. 187-206, 1999 .
- LEMOS, Evelyse dos Santos. A aprendizagem significativa: estratégias facilitadoras e avaliação. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 1, n.1, p. 25-35, 2011.

MACHADO, F. S. M.; ZHANG, Zhi; SU, Yan; DE GOEDE, Paul; JANSEN, Remi; FOPPEN, Ewout; COIMBRA, C. C.; KALSBECK, Andries. Time-of-Day Effects on Metabolic and Clock-Related Adjustments to Cold. **Frontiers in Endocrinology**. 9:199. 2018.

MARQUES, N.; MENNA-BARRETO L. *Cronobiologia: princípios e aplicações*. São Paulo: Edusp, 1999.

MARQUES, M. D.; GOLOMBEK, D.; MORENO, C. Adaptação Temporal. In: Marques, N. e Menna-Barreto, L. (orgs.). *Cronobiologia: princípios e aplicações*. S. P. Fiocruz e Edusp, pp. 45-84, 1999.

MARTINS, Liziane. **Abordagens da saúde e livros didáticos de Biologia: análise crítica e proposta de mudança**. 2017. Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2017.

MEGLHIORATTI, F. A.; BRANDO, F. R.; ANDRADE, M. A. B. S.; CALDEIRA, A. M. A. A integração conceitual no Ensino de Biologia: uma proposta hierárquica de organização do conhecimento biológico. In: CALDEIRA, A. M. A.; ARAUJO, E. S. N. N. (orgs). **Introdução à Didática da Biologia**. São Paulo: Escrituras, p. 189-205, 2009.

MELO-MARINS D.; SOUSA-SILVA A. A.; SILAMI-GARCIA, E.; LAITANO, O. Termorregulação e equilíbrio hídrico no exercício físico: aspectos atuais e recomendações. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, Taguatinga-DF, v. 25, n. 3, p. 170-181, 2017.

MINATI, A.; SANTANA, M. G.; MELLO, M. T. A influência dos ritmos circadianos no desempenho físico. **Revista brasileira de Ciência e Movimento**, v. 14, n. 1, p. 75-86, 2006.

MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006.

MORRISON, S. F. Central neural control of thermoregulation and brown adipose tissue. **Autonomic Neuroscience: basic & clinical**, v. 196, p. 14-24, 2016.

NAKAMURA, K.; MORRISON, S. F. Central efferent pathways for cold-defensive and febrile shivering. **The Journal of Physiology**, v. 589, n. 14, p. 3641-58, 2011.

OLIVEIRA, Maria Marly. Sequência didática interativa no processo de formação de professores. Petrópolis, RJ: Vozes, 2013.

PERRONE, Claudia Altmayer; MEYER, Flavia. Avaliação do estado hidroeletrólítico de crianças praticantes de exercício físico e recomendação de hidratação. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, Porto Alegre, v. 33, n. 3, p. 773-786, 2011.

PITTENDRIGH, C. S. Temporal organization: reflections of a Darwinian clock-watcher. **Annual Review of Physiology**, v. 55, p. 16-54, 1993.

POUGH, H. The advantages of ectothermy for tetrapodes. **The American Naturalist**. v. 115, n. 1, p. 92 -112, 1980.

PÓVOAS, S. C. A. et al. Reliability and validity of Yo-Yo tests in 9-16-year-old football players and matched non-sports active schoolboys, **European Journal of Sport Science**, v. 16, n. 7, p. 755-763, 2016.

QUILES, C. L. **Iluminação artificial: efeito do fotoperíodo e do espectro de cor sobre os ritmos biológicos e o metabolismo**. 2017. Dissertação (mestrado) - Faculdade de Medicina, UFRGS, Porto Alegre, 2017.

RAIDER, Leandro. Potência aeróbia em diferentes estágios de maturação de jovens jogadores de futebol das categorias infantil e juvenil. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício**; v. 14, n. 4, p. 188-93, 2016.

REFINETTI, Roberto; MENAKER, Michael. The circadian rhythm of body temperature. **Physiology & Behavior**. V. 51, p. 613–637, 1992.

REZENDE, Leonardo Mateus Teixeira. **Estudo comparativo da termorregulação durante o repouso e exercício físico em dois modelos experimentais: Wistar versus Wistar Kyoto**. 2016. Dissertação (mestrado em Educação Física) – Departamento de Educação Física, UFV, Viçosa, 2016.

RODRIGUES, L. O. C.; GARCIA, E. S.; SOARES D. D. Fisiologia da termorregulação: conceitos básicos. In: SAMULSKI D. M. **Novos conceitos em treinamento esportivo**. Brasília, 1999, p. 7-25, 1999.

ROSSI, L.; REIS, V. A. B.; AZEVEDO, C. O. E. Desidratação e recomendações para a reposição hídrica em crianças fisicamente ativas. **Revista Paulista de Pediatria** v. 28, n. 3, p. 337-345, 2010.

ROTH, W. M. Undoing decontextualization or how scientists come to understand their own data/graphs. **Science Education**, v. 97, n. 1, 80-112, 2013.

ROWLAND, T. Thermoregulation during exercise in the heat in children: old concepts revisited. **Journal Applied Physiology**. v.105, p. 718–724, 2008.

SCARPA, D. L.; SILVA, M. B. A Biologia e o ensino de Ciências por investigação: dificuldades e possibilidades. In: Carvalho, A. M. P. (org.). *Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO DE MINAS GERAIS. Conteúdo Básico Comum – Biologia: Educação Básica - Ensino Médio. Minas Gerais, 2005.

SEEBACHER, F.; CRAIG, E. F. Physiological mechanisms of thermoregulation in reptiles: a review. **Journal of Comparative Physiology B-Biochemical Systemic and Environmental Physiology**. v. 175, p. 533- 541, 2005.

STEVENSON, R. The Relative Importance of Behavioral and Physiological Adjustments Controlling Body Temperature in Terrestrial Ectotherms. **The American Naturalist**. V, v. 126, n. 3, p. 362-386, 1985.

TACHINARDI, Patrícia. Efeitos das variações de temperatura ambiental em ritmos circadianos. **Revista da Biologia**, São Paulo, v.9, n. 3, p. 13–18, 2012.

TACHINARDI, Patrícia. **Ritmo circadiano de temperatura corporal no tuco-tuco (*Ctenomys aff. knighti*), um roedor subterrâneo sul-americano**. 2012. Dissertação (mestrado em Fisiologia Geral) – Departamento de Fisiologia Geral do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, 2012.

TAVARES, Romero. Aprendizagem significativa. João Pessoa: Revista Conceitos, junho de 2004, p. 55, 10. Disponível em: <http://www.fisica.ufpb.br/~romero/pdf/2004AprendizagemSignificativaConceitos.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2020.

TRIVELATO, Sílvia L. Frateschi; TONIDANDEL, Sandra M. Rudella. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de Biologia. **Ens. Pesqui. Educ. Ciênc. (Belo Horizonte)**, Belo Horizonte , v. 17, n. spe, p. 97-114, Nov. 2015.

WATSON, F. R. Student's discussions in practical scientific inquiries. **International Journal Science education**. January, v. 26. n. 1, p. 25-45, 2004.

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

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. As atividades de investigação no Ensino de Ciências na perspectiva da teoria da Aprendizagem Significativa. **Revista Electrónica de Investigación em Educación em Ciencias**, Buenos Aires, v. 5, n. 2, p. 12-19, 2010.

ZÔMPERO, Andreia Freitas; LABURU, Carlos Eduardo. Atividades investigativas no ensino de Ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, Belo Horizonte, v. 13, n. 3, p. 67-80, 2011.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Implementação de atividades investigativas na disciplina de Ciências em escola pública: uma experiência didática. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 17, n. 3, p. 675-684, 2012.

**APÊNDICE A — QUESTIONÁRIO PRÉ-TESTE PARA DETECÇÃO DE
CONHECIMENTOS PRÉVIOS**

1. O que são ritmos biológicos? E ritmos circadianos?
2. O que é termorregulação?
3. Como pode ocorrer a transferência de calor?
4. O que é zona termoneutra?
5. Cite mecanismos comportamentais de termorregulação.
6. Qual é o centro de controle autonômico da temperatura corporal? Dê exemplos de mecanismos centrais de termorregulação.
7. Que terminologia é utilizada para classificar os animais em relação às suas características térmicas, e qual é o significado de cada termo?
8. Como os seres vivos podem ser classificados, com relação à tolerância à temperatura?
9. Explique os fatores da morte por calor.
10. Animais de pequeno porte geralmente não atingem temperaturas corporais muito diferentes da temperatura ambiente. Por quê?
11. Os répteis necessitam de uma fonte externa de calor, para que possam ajustar sua temperatura corporal. O que estes animais podem fazer para que possam absorver maior quantidade de energia radiante?
12. O que é hibernação?

APÊNDICE B — GABARITO UTILIZADO PARA A CORREÇÃO DO QUESTIONÁRIO PRÉ-TESTE

1. O que são ritmos biológicos? E ritmos circadianos?

Ritmos biológicos são funções ou atividades biológicas que se repetem periodicamente, de forma cíclica. Eles podem ter sincronização com os ciclos da natureza.

2. O que é termorregulação?

A termorregulação corresponde à capacidade de um organismo vivo regular sua temperatura corpórea e mantê-la dentro de certos limites, mesmo quando a temperatura ambiente é diferente, visando o equilíbrio entre a produção e perda de energia térmica.

3. Como pode ocorrer a transferência de calor?

Os mecanismos de transferência de calor são: a evaporação, a radiação, a convecção e a condução.

4. O que é zona termoneutra?

É denominada zona termoneutra o intervalo de temperatura ambiente em que a taxa metabólica e a produção de calor são mínimas, sendo a homeotermia mantida com pequeno gasto energético.

5. Cite mecanismos comportamentais de termorregulação.

São exemplos de mecanismos comportamentais de termorregulação a utilização de vestimentas, a realização de atividades físicas, a ingestão de líquido (água), a construção de abrigos e o agrupamento.

6. Qual é o centro de controle autonômico da temperatura corporal? Dê exemplos de mecanismos centrais de termorregulação.

O centro de controle da temperatura corporal é o hipotálamo. Dentre os exemplos de mecanismos centrais de termorregulação, podem ser citados a vasoconstrição cutânea, a termogênese sem tremor, a termogênese por tremor, a vasodilatação cutânea, a sudorese e a salivação.

7. Que terminologia é utilizada para classificar os animais em relação às suas características térmicas, e qual é o significado de cada termo?

- Animais endotérmicos: utilizam o calor advindo do metabolismo, gerado internamente, para manter sua temperatura corporal. Sua temperatura corporal tende a se manter estável, independentemente das alterações ambientais.

- Animais ectotérmicos: são aqueles que dependem principalmente de fontes externas de calor para manter sua temperatura corporal dentro de uma faixa ideal. Sua temperatura corporal muda de acordo com a temperatura do ambiente.

8. Como os seres vivos podem ser classificados, com relação à tolerância à temperatura?

- Seres termosensíveis: são aqueles que possuem estreita tolerância com relação às variações de temperatura.

- Seres termotolerantes: são aqueles que possuem ampla tolerância com relação às variações de temperatura.

9. Explique os fatores da morte por calor.

O excesso de calor leva à perda de função das proteínas (desnaturação proteica). Isto pode exercer efeito sobre as interações entre as proteínas de membrana, assim como sobre a velocidade de inativação térmica das enzimas. Muito calor pode também ocasionar baixo suprimento de gás oxigênio, morte cerebral, formação de coágulos, redução da pressão arterial ou aumento da frequência cardíaca.

10. Animais de pequeno porte geralmente não atingem temperaturas corporais muito diferentes da temperatura ambiente. Por quê?

Animais de pequeno porte tendem a perder calor de forma mais rápida devido à razão área superficial/volume ser elevada (alta condutância térmica). Logo, sua taxa metabólica é maior e conseqüentemente o consumo de oxigênio também.

11. Os répteis necessitam de uma fonte externa de calor, para que possam ajustar sua temperatura corporal. O que estes animais podem fazer para que possam absorver maior quantidade de energia radiante?

Visando a captação de energia solar e acelerar o metabolismo, os répteis mudam sua posição em relação ao sol. Desta maneira, conseguem aumentar a atividade muscular para gerar calor interno.

12. O que é hibernação?

A hibernação corresponde à capacidade que alguns animais homeotérmicos possuem de reduzir seu metabolismo e permanecer por um longo período de dormência, mediante condições desfavoráveis do meio ambiente ou quando a quantidade de alimentos disponíveis é pequena. Neste período a temperatura corporal, a frequência cardíaca e a taxa metabólica ficam reduzidas drasticamente, visando a conservação de energia.

**APÊNDICE C — REGISTROS DO PRIMEIRO DIA DE AFERIÇÃO DE
TEMPERATURA CORPORAL**

Grupo A – Ambiente quente

	Pré-exposição		Pós-exposição	
	Temperatura frontal (°C)	Temperatura auricular (°C)	Temperatura frontal (°C)	Temperatura auricular (°C)
Indivíduo 1	36,8	37,2	37	37,1
Indivíduo 2	36,7	36,8	36,1	36,7
Indivíduo 3	36,7	36,2	36,1	36,7
Indivíduo 4	37	36,6	37,3	36,5
Indivíduo 5	35,9	36,4	36,6	36,7
Indivíduo 6	35,9	36,3	36,6	36,7
Indivíduo 7	36,5	37	36,1	36,8
Indivíduo 8	36,3	37	36,6	37,3
Indivíduo 9	36,6	36,7	37,1	36,9
Indivíduo 10	36,7	36,7	37,3	36,6

Tabela 3 – Situação experimental: roupas adequadas para dias frios

	Pré-exposição		Pós-exposição	
	Temperatura frontal (°C)	Temperatura auricular (°C)	Temperatura frontal (°C)	Temperatura auricular (°C)
Indivíduo 1	36,8	36,6	36,9	37,5
Indivíduo 2	36,6	36,6	36,3	36,8
Indivíduo 3	36,7	36	36,7	36,8
Indivíduo 4	37,8	36,7	37,1	37,3
Indivíduo 5	37	36,7	36,9	36,8
Indivíduo 6	36,6	36,2	37,7	36,9
Indivíduo 7	36,9	36,7	37	36,9
Indivíduo 8	36	36,4	35,5	36,7
Indivíduo 9	36,9	36,8	36,4	36,9
Indivíduo 10	37,4	36,6	36,7	37,8

Tabela 4 – Situação experimental: roupas adequadas para dias quentes

Grupo B – Abrigo

	Pré-exposição		Pós-exposição	
	Temperatura frontal (°C)	Temperatura auricular (°C)	Temperatura frontal (°C)	Temperatura auricular (°C)
Indivíduo 11	36,1	36,8	36,2	36,8
Indivíduo 12	36,1	36,8	36,5	36,6
Indivíduo 13	36,1	36,2	36,4	36,8
Indivíduo 14	36,7	36,7	36,6	36,4
Indivíduo 15	36,5	36,7	36,6	36,5
Indivíduo 16	36,6	35,9	36,4	36,4
Indivíduo 17	36,1	36	35,8	36,5
Indivíduo 18	36,8	36,4	36,5	36,8
Indivíduo 19	36,3	37,1	36,2	36,8
Indivíduo 20	36,8	36,9	36,5	36,3

Tabela 5 – Situação experimental: roupas adequadas para dias frios

	Pré-exposição		Pós-exposição	
	Temperatura frontal (°C)	Temperatura auricular (°C)	Temperatura frontal (°C)	Temperatura auricular (°C)
Indivíduo 11	36,3	36,7	36,5	36,9
Indivíduo 12	36,8	37,4	36,7	37,1
Indivíduo 13	36,8	36,8	36,9	36,7
Indivíduo 14	36,7	36,6	36,6	36,4
Indivíduo 15	36,9	36,8	36,9	36,9
Indivíduo 16	36,8	37,4	36,7	37,1
Indivíduo 17	36,3	36,7	36,1	37,1
Indivíduo 18	37	36,9	36,9	36,6
Indivíduo 19	36,7	37,4	37,1	37,5
Indivíduo 20	36,7	36,8	37,1	36,9

Tabela 6 – Situação experimental: roupas adequadas para dias quentes

**APÊNDICE D — REGISTROS DO SEGUNDO DIA DE AFERIÇÃO DE
TEMPERATURA CORPORAL**

Grupo A – Abrigo

	Pré-exposição		Pós-exposição	
	Temperatura frontal (°C)	Temperatura auricular (°C)	Temperatura frontal (°C)	Temperatura auricular (°C)
Indivíduo 1	36,4	36,4	36,5	36,7
Indivíduo 2	35,7	36,2	36,3	36,6
Indivíduo 3	36,3	36,2	36,3	36,4
Indivíduo 4	36,3	36,5	36,3	35,8
Indivíduo 5	36,3	36,3	36,7	36,2
Indivíduo 6	36	36,3	36	36,7
Indivíduo 7	36,4	36,4	36,3	36,6
Indivíduo 8	35,5	36,4	36,3	36,6
Indivíduo 9	36,2	36,3	36	36,6
Indivíduo 10	36,8	36,3	36,6	36,4

Tabela 7 – Situação experimental: roupas adequadas para dias frios

	Pré-exposição		Pós-exposição	
	Temperatura frontal (°C)	Temperatura auricular (°C)	Temperatura frontal (°C)	Temperatura auricular (°C)
Indivíduo 1	36,5	35,8	36,9	36,6
Indivíduo 2	36,5	36,6	36,6	36,1
Indivíduo 3	36,3	36,6	36,1	36,4
Indivíduo 4	36,6	36,7	36,8	36,6
Indivíduo 5	36,7	36,7	36,1	36,6
Indivíduo 6	36,2	36,7	36,3	36,2
Indivíduo 7	36,7	36,4	36,4	36,6
Indivíduo 8	35,9	36,6	36,5	35,8
Indivíduo 9	36,3	36,4	36,2	36,3
Indivíduo 10	36,8	36,4	36,1	36,7

Tabela 8 – Situação experimental: roupas adequadas para dias quentes

Grupo B – Ambiente quente

	Pré-exposição		Pós-exposição	
	Temperatura frontal (°C)	Temperatura auricular (°C)	Temperatura frontal (°C)	Temperatura auricular (°C)
Indivíduo 11	36,3	36,6	36,8	36,9
Indivíduo 12	37,1	36,8	36,8	37,1
Indivíduo 13	36,3	36,5	36,8	36,7
Indivíduo 14	36,5	36,6	37,7	36,7
Indivíduo 15	36,7	36,7	37,1	36,9
Indivíduo 16	37	36,7	37,8	36,7
Indivíduo 17	36,3	37,2	36,8	37,5
Indivíduo 18	36,7	36,9	38,5	37,2
Indivíduo 19	36,3	37,3	37,3	37,6
Indivíduo 20	36,3	36,4	37,3	36,7

Tabela 9 – Situação experimental: roupas adequadas para dias frios

	Pré-exposição		Pós-exposição	
	Temperatura frontal (°C)	Temperatura auricular (°C)	Temperatura frontal (°C)	Temperatura auricular (°C)
Indivíduo 11	36,7	36,9	35,9	36,5
Indivíduo 12	36,7	36,6	35,8	36,8
Indivíduo 13	36,7	36,7	36,7	36,8
Indivíduo 14	36,9	36,6	36,5	36,7
Indivíduo 15	37,1	36,8	36,6	36,7
Indivíduo 16	36	36,7	35,9	36,8
Indivíduo 17	37,1	36,7	36,5	37,1
Indivíduo 18	37,4	36,9	37,3	37,2
Indivíduo 19	36,3	37,2	36,8	37,6
Indivíduo 20	36,5	37,2	37,2	36,7

Tabela 10 – Situação experimental: roupas adequadas para dias quentes

APÊNDICE E — QUESTIONÁRIO FINAL (PÓS-TESTE) PARA VERIFICAÇÃO DE APRENDIZAGEM DOS ESTUDANTES

1. (ENEM – 2009) Para que todos os órgãos do corpo humano funcionem em boas condições, é necessário que a temperatura do corpo fique sempre entre 36 °C e 37 °C. Para manter-se dentro dessa faixa, em dias de muito calor ou durante intensos exercícios físicos, uma série de mecanismos fisiológicos é acionada.

Pode-se citar como o principal responsável pela manutenção da temperatura corporal humana o sistema:

A) Digestório, pois produz enzimas que atuam na quebra de alimentos calóricos.

B) Imunológico, pois suas células agem no sangue, diminuindo a condução do calor.

C) Nervoso, pois promove a sudorese, que permite perda de calor por meio da evaporação da água.

D) Reprodutor, pois secreta hormônios que alteram a temperatura, principalmente durante a menopausa.

E) Endócrino, pois fabrica anticorpos que, por sua vez, atuam na variação do diâmetro dos vasos periféricos.

2. (PUC-RJ – 2008) A água, por ter um alto calor específico, é um elemento importante para a regulação da temperatura corporal em todos os chamados animais de sangue quente. A quantidade de água necessária para a manutenção da estabilidade da temperatura corporal varia, basicamente, em função de dois processos: a sudorese e a produção de urina. Assinale a opção que aponta corretamente como funciona esse controle.

A) Quando há aumento da temperatura ambiente o indivíduo produz menor quantidade de suor e menor quantidade de urina.

B) Quando há aumento da temperatura ambiente, o indivíduo produz maior quantidade de suor e maior quantidade de urina.

C) Quando há diminuição da temperatura ambiente, o indivíduo produz menor quantidade de suor e maior quantidade de urina.

D) Quando há diminuição da temperatura ambiente, o indivíduo produz maior quantidade de suor e menor quantidade de urina.

E) Quando há diminuição da temperatura ambiente, o indivíduo produz maior quantidade de suor e maior quantidade de urina.

3. Considere as afirmações a seguir:

I. O ser humano é classificado como um animal ectotérmico, visto que a principal forma de manter sua temperatura corporal se dá pelo calor gerado pelo metabolismo do organismo.

II. Em dias frios, os vasos sanguíneos na pele se contraem, o que diminui a perda de calor, mantendo o corpo aquecido.

III. Termorregulação corresponde à capacidade que um organismo tem de manter a temperatura corporal dentro de certos limites, sendo esta regulação exercida graças à produção e liberação de calor.

IV. Quando a temperatura do ambiente é superior à da pele, o corpo perde calor, tanto por radiação como por condução. Nessas circunstâncias, um dos meios de o corpo perder calor é a evaporação.

É verdadeiro o que se afirma em:

A) I, II e III.

- B) II, III e IV.
C) II e III.
 D) III e IV.
 E) I, II, III e IV.

Analise os gráficos 1 e 2 (abaixo), contendo os valores de temperatura interna e frontal aferidos nos estudantes do 3º ano 23, para responder à questão 4:

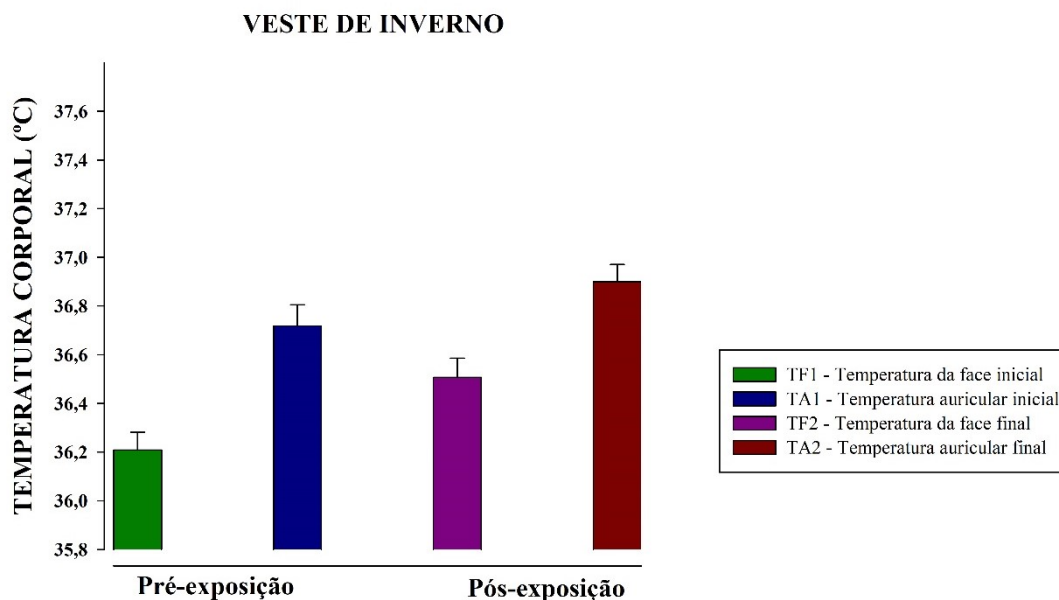


Gráfico 1 - Temperatura média basal e final de estudantes vestidos com roupas apropriadas para dias frios

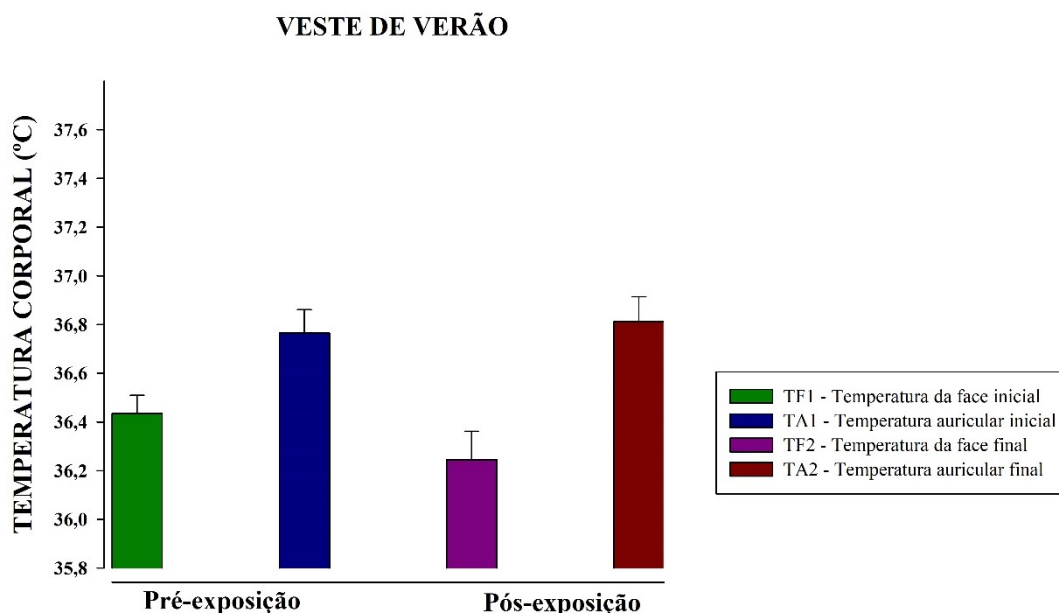


Gráfico 2 – Temperatura média basal e final de estudantes vestidos com roupas apropriadas para dias quentes

4. De acordo com os gráficos 1 e 2, é correto afirmar, exceto:
 A) A temperatura frontal aumentou com a utilização de roupas de inverno.

B) A temperatura auricular dos estudantes que utilizavam vestimenta de verão se manteve praticamente constante.

C) A temperatura basal aferida na face, de todos os indivíduos que utilizavam vestimentas de inverno, era de aproximadamente 36,2 °C.

D) No grupo de alunos que vestiam roupas comumente utilizadas em dias quentes, pode-se notar uma queda de aproximadamente 0,2 °C nos valores de temperatura frontal.

Analise os gráficos 3 e 4 (abaixo), contendo os valores de temperatura interna e frontal aferidos nos estudantes do 3º ano 23, para responder à questão 5:

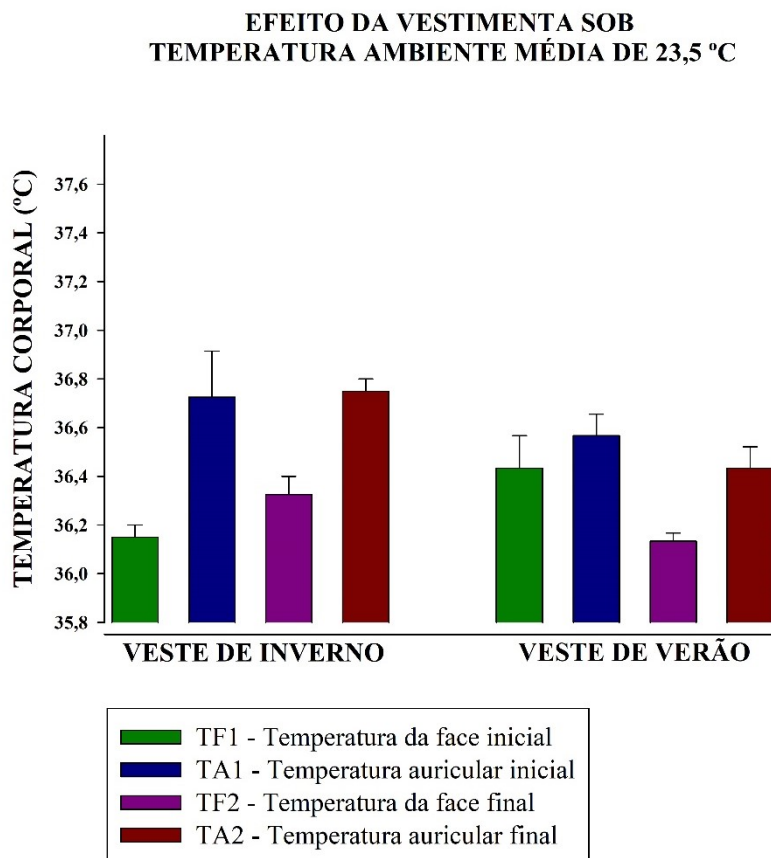


Gráfico 3 – Comparação entre valor médio de temperatura corporal de participantes expostos a ambiente termoneutro utilizando diferentes tipos de vestimentas

**EFEITO DA VESTIMENTA SOB
TEMPERATURA AMBIENTE MÉDIA DE 26,2 °C**

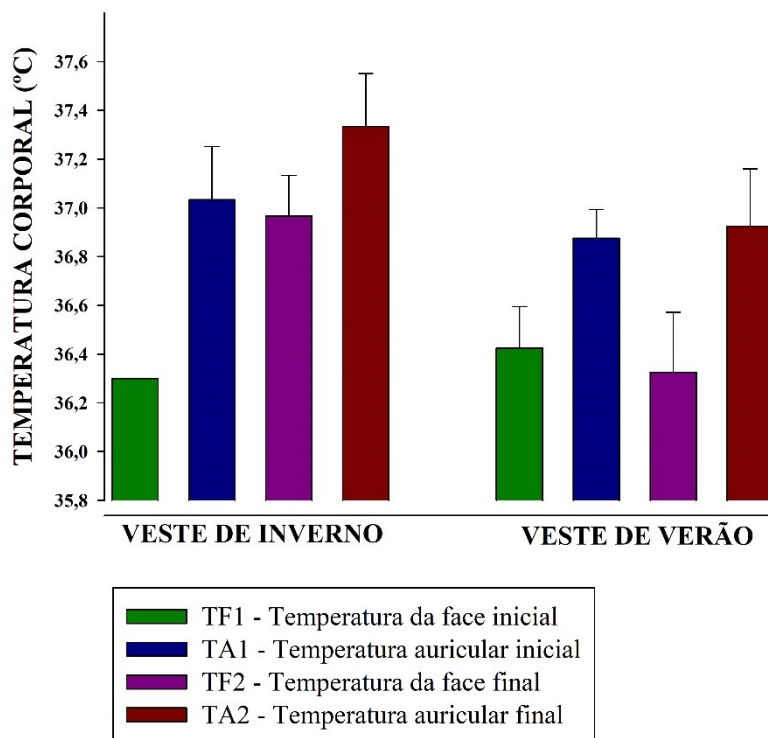


Gráfico 4 – Comparação entre valor médio de temperatura corporal de participantes expostos a ambiente quente utilizando diferentes tipos de vestimentas

5. De acordo com os gráficos 3 e 4, é incorreto afirmar que:

A) Nos estudantes que trajavam vestimentas de inverno em ambiente frio (média de 23,5 °C), a temperatura da face apresentou menor variação do que naqueles que trajavam roupas de verão.

B) A temperatura final dos indivíduos vestidos com roupa de verão em ambiente relativamente quente (média de 26,2 °C) foi menor do que daqueles que estavam com veste de inverno sob as mesmas condições.

C) Em ambas as situações (23,5 °C e 26,2 °C), o uso da veste de verão causou diminuição nos valores de temperatura da face.

D) No gráfico 3, a utilização de roupas de frio não apresentou nenhum efeito sobre a temperatura corporal, já que os valores inicial e final foram praticamente idênticos.

6. Qual é a importância para o seu dia a dia, dos conhecimentos construídos neste trabalho, sobre regulação de temperatura corporal em humanos?

**APÊNDICE F — ROTEIRO DE APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA
PARA O PROFESSOR**

Aula 1
Duração da atividade: 50 minutos
Componente curricular envolvido: Biologia
<p>Descrição:</p> <p>A primeira aula se refere à apresentação da proposta da sequência didática à turma e à explicação das condições de participação na mesma pelo professor.</p>
<p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Conhecer a sequência didática; - Apresentar os termos de assentimento livre e esclarecido (TALE) para maiores de 18 anos e de consentimento livre e esclarecido (TCLE) para menores de 18 anos.
<p>Metodologia:</p> <p>O professor deverá apresentar à turma o objetivo da execução desta sequência didática (ou deste trabalho), como complemento ao estudo de Fisiologia Geral e Humana. Será importante também explicar aos estudantes a importância dos termos (TALE e TCLE), para que a atividade docente esteja resguardada e realizar a leitura dos mesmos coletivamente. Além disso, o docente deverá esclarecer à turma as etapas principais do trabalho, como também combinar com os alunos os horários de atividades contraturno e a organização dos grupos de trabalho para o desenvolvimento do trabalho.</p>
<p>Recursos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Notebook e TV para apresentação das etapas do trabalho (opcional); - Folha tamanho A4 para impressão dos termos ou autorizações.
<p>Orientações:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Os documentos TALE e TCLE podem ser substituídos por uma autorização de participação enviada para os responsáveis legais do estudante. - É importante o professor conscientizar os alunos sobre a importância do trabalho em grupo e do cumprimento dos prazos e etapas inerentes à sequência didática.
Aula 2
Duração da atividade: 50 minutos

Componente curricular envolvido: Biologia
Descrição: A segunda aula visa diagnosticar o que a turma sabe sobre o tema a ser trabalhado, realizar uma breve discussão e aplicar o questionário pré-teste.
Objetivos: <ul style="list-style-type: none">- Estimular o interesse dos alunos sobre o tópico a ser investigado;- Diagnosticar e sondar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre termorregulação;- Induzir a exposição das concepções alternativas dos alunos e provocar a discussão a respeito do tema;- Realizar a aplicação do questionário pré-teste, visando detectar se cada estudante já possui conceitos ou noções construídas sobre termorregulação.
Metodologia: O professor deverá iniciar a aula lançando perguntas norteadoras que possam incentivar a reflexão e o interesse dos discentes acerca do tema de estudo. Será importante tentar promover a participação de toda a classe nesta atividade, de maneira que os alunos possam confrontar seus pontos de vista com os dos colegas. Posteriormente, os alunos deverão ser orientados sobre como ocorrerá a aplicação do questionário diagnóstico não avaliativo, assim como aos objetivos do mesmo.
Recursos: <ul style="list-style-type: none">- Lousa para a anotação das perguntas norteadoras ou das respostas dos alunos em forma de tempestade de ideias;- Folha tamanho A4 com o questionário diagnóstico impresso.
Orientações: <ul style="list-style-type: none">- O professor poderá tentar despertar o interesse dos estudantes por meio da exploração de fenômenos científicos ou cotidianos relacionados à termorregulação.- É importante registrar ou gravar as falas emitidas pela classe, para facilitar a análise das concepções alternativas.- Exemplos de perguntas norteadoras da discussão:<ol style="list-style-type: none">1) O que é termorregulação? Vocês já ouviram falar sobre isto?2) Qual é a temperatura do nosso corpo? Quando ficamos expostos ao calor ou ao frio, nosso corpo altera sua temperatura?

3) O que vocês entendem por ritmos biológicos? Que exemplos desses ritmos podem ser citados?

4) Vocês já ouviram falar sobre ritmos circadianos?

- Sugere-se a aplicação do questionário pré-teste na segunda metade da aula. Os alunos deverão responder ao mesmo individualmente, sem consulta a quaisquer fontes. Deverão ser comunicados sobre a possibilidade de não responderem àquilo que não sabem e que suas respostas não serão avaliadas quantitativamente (convertidas em pontos).

Competências e habilidades a serem verificadas e desenvolvidas na aula e questionário diagnósticos, segundo os documentos oficiais:

Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN e PCN+) – MEC:

- Descrever processos e características do ambiente ou de seres vivos, observados em microscópio ou a olho nu;
- Apresentar suposições e hipóteses acerca dos fenômenos biológicos em estudo;
- Expressar dúvidas, ideias e conclusões acerca dos fenômenos biológicos;
- Relacionar fenômenos, fatos, processos e ideias em Biologia, elaborando conceitos, identificando regularidades e diferenças, construindo generalizações;
- Relacionar os diversos conteúdos conceituais de Biologia (lógica interna) na compreensão de fenômenos;

Conteúdo Básico Comum (CBC) – Secretaria do Estado de Educação de Minas Gerais:

- Identificar regularidades em fenômenos e processos biológicos para construir generalizações, como perceber que a estabilidade de qualquer sistema vivo, seja um ecossistema, seja um organismo vivo, depende da perfeita interação entre seus componentes e processos;
- Compreender o corpo humano como um todo integrado, considerando seus níveis de organização: células, tecidos, órgãos e sistemas;
- Identificar características morfológicas e fisiológicas dos animais, tais como: alimentação, digestão, circulação, excreção e trocas gasosas, relacionando-as com o modo de vida terrestre ou aquático.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

BRASIL, Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+). Ciências da Natureza e Matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC, 2006.

BRASIL/MEC. Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2000.

CARDOSO, M. J. C.; SCARPA, D. L. Diagnóstico de elementos de ensino de ciências por investigação (DEEnCI): uma ferramenta de análise de propostas de ensino investigativas. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, RBPEC, v. 18, n. 3, p. 1025-1059, 2018.

SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO DE MINAS GERAIS. Conteúdo Básico Comum – Biologia: Educação Básica - Ensino Médio. Minas Gerais, 2005.

Aula 3
Duração da atividade: 50 minutos e extraclasse
Componente curricular envolvido: Biologia
<p>Descrição:</p> <p>A terceira aula está relacionada à contextualização do tema de pesquisa, problematização e levantamento de hipóteses.</p>
<p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fazer uma breve introdução ao tema; - Relacionar a termorregulação ao cotidiano da classe; - Induzir os alunos à investigação por meio da emissão de uma pergunta norteadora; - Incentivar os estudantes a levantarem hipóteses quanto à pergunta investigativa; - Discutir etapas do método científico.
<p>Metodologia:</p> <p>Durante um tempo aproximado de vinte minutos, o professor poderá fazer uma breve introdução ao tema (termorregulação), revisitando juntamente com a turma algumas perguntas do questionário diagnóstico e estimulando os alunos a refletirem sobre as mesmas. Deverá ser realizada uma problematização, onde alguns conceitos em termorregulação relacionados ao dia a dia do estudante possam ser colocados em evidência. O professor deverá conduzir a problematização e a discussão à definição de um problema ou questão de investigação: “Qual é a importância de sermos quentes?”. Em grupos, durante quinze minutos, os alunos deverão refletir e discutir a respeito da pergunta investigativa, desenvolvendo hipóteses que possam responder à mesma. Nos quinze minutos finais da aula, a turma deverá se reunir e o professor deverá induzir os alunos a refletirem sobre uma possível prática a ser desenvolvida entre eles que possa servir como validação de suas hipóteses, com o auxílio de um termômetro digital</p>

infravermelho (para limitar a investigação). Um esboço da prática poderá ser discutido ou até mesmo registrado na lousa. Cada grupo de alunos terá como tarefa se reunir fora do horário escolar para a definição de duas hipóteses e para a reflexão de previsões quanto à prática a ser desenvolvida pela turma.

Recursos:

- Notebook e TV para apresentação em slides com introdução ao tema (opcional);
- Lousa para a anotação da pergunta investigativa;
- Folha tamanho A4 para anotação das hipóteses pelos grupos.

Orientações:

- A apresentação em slides pode ser útil ao se realizar a introdução do tema e a projeção de algumas questões respondidas pela classe no questionário diagnóstico.
- É bom esclarecer que a questão de investigação deverá permitir aos alunos coletarem e analisarem dados que possam permitir a elaboração de explicações sobre o fenômeno científico em estudo.
- Durante o levantamento de hipóteses, será importante incentivar os grupos a tentarem desenvolver hipóteses que possam ser verificadas experimentalmente. Os grupos deverão também tentar justificar suas hipóteses, baseados em conhecimentos científicos, observações preliminares ou concepções prévias.
- Durante o planejamento da prática com a turma, os estudantes deverão ser instruídos e auxiliados pelo professor para delinearem a metodologia de trabalho discutindo, por exemplo, o controle de variáveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

CARDOSO, M. J. C.; SCARPA, D. L. Diagnóstico de elementos de ensino de ciências por investigação (DEEnCI): uma ferramenta de análise de propostas de ensino investigativas. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, RBPEC, v. 18, n. 3, p. 1025-1059, 2018.

Aulas 4 e 5

Duração da atividade: 2 aulas de 50 minutos e contraturno (2 encontros de 50 minutos)

Componente curricular envolvido: Biologia

Descrição:

A quarta e quinta aulas referem-se ao desenvolvimento da etapa prática, de aferição e registro de valores de temperatura corporal dos estudantes.

Objetivos:

- Discutir procedimentos científicos para a execução de uma atividade experimental;
- Desenvolver nos estudantes a autonomia e protagonismo durante o processo investigativo;
- Encorajar os alunos a trabalharem de forma colaborativa em grupo;
- Realizar uma construção conceitual e prática acerca do tema.

Metodologia:

Os estudantes deverão ser organizados pelo professor ou entre eles (a critério), de maneira que sejam separados em dois grupos: aqueles que terão sua temperatura corporal aferida e aqueles que realizarão o registro dos dados. Aqueles que terão sua temperatura corporal aferida deverão ser divididos pelo professor, respeitando os seguintes aspectos:

1. Ambiente quente:

- 1.1 Utilizando vestes de verão;
- 1.2 Utilizando vestes de inverno.

2. Abrigo:

- 2.1 Utilizando vestes de verão;
- 2.2 Utilizando vestes de inverno.

Os próprios colegas realizarão o registro dos valores de temperatura corporal por escrito e por meio de fotografias. A aferição de temperatura será pela testa e pelo canal auditivo. Deverá ser realizado um registro da temperatura basal (antes) e final (mínimo de 30 minutos após a exposição às condições acima explicitadas). O professor deverá realizar a medição e registro do valor de temperatura ambiente. Durante o tempo transcorrido em cada atividade prática, o professor deverá induzir a discussão de conceitos biológicos relacionados ao experimento e à termorregulação, favorecendo assim uma construção conceitual.

Recursos:

- Vestimentas adequadas para clima frio;
- Vestimentas adequadas para clima quente;
- Papel e caneta para realizar o registro de dados;
- Celular ou câmera digital para registro fotográfico;
- Termômetro digital infravermelho, com opção de aferição de temperatura no canal auditivo;

- Aplicativo *Termômetro* para execução no celular.

Orientações:

- Para o registro por escrito, é importante sugerir aos estudantes a construção de uma tabela ou quadro, de maneira que os dados fiquem melhor organizados.

- As fotografias têm como objetivo registrar o local onde os alunos estão e a vestimenta que está sendo utilizada por cada um deles.

- Os estudantes deverão ser orientados pelo professor quanto à padronização das vestimentas, ao manuseio do termômetro digital infravermelho, à limpeza do canal auditivo e à importância de se manterem em repouso durante o período de exposição.

- A utilização de roupas de inverno que permitem maior isolamento térmico pode contribuir para a obtenção de resultados mais relevantes.

- O registro da temperatura ambiente poderá ser feito com auxílio de aplicativos, como o *Termômetro* (disponível no Google Play, no link https://play.google.com/store/apps/details?id=com.tr.kavuntek.thermometer&hl=pt_BR).

- Dias ensolarados podem ser mais recomendáveis que dias nublados, para que sejam obtidos dados mais significativos.

- Quanto maior o tempo de exposição dos estudantes aos ambientes quente e abrigo, mais contundentes poderão ser os resultados.

- Durante as aulas, o professor deverá discutir com os grupos de alunos conceitos biológicos (fisiológicos, zoológicos, ecológicos) sobre termorregulação, tais como: febre, hipotermia, hipertermia, animais ectotérmicos/endotérmicos, animais homeotérmicos/pecilotérmicos, hibernação, adaptação, fluxo de energia, circulação sanguínea, mecanismos neurais de termorregulação, obtenção de energia, entre outros.

- É importante, a todo momento, o docente fomentar os estudantes a estabelecerem correlações entre os dados obtidos pela prática e as hipóteses por eles levantadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

CARDOSO, M. J. C.; SCARPA, D. L. Diagnóstico de elementos de ensino de ciências por investigação (DEEnCI): uma ferramenta de análise de propostas de ensino investigativas. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, RBPEC, v. 18, n. 3, p. 1025-1059, 2018.

Duração da atividade: 2 aulas de 50 minutos e contraturno (2 encontros de 50 minutos)
Componentes curriculares envolvidos: Biologia e Educação Física
<p>Descrição:</p> <p>A quarta e quinta aulas referem-se ao desenvolvimento da etapa prática, de aferição e registro de valores de temperatura corporal dos estudantes.</p>
<p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Discutir procedimentos científicos para a execução de uma atividade experimental; - Desenvolver nos estudantes a autonomia e protagonismo durante o processo investigativo; - Encorajar os alunos a trabalharem de forma colaborativa em grupo; - Proporcionar uma abordagem de caráter interdisciplinar; - Realizar uma construção conceitual e prática acerca do tema.
<p>Metodologia:</p> <p>Os estudantes deverão ser organizados pelo professor ou entre eles (a critério), de maneira que sejam separados em dois grupos: aqueles que terão sua temperatura corporal aferida e aqueles que realizarão o registro dos dados. Aqueles que terão sua temperatura corporal aferida deverão ser organizados, de maneira que tenham sua temperatura corporal aferida após a execução de atividade física, utilizando vestes de verão e vestes de inverno. Os próprios colegas realizarão o registro dos valores de temperatura corporal por escrito e por meio de fotografias. A aferição de temperatura será pela testa e pelo canal auditivo. Deverá ser realizado um registro da temperatura basal (antes) e final (após a atividade física). O professor deverá realizar a medição e registro do valor de temperatura ambiente. Durante o tempo transcorrido entre as atividades práticas, os professores deverão induzir a discussão de conceitos biológicos e de saúde relacionados ao experimento e à termorregulação, favorecendo assim uma construção conceitual.</p> <p>Para a realização da atividade física, os estudantes deverão medir e organizar o espaço da quadra, juntamente com os professores de Biologia e Educação Física. Para a análise do desempenho aeróbico dos alunos voluntários, deverá ser considerado o teste de aptidão física <i>Yo Yo Endurance Test</i> (BANGSBO, 2008). Para isto, poderá ser utilizado como ferramenta auxiliar o aplicativo “Yo Yo Test” (disponível no Google Play, através do link</p>

https://play.google.com/store/apps/details?id=rudy.android.yoyo&hl=pt_BR), o qual possui o protocolo do teste. Será necessário também uma caixa de som para a reprodução dos sinais sonoros e uma trena ou fita métrica para medir a distância entre os cones (no caso, entre os alunos participantes). Assim, os alunos terão a tarefa de correr de uma marca à outra, no menor tempo possível, em um espaço em linha reta na quadra de esportes da escola. O teste possui um ritmo progressivo, que aumenta à medida que são emitidos sinais sonoros. A participação na atividade física deverá ocorrer até que o indivíduo se sinta incapacitado de acompanhar o ritmo imposto pelo teste ou desista (RAIDER, et al., 2015). A escolha desta atividade se baseia no fato de o *Yo Yo Test* ser um teste que possibilitaria uma padronização quanto ao tipo e ao tempo da atividade física executada por todos os voluntários, para a aferição da temperatura corporal final.

Recursos:

- Vestimentas adequadas para clima frio;
- Vestimentas adequadas para clima quente;
- Papel e caneta para realizar o registro de dados;
- Celular ou câmera digital para registro fotográfico;
- Termômetro digital infravermelho, com opção de aferição de temperatura no canal auditivo;
- Aplicativo *Termômetro* para execução no celular;
- Aplicativo *Yo Yo Test* para execução no celular;
- Caixa de som;
- Trena ou fita métrica;
- Cones.

Orientações:

- Para o registro por escrito, é importante sugerir aos estudantes a construção de uma tabela ou quadro, de maneira que os dados fiquem melhor organizados.
- As fotografias têm como objetivo registrar o local onde os alunos estão e a vestimenta que está sendo utilizada por cada um deles.
- Os estudantes deverão ser orientados pelo professor quanto à padronização das vestimentas, ao manuseio do termômetro digital infravermelho, à limpeza do canal auditivo e à importância de se manterem em repouso durante o período de exposição.

- A utilização de roupas de inverno que permitem maior isolamento térmico pode contribuir para a obtenção de resultados mais relevantes.
- O registro da temperatura ambiente poderá ser feito com auxílio de aplicativos, como o *Termômetro* (disponível no Google Play, no link https://play.google.com/store/apps/details?id=com.tr.kavuntek.thermometer&hl=pt_BR).
- Dias ensolarados podem ser mais recomendáveis que dias nublados para a execução da prática, visando a obtenção de resultados mais significativos.
- Quanto maior o tempo de exposição dos estudantes aos ambientes quente e abrigo, mais contundentes poderão ser os resultados.
- Durante as aulas, o professor de Biologia deverá discutir com os grupos de alunos conceitos biológicos (fisiológicos, zoológicos, ecológicos) sobre termorregulação, tais como: febre, hipotermia, hipertermia, animais ectotérmicos/endotérmicos, animais homeotérmicos/pecilotérmicos, hibernação, adaptação, fluxo de energia, circulação sanguínea, mecanismos neurais de termorregulação, obtenção de energia, entre outros. A professora de Educação Física deverá contribuir, discutindo a importância da atividade física e da regulação de temperatura corporal, enquanto estratégias de promoção à saúde.
- É importante o docente a todo momento estimular os estudantes a refletirem se os dados obtidos pela prática testam as hipóteses por eles levantadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

BANGSBO J; et al. The Yo-Yo intermittent recovery test: a useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. **Sports Medicine**, v. 38, n. 1, p. 37-51, 2008.

CARDOSO, M. J. C.; SCARPA, D. L. Diagnóstico de elementos de ensino de ciências por investigação (DEEnCI): uma ferramenta de análise de propostas de ensino investigativas. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, RBPEC, v. 18, n. 3, p. 1025-1059, 2018.

RAIDER, Leandro. Potência aeróbia em diferentes estágios de maturação de jovens jogadores de futebol das categorias infantil e juvenil. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício**; v. 14, n. 4, p. 188-93, 2016.

Atividades extraclasse

Duração da atividade: Tempo livre

Componentes curriculares envolvidos: Biologia, Física e Matemática
<p>Descrição:</p> <p>As atividades extraclasse previstas serão a pesquisa bibliográfica, a análise e a discussão dos resultados obtidos.</p>
<p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Discutir os procedimentos científicos para a execução de uma atividade experimental; - Desenvolver a habilidade de pesquisa, para poder dar sentido aos dados coletados; - Contribuir para que os alunos reconheçam a importância do trabalho em grupo; - Realizar uma construção conceitual e prática acerca do tema; - Contribuir para o letramento científico; - Proporcionar uma abordagem de caráter interdisciplinar; - Desenvolver a habilidade de interpretação de informações através de tabelas e gráficos.
<p>Metodologia:</p> <p>Nesta etapa, os grupos de alunos deverão realizar uma pesquisa bibliográfica sobre termorregulação, apoiando-se nas perguntas do questionário diagnóstico e em discussões realizadas ao longo da etapa prática. Esta pesquisa deverá dar enfoque às hipóteses por eles levantadas, visando corroborá-las ou não, de acordo com a literatura específica. O docente poderá solicitar à professora de Física que oriente os estudantes ou desenvolva aulas teórico-práticas relacionadas à Termologia e Termodinâmica, que possam contribuir para a construção conceitual quanto aos mecanismos termorregulatórios. Da mesma maneira, poderá ser solicitada a colaboração do professor de Matemática, para auxiliar os alunos na análise estatística dos dados e gráficos. É importante esclarecer que os gráficos poderão ser construídos pelos próprios alunos, sob orientação dos professores de Biologia e Matemática ou apenas pelo professor responsável pela condução da sequência didática (a critério).</p>
<p>Recursos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Livros, enciclopédias, revistas científicas; - Notebook com internet e pacote Office.
<p>Orientações:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Para a realização da pesquisa bibliográfica, o docente deverá orientar os estudantes quanto às fontes a serem consultadas (exemplos: livros de Biologia, sites específicos de conteúdos de Biologia ou Educação e artigos científicos).

- Na abordagem da disciplina Física, é sugerido que sejam discutidos os mecanismos principais de propagação de calor (condução, convecção e radiação).
- O professor de Matemática poderá discutir com os alunos sobre os tipos de representações gráficas e conceitos básicos de estatística (população, amostra, medidas de tendência central e medidas de variabilidade).
- Para realizar a confecção dos gráficos, sugere-se a utilização do software para gráficos científicos e análise de dados *SigmaPlot*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

CARDOSO, M. J. C.; SCARPA, D. L. Diagnóstico de elementos de ensino de ciências por investigação (DEEnCI): uma ferramenta de análise de propostas de ensino investigativas. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, RBPEC**, v. 18, n. 3, p. 1025-1059, 2018.

Aula 6
Duração da atividade: 50 minutos
Componentes curriculares envolvidos: Biologia
<p>Descrição:</p> <p>As atividades propostas para a sexta aula são: interpretação de resultados e construção conceitual.</p>
<p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Discutir procedimentos científicos para a execução de uma atividade experimental; - Realizar uma construção conceitual e prática acerca do tema; - Contribuir para o letramento científico; - Proporcionar uma abordagem de caráter interdisciplinar; - Desenvolver a habilidade de interpretação de informações através de tabelas e gráficos; - Incentivar os alunos a formularem e relatarem conclusões a partir dos resultados obtidos, com base em conhecimentos científicos; - Contrapor as hipóteses e resultados com as conclusões obtidas; - Instigar os alunos a aplicarem o conhecimento adquirido em situações de seu dia a dia.
<p>Metodologia:</p> <p>Esta aula deverá visar exercer o pensamento crítico dos estudantes, por meio da reflexão sobre a importância da termorregulação para o organismo. Para isto, será</p>

necessário que a classe realize uma análise crítica conjunta dos gráficos confeccionados com os valores de temperatura corporal. O professor poderá exibir os gráficos em uma apresentação em PowerPoint e incentivar os alunos a interpretarem as informações neles contidas. Além disso, será importante solicitar que pelo menos um representante de cada grupo possa emitir as hipóteses levantadas por seu grupo, assim como as pesquisas realizadas e relacioná-las aos resultados demonstrados pelos gráficos. Por fim, o professor deverá incentivar os estudantes a estabelecer correlações entre o conhecimento construído por meio da atividade investigativa e seu cotidiano.

Recursos:

- Notebook e TV para apresentação de slides

Orientações:

- Nesta etapa, o professor tem papel importante em incentivar os estudantes a refletirem se as conclusões às quais chegaram, os permitiram responder à questão investigativa *“Qual é a importância de sermos quentes?”*.

- É recomendável ao professor analisar se os alunos conseguiram fazer conexão entre resultados obtidos e o protocolo executado. Segundo Cardoso & Scarpa (2018), nesta etapa de análise de resultados e conclusões, o docente pode propiciar a discussão por meio de perguntas, como: “Você acha que esta foi a melhor forma de investigar?”; “Os mesmos resultados seriam obtidos se a investigação fosse feita de novo?”.

- O professor poderá mediar a discussão, correlacionando a investigação realizada com a integração entre os sistemas fisiológicos (órgãos e funções).

- É importante que o professor discuta com os alunos aspectos relacionados à promoção da saúde, ou seja, em que os conceitos sobre termorregulação podem implicar na tomada de decisão para a vida deles.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

CARDOSO, M. J. C.; SCARPA, D. L. Diagnóstico de elementos de ensino de ciências por investigação (DEEnCI): uma ferramenta de análise de propostas de ensino investigativas. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, RBPEC, v. 18, n. 3, p. 1025-1059, 2018.

Aula 7 ou extraclasse

Duração da atividade: No máximo 50 minutos

Componentes curriculares envolvidos: Biologia

Descrição:

A última aula será para a aplicação do questionário pós-teste. Esta aplicação poderá ocorrer presencialmente (por meio do questionário impresso) ou online (através do *Google Formulários*), ficando esta decisão a critério do professor.

Objetivos:

- Realizar a aplicação do questionário final para verificar as habilidades desenvolvidas pelos estudantes durante a sequência didática.

Metodologia:

A aplicação do questionário final ocorrerá em tempo livre (máximo de 50 minutos) e terá como finalidade o professor verificar se os alunos desenvolveram as habilidades específicas propostas, tais como:

- Construir conceitos científicos corretos sobre termorregulação;
- Estabelecer relações entre os diversos sistemas corporais;
- Compreender alguns mecanismos fisiológicos de controle de temperatura em humanos;
- Extrair informações dos gráficos contendo os valores de temperatura aferidos por eles;
- Associar os gráficos construídos às hipóteses por eles levantadas.

Recursos:

- Folha tamanho A4 com o questionário final impresso

Orientações:

- O docente deverá informar aos alunos o objetivo deste questionário e instruí-los a responderem as perguntas com bastante atenção, sem consulta aos colegas e a fontes de pesquisa.

Competências e habilidades a serem verificadas e desenvolvidas no questionário final, segundo os documentos oficiais:**Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN e PCN +) – MEC:**

- Interpretar e utilizar diferentes formas de representação (tabelas, gráficos, expressões, ícones...);
- Produzir textos adequados para relatar experiências, formular dúvidas ou apresentar conclusões;
- Identificar variáveis relevantes e selecionar os procedimentos necessários para a produção, análise e interpretação de resultados de processos e experimentos científicos e tecnológicos;

- Analisar qualitativamente dados quantitativos representados gráfica ou algebricamente relacionados a contextos socioeconômicos, científicos ou cotidianos;
- Interpretar e criticar resultados a partir de experimentos e demonstrações;
- Expressar dúvidas, ideias e conclusões acerca dos fenômenos biológicos;
- Estabelecer relações entre parte e todo de um fenômeno ou processo biológico.
- Interpretar fotos, esquemas, desenhos, tabelas, gráficos, presentes nos textos científicos ou na mídia, que representam fatos e processos biológicos e/ou trazem dados informativos sobre eles;
- Elaborar suposições e hipóteses sobre fenômenos estudados e cotejá-las com explicações científicas ou com dados obtidos em experimentos.

Conteúdo Básico Comum (CBC) – Secretaria do Estado de Educação de Minas Gerais:

- Compreender o corpo humano como um todo integrado, considerando seus níveis de organização: células, tecidos, órgãos e sistemas;
- Identificar características morfológicas e fisiológicas dos animais, tais como: alimentação, digestão, circulação, excreção e trocas gasosas, relacionando-as com o modo de vida terrestre ou aquático.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

BRASIL, Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+). Ciências da Natureza e Matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC, 2006.

BRASIL/MEC. Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2000.

CARDOSO, M. J. C.; SCARPA, D. L. Diagnóstico de elementos de ensino de ciências por investigação (DEEnCI): uma ferramenta de análise de propostas de ensino investigativas. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, RBPEC, v. 18, n. 3, p. 1025-1059, 2018.

SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO DE MINAS GERAIS. Conteúdo Básico Comum – Biologia: Educação Básica - Ensino Médio. Minas Gerais, 2005.

APÊNDICE G — CARTA CONVITE E DE ANUÊNCIA (ESCOLA)

Carta Convite e de Anuência – Escola

Universidade Federal de Minas Gerais

Instituto de Ciências Biológicas – Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO)

Encaminhamos, para avaliação pelos responsáveis, o convite, na forma de uma proposta de colaboração, para a participação desta Instituição na pesquisa “A ABORDAGEM INTEGRADA DA TERMORREGULAÇÃO NO ENSINO DE BIOLOGIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA”. A pesquisa fará parte do projeto de dissertação de Camilo de Lelis Moraes, mestrando do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia do ICB/UFMG, orientado pelo Doutor Cândido Celso Coimbra. A seguir esclarecemos alguns aspectos da pesquisa e estaremos à disposição para outras dúvidas que surgirem.

O objetivo geral do projeto é contribuir no ensino-aprendizagem quanto à termorregulação nas aulas de Biologia do Ensino Médio. Para isto, pretende-se ensinar sobre ritmos biológicos e ciclo circadiano de modo prático e aplicado aos alunos envolvidos na pesquisa, dando-se enfoque ao controle da temperatura corporal – termorregulação – e na importância e interferência desse ritmo na saúde e cotidiano humanos. O projeto está organizado em seis etapas: 1) Introdução ao tema e levantamento de conhecimentos prévios dos alunos a respeito do tema; 2) Reflexão sobre o tema/questão de pesquisa, e construção de hipóteses; 3) Medições de temperatura corporal dos alunos em situações experimentais diversas; 4) Análise e discussão dos resultados obtidos; 5) Contextualização e construção conceitual sobre o tema de pesquisa; 6) Confeção de cartilha ou guia informativo pela turma. A parte experimental contará com o auxílio de um teste de resistência física como instrumento auxiliar/metodológico, o *Yoyo Endurance Test* (BANGSBO, 2008; PÓVOAS et al., 2016). A avaliação será feita mediante a participação e envolvimento dos alunos voluntários em todas as etapas da pesquisa, com possibilidades de confecção de um material que possa ser divulgado para a comunidade escolar, de maneira a se mostrar a aplicação dos conhecimentos construídos e adquiridos.

Esta pesquisa é de importância na compreensão sobre a termorregulação e a fisiologia humana, assim como sua abordagem no ensino de biologia, pois o tema provê evidências no âmbito metodológico-científico e demonstra como o ritmo biológico é determinante para a funcionalidade humana. Ainda, esta pesquisa contextualiza a discussão para o entendimento da importância de o organismo ter sua temperatura corporal regulada, a fim de se garantir a homeostase (podendo ser também entendido como uma prática de promoção à saúde humana). Através desse projeto, avaliará a utilização de metodologias alternativas aos meios tradicionais para o ensino de Biologia, que tornem o aluno mais participativo de seu processo de aprendizagem, desenvolvendo sua capacidade de investigação e julgamento crítico, melhorando o seu rendimento acadêmico na disciplina de Biologia.

A instituição e os alunos convidados, só participarão do estudo após assinatura da Anuência da Instituição e dos Termos de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) e de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) pelos participantes e/ou responsáveis. A amostra será composta por 31 discentes de ambos os sexos, regularmente matriculados no ensino médio desta instituição, no turno vespertino.

Cabe à Instituição a autorização para que a pesquisa seja realizada pelo professor/pesquisador durante as suas aulas regulares semanais, mas também em sessões experimentais que poderão ocorrer em horário extraclasse (contraturno), sob supervisão do professor-pesquisador, sem prejuízos para os demais alunos ou para o funcionamento da escola. Todos os alunos frequentes às aulas de Biologia serão expostos à mesma sequência didática. No entanto, os dados coletados para a pesquisa serão referentes apenas aos participantes que assinaram o TCLE e o TALE.

A Instituição, os alunos (as) e seus responsáveis não correm risco importante ao participar deste estudo. Porém, apesar dos testes, questionários e entrevista semiestruturada serem de curta duração, existe a possibilidade de fadiga por parte dos estudantes ao realizarem certas atividades. Para assegurar o anonimato e confidencialidade das informações obtidas, os nomes dos (as) e alunos (as) e seus responsáveis não serão revelados em nenhuma situação. Não está prevista qualquer forma de remuneração para os participantes e para a Instituição que, caso participe do estudo, o fará gratuitamente. Todas as despesas relacionadas ao estudo são de responsabilidade do pesquisador.

A participação de sua Instituição neste estudo é inteiramente voluntária e, como responsável representante da Instituição, o (a) senhor (a) é livre para recusar a participação da instituição na pesquisa ou para revogar a anuência para desenvolvimento da pesquisa na Instituição a qualquer momento. Depois de ter lido as informações acima, se for da vontade da Instituição participar deste estudo, por favor, conceda a anuência da Instituição, preenchendo-a abaixo, em duas vias, sendo uma delas para o (a) senhor (a).

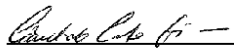
Anuência:

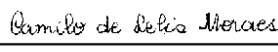
Declaro que li e entendi as informações contidas acima e concedo anuência para participação de nossa Instituição no presente estudo. Concordamos em colaborar com a pesquisa “A ABORDAGEM INTEGRADA DA TERMORREGULAÇÃO NO ENSINO DE BIOLOGIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA”, sob responsabilidade de Camilo de Lelis Moraes, e orientada pelo Prof. Dr. Cândido Celso Coimbra, conforme referido e esclarecido nos parágrafos anteriores desse mesmo documento.

Eu _____ voluntariamente decido e concedo anuência para participação da Instituição que represento na presente pesquisa acima discriminada.

Entre Rios de Minas, 12 de junho de 2019.

Diretor (a) / Representante da Instituição


Cândido Celso Coimbra (31 3409-2936 - 3409-3061)
Pesquisador responsável
Av. Antônio Carlos, 6627 - Bloco B4-158 – Pampulha


Camilo de Lelis Moraes (31 3751-1240)
Pesquisador assistente
Praça Getúlio Vargas, 19, Centro –
Entre Rios de Minas-MG – CEP: 35490-000

COEP-Comitê de Ética em Pesquisa – e-mail: coep@prpq.ufmg.br
Av. Antônio Carlos, 6627 -Unidade Administrativa II -2º. Andar
Sala 2005 (031) 3409-4592

APÊNDICE H — TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA MENORES DE IDADE (TCLE)

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para menores de idade (TCLE)

Prezados Pais; sou professor de Biologia e Ciências da E.E. “Ribeiro de Oliveira”, da cidade de Entre Rios de Minas/MG, e atualmente discente do programa de pós-graduação da Universidade Federal de Minas Gerais. Gostaríamos de obter o seu consentimento para que o menor (seu filho) _____

possa participar como voluntário da pesquisa que tem o objetivo de desenvolver o protagonismo dos alunos do ensino médio em sua própria aprendizagem ao ensinar de modo prático e aplicado os ritmos biológicos, em específico a termorregulação, e como isto pode interferir na saúde e bem-estar dos alunos. A pesquisa está dividida em 6 fases, sendo elas: 1) Introdução ao tema e levantamento de conhecimentos prévios dos alunos a respeito do tema; 2) Reflexão sobre o tema/questão de pesquisa, e construção de hipóteses; 3) Medições de temperatura corporal dos alunos em situações experimentais diversas; 4) Análise e discussão dos resultados obtidos; 5) Contextualização e construção conceitual sobre o tema de pesquisa; 6) Confecção de cartilha ou guia informativo pela turma.

Em um primeiro encontro, em sala de aula, será realizada uma introdução ao tema de estudo e também serão explicadas as características da pesquisa, contextualizando com o conteúdo da disciplina de Biologia. Em seguida, serão levantados os conhecimentos prévios, por meio de uma discussão mediada pelo professor e pela resposta individual, pelos discentes, de um questionário semiestruturado. Após estas etapas, os alunos serão incentivados a construir hipóteses relacionadas a uma questão a ser investigada, relacionada ao tema em estudo. Haverá momentos em que os alunos voluntários participarão de etapas de aferição da temperatura corporal central e periférica, no espaço físico escolar, e em diferentes condições ambientais (considera-se aqui, como condições: diferentes temperaturas ambientais, diferentes vestimentas e exposição à atividade física). Estas medições ocorrerão com o auxílio de termômetros infravermelhos, no turno e contrarturno escolares, sob a supervisão do professor-pesquisador.

Os riscos são mínimos e podem estar relacionados ao fato de se sentirem constrangidos caso não consigam executar os testes e questionários ou sentirem cansaço físico. A fim de se amenizar os riscos, serão respeitados os limites individuais, podendo em qualquer momento da pesquisa o voluntário recusar-se a participar ou retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem qualquer penalização ou prejuízo ao tratamento a que está sendo submetido nesta instituição. Os possíveis benefícios estão relacionados com a oportunidade de aprenderem de forma prática e aplicada sobre os ritmos biológicos/circadianos; como compreender o funcionamento do seu organismo para melhoria da saúde; e a aprendizagem significativa; tendo também a oportunidade de participar de estratégias pedagógicas que poderão melhorar o processo de ensino-aprendizagem sobre o tema. Como procedimentos éticos, será garantido que a participação do voluntário, os dados obtidos, as gravações, fotografias ou filmagens serão utilizados somente para fins de pesquisa e ficarão armazenados na UFMG durante o tempo de 5 anos, podendo haver também destruição dos dados logo após transcrição dos mesmos. Não está previsto qualquer forma de remuneração e todas as despesas relacionadas com o estudo são de responsabilidade dos pesquisadores.

Sendo assim, afirmo que li e compreendi os procedimentos que envolvem esta pesquisa. Tenho ciência que todas as dúvidas serão prontamente sanadas pelo pesquisador responsável Camilo de Lelis Moraes e seu orientador Prof. Dr. Cândido Celso Coimbra, conforme referido e esclarecido nos parágrafos anteriores desse mesmo documento. Os componentes da equipe executora, poderão ser encontrados na UFMG - Laboratório de Endocrinologia, localizado na Av. Presidente Antônio Carlos, 6627- Bloco B4-158- Campus Pampulha - Belo Horizonte/MG. O termo seguirá em duas vias, com espaço destinado para rubricas, e o COEP poderá ser contatado em caso de dúvidas éticas.

Entre Rios de Minas, _____ de _____ de 2019.

Assinatura do responsável do aluno

CPF

RG

Rubrica do responsável

Camilo de Lelis Moraes

Pesquisador responsável

Telefone: 31 3751 1240

e-mail: moraescamilo92@gmail.com

Camilo de Lelis Moraes

Rubrica do Pesquisador responsável

COEP-Comitê de Ética em Pesquisa – e-mail: coep@prpq.ufmg.br
Av. Antônio Carlos, 6627 -Unidade Administrativa II -2º. Andar Sala 2005 (031) 3409-4592

APÊNDICE I — TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)

Para crianças e adolescentes (maiores de 12 anos e menores de 18 anos) e para legalmente incapaz.

Projeto: A abordagem integrada da termorregulação no ensino de Biologia na educação básica

Você está sendo convidado (a) a participar da pesquisa “**A abordagem integrada da termorregulação no ensino de Biologia na educação básica**”, orientada pelo Dr. Cândido Celso Coimbra. A pesquisa será coordenada por seu professor de Biologia da E.E. “Ribeiro de Oliveira”, da cidade de Entre Rios de Minas/MG e atualmente discente do programa de pós-graduação da Universidade Federal de Minas Gerais, Camilo de Lelis Moraes.

A pesquisa visa contribuir no ensino-aprendizagem quanto à termorregulação nas aulas de Biologia do Ensino Médio. Para isto, pretende-se ensinar sobre ritmos biológicos e ciclo circadiano de modo prático e aplicado aos alunos envolvidos na pesquisa, dando-se enfoque ao controle da temperatura corporal – termorregulação – e na importância e interferência desse ritmo na saúde e cotidiano humanos.

A pesquisa será feita na E. E. “Ribeiro de Oliveira”. Em um primeiro encontro, em sala de aula, será realizada uma introdução ao tema de estudo e também serão explicadas as características da pesquisa, contextualizando com o conteúdo da disciplina de Biologia. Em seguida, serão levantados os conhecimentos prévios, por meio de uma discussão mediada pelo professor e pela resposta individual, pelos discentes, de um questionário semiestruturado. Após estas etapas, os alunos serão incentivados a construir hipóteses relacionadas a uma questão a ser investigada, relacionada ao tema em estudo. Haverá momentos em que os alunos voluntários participarão de etapas de aferição da temperatura corporal central e periférica, no espaço físico escolar, e em diferentes condições ambientais (considera-se aqui, como condições: diferentes temperaturas ambientais, diferentes vestimentas e exposição à atividade física). Estas medições ocorrerão com o auxílio de termômetros infravermelhos, no turno e contraturno escolares, sob a supervisão do professor-pesquisador.

Os riscos são mínimos e podem estar relacionados ao fato de se sentirem constrangidos caso não consigam executar os testes e questionários ou sentirem cansaço físico. A fim de se amenizar os riscos, serão respeitados os limites individuais, podendo em qualquer momento da pesquisa o voluntário recusar-se a participar ou retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem qualquer penalização ou prejuízo ao tratamento a que está sendo submetido nesta instituição. Os possíveis benefícios estão relacionados com a oportunidade de aprenderem de forma prática e aplicada sobre os ritmos biológicos/circadianos; como compreender o funcionamento do seu organismo para melhoria da saúde; e a aprendizagem significativa; tendo também a oportunidade de participar de estratégias pedagógicas que poderão melhorar o processo de ensino-aprendizagem sobre o tema. Como procedimentos éticos, será garantido que a participação do voluntário, os dados obtidos, as gravações, fotografias ou filmagens serão utilizados somente para fins de pesquisa e ficarão armazenados na UFMG durante o tempo de 5 anos, podendo haver também destruição dos dados logo após transcrição dos mesmos. Não está previsto qualquer forma de remuneração e todas as despesas relacionadas com o estudo são de responsabilidade dos pesquisadores.

Eu, _____, aceito participar da pesquisa “**A abordagem integrada da termorregulação no ensino de Biologia na educação básica**”.

Entendi que posso dizer “sim” e participar, mas que, a qualquer momento, posso dizer “não” e desistir e que ninguém vai ficar com raiva de mim.

Os pesquisadores tiraram minhas dúvidas e dos meus responsáveis.

Recebi uma cópia deste termo de assentimento, li e concordo em participar da pesquisa. Caso aconteça algo errado, pode nos procurar pelo telefone (31) 3409-2936 e endereço eletrônico moraescamilo92@gmail.com ou pelo endereço do COEP abaixo.

Assinatura do menor

Camilo de Lelis Moraes

Assinatura do pesquisador

Entre Rios de Minas, _____ de _____ de 2019.

ANEXO A — COMPROVAÇÃO DE APROVAÇÃO DO PROJETO JUNTO AO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA (CEP) DA UFMG

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: A ABORDAGEM INTEGRADA DA TERMORREGULAÇÃO NO ENSINO DE BIOLOGIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Pesquisador: Cândido Celso Coimbra

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 17966619.1.0000.5149

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Patrocinador Principal: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.559.907

Apresentação do Projeto:

A cronobiologia é a ciência que estuda a organização temporal de fenômenos ou ritmos biológicos, dentre os quais podemos citar a regulação da temperatura corporal ou termorregulação, assunto que aparece comumente implícito nos conteúdos e aulas de Biologia. Uma melhor compreensão sobre a termorregulação permitiria aos estudantes desenvolver conceitualmente os significados de homeostase e metabolismo, termos importantes na aprendizagem em Biologia. Sendo assim, o objetivo principal deste projeto é contribuir e viabilizar o ensino-aprendizagem da termorregulação, de maneira diferenciada e integrada, a alunos do Ensino Médio. Para isto, pretende-se desenvolver este trabalho com 35 alunos do 1º ano do Ensino Médio de uma escola da rede pública do município de Entre Rios de Minas, sendo o projeto dividido em etapas que ocorrerão durante os anos letivos de 2019 e 2020. Inicialmente, os alunos serão incentivados a socializar suas concepções prévias e, depois, por meio de uma atividade investigativa, buscarem conhecimentos preponderantes acerca do tema. Para elucidar o caráter investigativo, a pesquisa contará com uma etapa prática, na qual os discentes realizarão verificações de medidas de temperatura corporal e de pele de seus colegas (com o auxílio de termômetro infravermelho), sendo estes dados representados graficamente e analisados por eles. As discussões e resultados obtidos culminarão em uma intervenção na qual os alunos poderão divulgar os conhecimentos adquiridos para a comunidade escolar, o que aumentará seu protagonismo no processo de aprendizagem, e contribuirá na conscientização de como os

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad SI 2005

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: 3.559.907

conceitos científicos são construídos e na promoção da saúde, enquanto ação coletiva e educativa.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

O objetivo primário é contribuir no ensino-aprendizagem quanto à termorregulação nas aulas de Biologia do Ensino Médio.

Objetivo Secundário:

Promover uma aprendizagem integrada sobre a fisiologia geral e humana;
Trabalhar a cronobiologia e a termorregulação de maneira contextualizada, ou seja, aplicada ao cotidiano dos alunos;
Propiciar e desenvolver o protagonismo dos alunos, tornando-os sujeitos ativos em seu processo de aprendizagem;
Conscientizar os adolescentes do Ensino Médio quanto à importância da regulação de sua temperatura corporal para se manter uma vida saudável;
Colaborar na compreensão, por parte dos estudantes, de como ocorre a construção do conhecimento científico.
O objetivo secundário é promover uma aprendizagem integrada e contextualizada com relação à fisiologia humana, e especificamente à termorregulação, a alunos do Ensino Médio.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Sobre os riscos os/as proponentes afirmam que:

O trabalho proposto não oferece riscos potenciais, como aqueles relacionados à saúde física e psíquica, aos alunos voluntários envolvidos. Todos os cuidados serão tomados pelo professor responsável pela execução da pesquisa. Como procedimentos éticos, será garantido que a participação dos voluntários, os dados obtidos, as gravações, fotografias ou filmagens serão utilizados somente para fins de pesquisa arquivados na UFMG, no tempo de 5 a 10 anos, podendo haver também destruição dos dados logo após transcrição dos mesmos. Em qualquer momento da pesquisa o voluntário pode se recusar a participar ou retirar seu consentimento, sem qualquer

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad SI 2005

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: 3.559.907

penalização ou prejuízo.

Sobre os benefícios os/as proponentes afirmam que:

Acredita-se que a pesquisa terá como benefícios a geração de conhecimento quanto à maneira de se trabalhar o tema nas aulas de Biologia do Ensino Médio. Assim, os alunos envolvidos também serão beneficiados, quanto à construção de conhecimentos de uma forma diferenciada da usual e ao aumento de seu protagonismo no processo de aprendizagem.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa em pauta tem relevância social e acadêmica.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foram apresentados os seguintes documentos:

Folha de rosto

Informações Básicas do Projeto

Projeto de Pesquisa (2 versões)

Parecer consubstanciado

Carta de anuência

Cronograma das atividades

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE

Termo de Assentimento Livre e Esclarecido - TALE

Termo de Compromisso pesquisadores

Recomendações:

1. Rever e alterar o cronograma da pesquisa pois a coleta de dados não poderá ocorrer antes da aprovação do projeto pelo Coep;
2. Apresentar o roteiro do questionário que será aplicado aos alunos.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

SMJ, sou favorável à aprovação do projeto.

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad SI 2005

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: 3.559.907

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_1375189.pdf	26/07/2019 14:53:56		Aceito
Outros	ParecerConsustanciado.pdf	26/07/2019 14:52:30	CAMILO DE LELIS MORAES	Aceito
Folha de Rosto	FolhadeRostoDigitalizada.pdf	18/07/2019 22:20:34	CAMILO DE LELIS MORAES	Aceito
Outros	Anuencia.pdf	02/07/2019 17:22:08	CAMILO DE LELIS MORAES	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	02/07/2019 16:54:48	CAMILO DE LELIS MORAES	Aceito
Outros	TALE.pdf	02/07/2019 16:54:11	CAMILO DE LELIS MORAES	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoDetalhado.pdf	11/06/2019 22:17:50	CAMILO DE LELIS MORAES	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMADEATIVIDADESTCM.docx	08/06/2019 17:03:11	Cândido Celso Coimbra	Aceito
Brochura Pesquisa	TCM Camilo.pdf	08/06/2019 17:02:59	Cândido Celso Coimbra	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad SI 2005

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: 3.559.907

BELO HORIZONTE, 06 de Setembro de 2019

Assinado por:
Eliane Cristina de Freitas Rocha
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad SI 2005

Bairro: Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901

UF: MG **Município:** BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3409-4592

E-mail: coep@prpq.ufmg.br