



**UESB**  
UNIVERSIDADE ESTADUAL  
DO SUDOESTE DA BAHIA



SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

**MNPEF** Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS - DCET**  
**MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**  
**POLO 62**

Nelson Novais Júnior

**PRODUTO EDUCACIONAL**

**UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PARA O  
ENSINO DE CONCEITOS DE TERMODINÂMICA SOBRE ELEMENTOS DA  
TERMORREGULAÇÃO DOS SERES VIVOS**

VITÓRIA DA CONQUISTA – BAHIA  
2023

# **PRODUTO EDUCACIONAL**

## **UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PARA O ENSINO DE CONCEITOS DE TERMODINÂMICA SOBRE ELEMENTOS DA TERMORREGULAÇÃO DOS SERES VIVOS**

Produto Educacional desenvolvido na forma de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa – UEPS como parte das exigências do Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física- MNPEF Polo 62 - UESB para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Orientador: Prof. Dr. Luizdarcey Matos Castro  
Coorientador: Prof. Dr. Jorge Anderson Paiva Ramos

VITÓRIA DA CONQUISTA – BAHIA  
2023

## **AGRADECIMENTOS**

A **Deus** pelo Dom da Vida.

À **minha família** pelo incentivo e pelo apoio ao longo do curso.

Aos **Professores** do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Polo 62, por todo profissionalismo e empenho durante as aulas em contexto de pandemia de COVID-19.

Aos meus orientadores **Prof. Dr. Luizdarcy de Matos Castro** e **Prof. Dr. Jorge Anderson Paiva Ramos**, exemplos de profissionalismo e de dedicação à educação.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES)** – Código de Financiamento 001.

À **Sociedade Brasileira de Física** pelo trabalho realizado junto ao Polo 62-UESB.

Aos **colegas do MNPEF** pela companhia e aprendizado.

Aos **estudantes** que participaram deste trabalho.

Ao **Colégio Estadual Abdias Menezes (CEAM)** que permitiu a implementação deste trabalho.

## SUMÁRIO

<b>1. APRESENTAÇÃO.....</b>	<b>5</b>
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>6</b>
<b>3. CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....</b>	<b>10</b>
<b>3.1 Público-alvo.....</b>	<b>10</b>
<b>3.2 Desenvolvimento da sequência didática.....</b>	<b>10</b>
<b>3.3 Organização da sequência didática.....</b>	<b>10</b>
<b>3.4 Cronograma da sequência didática (UEPS).....</b>	<b>12</b>
<b>4. RESULTADOS.....</b>	<b>15</b>
<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>15</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>16</b>

## 1. APRESENTAÇÃO

O presente produto educacional cristaliza um produto educacional desenvolvido segundo uma sequência didática modulada pelo arcabouço teórico-metodológico da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), inclusive na vertente crítica. O produto educacional foi construído em uma turma do 2º Ano do Ensino Médio regular com carga horária de 2 aulas semanais de Física, no turno matutino.

Dentro do amplo espectro de ação pedagógica de uma UEPS, o produto educacional possibilita a ancoragem do conteúdo a ser trabalhado desde que as premissas dos subsunçores esteja solidamente estabelecidas.

Para esse fim, a criação de situações-problema neste produto permite que a evolução progressiva da UEPS possa contribuir para os objetivos específicos previamente estabelecidos. O processo de construção de material potencialmente significativo e a coleta de evidências de aprendizagem significativa são realizadas em todas as etapas do processo.

O material potencialmente significativo como textos, vídeos, experimentos lúdicos, questionários, jogos colaborativos, etc., são instrumentos para a consecução de um fim. Devem, portanto, comunicar-se com as outras fases e com a turma específica no qual está sendo construída.

Esse tipo de ação permite que o produto educacional não seja algo estanque, mas ofereça dinamismo e organicidade com a turma em questão. Essa flexibilidade de ação pedagógica concede ao professor a perspicácia de identificar a construção da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) segundo a organicidade da turma no qual esteja construindo a sequência didática.

Este produto permite sua aplicação em um tempo de 14 aulas de 50 minutos cada e se pautou por todas as etapas propostas pelo Professor Dr. Marco Antônio Moreira para uma sequência didática com esta orientação pedagógica.

Compreendemos que os estudantes aprendem um conteúdo quando veem nele algum significado em sua história passada ou presente. A Unidade de Ensino Potencialmente Significativa apresentada tem como objetivo promover uma aprendizagem significativa crítica a partir da construção do conhecimento físico de situações cotidianas e contextualizadas, experimentos e atividades individuais e coletivas para despertar o interesse, no jovem, pela Física.

## 1. REFERENCIAL TEÓRICO

No contexto do atual nível de desenvolvimento social e econômico na aurora do século XXI os problemas de aprendizagem dos estudantes de nível fundamental e médio na seara das Ciências constituem um conjunto de obstáculos que requer uma abordagem multifatorial e multisetorial.

Uma sequência didática tem como objetivo primordial a aprendizagem de conceitos e conteúdos sobre determinada temática científica. A metodologia de implementação e construção dessa sequência didática assume, então, um valor basilar para o sucesso ou não do processo de ensino.

Com base nessa perspectiva, a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) fora proposta de tal forma que sua abrangência de escala e sua diversidade de escopo pudesse otimizar a aprendizagem de uma sequência didática tendo em perspectiva a diversidade de estudantes que está na escola pública. Assim, o objetivo principal de uma UEPS é tornar a sequência didática validada para o estudante dentro de uma aprendizagem significativa.

Diversos teóricos brasileiros (MOREIRA, M. A. BUCKWEITZ, 1982; MASSINI & MOREIRA, 2017) apontam a importância da programação/planejamento de ensino e dos mapas mentais (ou conceituais como preferem outros estudiosos) como instrumentos educacionais, inclusive no ensino de Física.

Esse destaque ocorre (CARUSO RONCA, p.91-95, 1994) por causa dos princípios da diferenciação progressiva e reconciliação integrativa que permite uma aprendizagem significativa e não mecanicista. Dois fatores se destacam no processo organicista de Ausubel:

(1) uso de conceitos que possuem maior poder de extensão;

(2) metodologia pautada na ordem e clareza da estrutura cognitiva. A organização dos conceitos, via subordinação, na aprendizagem significativa se ilustra pela diferenciação de generalidades sobre conceitos. Para Ausubel, a estrutura cognitiva já existente é o desafio a ser interpretado pelo professor em sua atividade pedagógica na medida em que as propriedades organizacionais do aluno em dado momento influenciarão sua aprendizagem. Essa hierarquia de conceitos e sua ação dinâmica organicista no cognitivo do estudante (CARUSO RONCA, 1994, p.91-93)

O princípio da reconciliação integrativa e a construção de mapas mentais permite ao professor explicitar as semelhanças e diferenças nos conceitos. Nesse mesmo sentido, apontam os teóricos (MOREIRA, M. A. BUCKWEITZ, 1982; MASSINI e MOREIRA, 2017) que os conceitos com maior poder de extensão pode ser um referencial para seleção de conteúdos assim como o tratamento de temas contemporâneos da ciência na escola.

A percepção dos subsunçores dos alunos pelo professor (HOWE, 1972) funciona como ponte de comunicação entre unidades de ensino onde o planejamento educacional ganha nova importância. A teoria fica assentada, então, em três pilares: a realidade local, a estrutura cognitiva do aluno e a identificação dos conceitos amplos e fundamentais das diversas área de ensino.

De forma geral, uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (MOREIRA, 2011; FERREIRA et al., 2020; FILHO & FERREIRA, 2022) apresenta as seguintes fases sequenciais:

**1º)** Definir o tema específico a ser estudado pondo de relevo as características mais proeminentes e procedimentais do mesmo. No caso em tela, acerca do ensino de interdisciplinar de Termofísica da Difusão Enzimática.

**2º)** Propor ou criar situação na qual o estudante possa manifestar o conhecimento que possui sobre o tem elencado na etapa anterior.

**3º)** Estabelecer ou colocar situações-problema baseadas no conhecimento prévio manifestado pelos estudantes, por meio dos instrumentos disponibilizados pelo professor, em um nível que permita introduzir o conteúdo (declarativo ou procedimental) que se pretende ensinar.

**4º)** Após as situações iniciais anteriormente descritas, apresentar ao estudante o conhecimento ensinado/aprendido considerando a diferenciação progressiva partindo do aspecto mais amplo do tema para, logo em seguida, abordar aspectos mais específicos do mesmo.

**5º)** Retomar os aspectos mais proeminentes do tem a ser ensinado de forma a estruturá-lo em um novo formato (exposição oral, recurso computacional, um texto histórico) porém com um maior nível de complexidade em relação ao conteúdo anterior. Novas situações-problemas e novas explicações devem acompanhar-se de elevações no citado nível de complexidade.

**6º)** Continuar com a diferenciação progressiva retomando os aspectos mais proeminentes e relevantes do conteúdo em trabalho na sequência didática com o fito de buscar uma sinergia integradora ou reconciliação integrativa por meio, dentre outros, de

uma nova exposição de significados, leitura e discussão de textos, simulação computacional, audiovisual, cordel, encenação teatral, seminário, experimento, etc, na qual a estratégia processual de trabalho do conteúdo vale mais do que a forma.

7º) A avaliação da UEPS ocorre de forma somativa ao longo de todo o processo de construção da mesma.

8º) A constatação do êxito da UEPS será dada pela avaliação de desempenho de um campo conceitual de forma progressiva dos estudantes com especial atenção para a aprendizagem significativa (captação de significado, compreensão, interpretação, capacidade de explicar, capacidade de resolver situações-problema) e não junto à comportamentos finais.

A Teoria de Aprendizagem Significativa Crítica do professor Doutor Marco Antônio Moreira busca estabelecer e desenvolver nos estudantes uma capacidade para que talo aprendizagem sirva de elemento transformar não apenas no cognitivo, mas acima de tudo, na capacidade de ação transformadora do meio social no qual tais estudantes estão inseridos. É um cabedal de conhecimentos que, quando demandados em distintos momentos da vida, emerge de forma precisa, orgânica e objetiva sobre os fenômenos naturais (STUDART *apud* FERREIRA et. al., 2020).

Este trabalho de aplicação da UEPS foi avaliado segundo uma perspectiva qualitativa e centrada nos aspectos de aprendizagem defendida pelas Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) no seno da Teoria Crítica (MOREIRA, 2005). A complementariedade de perspectiva refina e aprimora os resultados obtidos (LUDKE & ANDRÉ, 1986).

A aprendizagem passa a ser crítica ou subversiva quando (MOREIRA, 2005, p. 07):

Analogamente aos princípios programáticos de Ausubel para facilitar a aprendizagem significativa, serão aqui propostos alguns princípios, ideias ou estratégias facilitadoras da aprendizagem significativa crítica, tendo como referência as propostas de Postman e Weingartner porém de maneira bem menos radical e bem mais viável. Tudo que será proposto a seguir me parece viável de ser implementado em sala de aula e, ao mesmo tempo, crítico (subversivo) em relação ao que normalmente nela ocorre (MOREIRA, 2005, p. 07).

Continuando na análise acerca de novos paradigmas que possam tornar a aprendizagem mais significativa, eficiente, com autoeficácia para o estudante a literatura



científica de ensino de Física (MOREIRA, 2009; ALMEIDA, 2009), pois criticar determinado conhecimento físico é necessário assinala os princípios norteadores ou balizadores do mesmo, a saber:

1. **Princípio do conhecimento prévio. Aprendemos a partir do que já sabemos.**
2. **Princípio da interação social e do questionamento. Ensinar/aprender perguntas ao invés de respostas.**
3. **Princípio da não centralidade do livro de texto. Do uso de documentos, artigos e outros materiais educativos. Da diversidade de materiais instrucionais.**
4. **Princípio do aprendiz como preceptor/representador.**
5. **Princípio do conhecimento como linguagem.**
6. **Princípio da consciência semântica.**
7. **Princípio da aprendizagem pelo erro.**
8. **Princípio da desaprendizagem.**
9. **Princípio da incerteza do conhecimento.**
10. **Princípio da não utilização do quadro-de-giz. Da participação ativa do aluno. Da diversidade de estratégias de ensino.**
11. **Princípio do abandono da narrativa. De deixar o aluno falar.**

Dessa forma, a Teoria Crítica da Aprendizagem Significativa é um espaço privilegiado dentro da UEPS que permite estabelecer novas rotas e caminhos para o ensino e aprendizagem de Física na escola brasileira. O rompimento de padrões pouco eficientes na educação é um esforço social que resgata o papel do professor como profissão social singular na busca pela evolução do conhecimento científico e da cidadania plena dos estudantes.

Tais fatores transversais são o currículo, o contexto e a avaliação escolar. O currículo e o contexto social de inserção da comunidade escolar, assim como o sistema educativo, favorecem ou não dos princípios norteadores para a implementação e construção de uma aprendizagem significativa crítica que estimule uma cidadania plena dos estudantes. Um processo de avaliação coerente, amplo e consistente com os objetivos iniciais do ensino-aprendizagem cristalizados na TAS possibilita uma posta em marcha de mudanças no ensino de Física crítico ou subversivo na Bahia, de forma particular, e no Brasil, de forma geral.

## **2. CARACTERIZAÇÃO DA SEQUENCIA DIDÁTICA**

A natureza desta sequência didática é qualitativa posto que a mesma está construída junto a uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) e com base na Teoria de Aprendizagem Significativa. Isto configura uma qualidade como vetor de base para sua evolução como validade social, subjetividade, reflexibilidade, adequação dos dados e adequação da interpretação.

### **3.1 PÚBLICO-ALVO**

Turma de 2º do Ensino Médio Regular (sem a nova formatação da BNCC) do turno matutino de uma escola pública estadual denominada Colégio Estadual Abdias Menezes (CEAM) situada no perímetro urbano da cidade de Vitória da Conquista, estado da Bahia, com 2 aulas semanais. Adaptações ao tempo de aula de acordo com cada realidade de percurso didático. Adaptações para outras séries e turmas são viáveis de acordo com a necessidade do mediador/professor.

### **3.2 DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

A Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) permite que o processo educacional promova uma aprendizagem significativa e crítica tal forma que a pesquisa educacional possa avançar para novos estágios. Nesse sentido (MOREIRA, 2012) assinala que promove uma progressiva evolução do empoderamento do conhecimento significativo e crítico dos estudantes em razão da utilização de distintos materiais educacionais com potencial significativo.

### **3.3 ORGANIZAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

Esta Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) foi elaborada para ser construída em sete momentos ou encontros, totalizando 14 aulas de 50 minutos cada. A estratégia utilizada foi a de fazer uso de materiais potencialmente significativos para os estudantes.

Dentre esses materiais, pode-se mencionar atividades individuais e em grupos, textos, aulas expositivas, discussões, experimentos de baixo custo, relatórios, jogo

colaborativo e avaliação final. Tais matérias foram inseridos segundo um planejamento nas etapas que constituem uma sequência didática com base em uma UEPS. As etapas que constituem uma UEPS são (MOREIRA, 2012):

- 1º) Definir o conteúdo a ser trabalhado com os estudantes.
- 2º) Propor aos estudantes situações que viabilizem a demonstração do conhecimento prévio.
- 3º) Propor situações-problema introdutórias que irão funcionar como organizador prévio.
- 4º) Apresentar aos estudantes o conhecimento a ser ensinado.
- 5º) Retomar os aspectos gerais em nível mais alto de complexidade.
- 6º) Concluir a Unidade com atividades que retomem as características mais relevantes do conteúdo em tela.
- 7º) Avaliação da aprendizagem por meio de um instrumento de natureza formativa e somativa.
- 8º) Avaliação da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa para detectar evidências de aprendizagem significativa.

As etapas elencadas acima possuem poder de comunicação entre os alunos e professor ao longo de sua construção. Isso fornece uma sinergia de ação durante todo o processo de aprendizagem que retroalimenta o processo em questão.

### 3.4 CRONOGRAMA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA (UEPS)

A **Tabela 01** mostra o cronograma de evolução progressiva da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa.

Tabela 01: Cronograma da UEPS

Aulas	Data	Descrição das atividades
01 e 02		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Apresentação e discussão da proposta</b></li> <li>➤ Natureza e objetivos da proposta da sequência didática</li> <li>➤ Aplicação do Termo de Livre Consentimento e Questionário Sócio-Cultural</li> </ul>
03 e 06		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Levantamento dos conhecimentos prévios (Subsunçores)</b></li> <li>➤ Aplicação do Questionário de forma colaborativa</li> <li>➤ Discussão das respostas apresentadas com a turma</li> <li>➤ Leitura e discussão do texto “Estratégias de controle de temperatura” da <i>Khan Academy</i></li> <li>➤ Construção de Mapas Conceituais em grupos (G)</li> </ul>
05 e 06		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Situações-problema em nível introdutório</b></li> <li>• Aula expositiva e dialogada com a turma</li> <li>• Exibição do Vídeo “Você se cobriu errado a vida inteira? Nós testamos!”</li> <li>• Construção de Nuvem de Palavras (<i>Mentimeter</i>)</li> </ul>
07 e 08		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Apresentação do Conhecimento a Ser Ensinado/Aprendido</b></li> <li>➤ Aula expositiva e dialogada com a turma</li> <li>➤ Realização, análise e discussão do Experimento Lúdico de Termodinâmica: <i>Construção Termoscópio de Galileu</i></li> <li>➤ Elaboração de relatório individual do experimento</li> </ul>
09 e 10		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Retomar os Aspectos Gerais em Nível mais Alto de Complexidade</b></li> <li>➤ Interação e discussão no jogo colaborativo de trilha “A Termodinâmica e os Seres Vivos”</li> <li>➤ Produção de respostas ao jogo colaborativo.</li> </ul>
11 e 12		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Concluir a Unidade (Diferenciação Progressiva e Reconciliação Integrativa)</b></li> <li>➤ Revisão dos conteúdos anteriormente abordados</li> <li>➤ Construção, em grupo (G), de um Mapa Conceitual sobre “Termodinâmica”</li> </ul>
13 e 16		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Avaliação da Aprendizagem através da UEPS</b></li> <li>➤ Realização da atividade final e individual (Questionário)</li> <li>➤ Aplicação do Questionário para avaliar a satisfação dos discentes em relação a metodologia utilizada</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Análise do Êxito da aplicação da UEPS</b></li> <li>➤ Realizada durante todo o processo de aplicação e de escrita da dissertação</li> </ul>

Fonte: O autor, 2022.

## Plano de ensino das aulas

- 1º Momento Pedagógico: **Apresentação e discussão da proposta.**
  - Apresentação da proposta e da assinatura dos termos de concordância e livre participação. Natureza, estrutura e dinâmica de aplicação da sequência didática no formato da UEPS. Aula com participação aberta dos alunos para oportunizar momentos de automotivação para os mesmos. Sugestão de material: **APÊNDICE A**
  
- 2º Momento Pedagógico: **Levantamento dos conhecimentos prévios (Subsunçores)**
  - Aplicação do Questionário de forma colaborativa para obtenção de uma aproximação aos subsunçores. Discussão das respostas apresentadas com a turma para automotivação visando a autoeficácia. Em seguida, o professor propõe a leitura e discussão do texto “Estratégias de controle de temperatura” da *Khan Academy*. Esta leitura visa preparar o campo cognitivo dos estudantes para a construção de Mapas Conceituais em grupos (G). Sugestão de material: **APÊNDICE B**
  
- 3º Momento Pedagógico: **Situações-problema em nível introdutório**
  - Aula expositiva e dialogada com a turma. Neste momento a atuação do professor está assentada na captação e reforço dos subsunçores na etapa anterior. Em seguida, o professor exhibe o Vídeo “Você se cobriu errado a vida inteira? Nós testamos!”. Atentar neste fase para problemas de conexão para a exibição. Para captar conceitos de aprendizagem da Termodinâmica, o professor solicita a Construção de Nuvem de Palavras (*Mentimeter*). Sugestão de material: **APÊNDICE C; APÊNDICE D**

- 4º Momento Pedagógico: **Apresentação do Conhecimento a ser Ensinado/Aprendido**

- Aula expositiva e dialogada com a turma com ajuda do quadro de branco. Aqui há a apropriação dos conceitos em uma fase mais aprofundada objetivando a realização, análise e discussão do Experimento Lúdico de Termodinâmica: *Construção Termoscópio de Galileu*. A elaboração de relatório individual do experimento permite que o professor tenha ou não evidências de aprendizagem significativa. Sugestão de material: **APÊNDICE E**

- 5º Momento Pedagógico: **Retornar os Aspectos Gerais em Nível Mais Alto de Complexidade**

- Interação e discussão no jogo colaborativo de trilha “A Termodinâmica e os Seres Vivos”. A elaboração do questionário segue as orientações do planejamento do conteúdo do professor. A produção de respostas ao jogo colaborativo confirma ou não aprendizagem na fase anterior segundo a TAS. Sugestão de material: **APÊNDICE F**

- 6º Momento Pedagógico: **Concluir a UEPS com Diferenciação Progressiva e Reconciliação Integrativa**

- Revisão dos conteúdos anteriormente abordados pelo professor. Nesta etapa os conceitos são tratados de forma mais conexa e científica. O objetivo é captar a apropriação da aprendizagem significativa por meio da construção, em grupo (G), de um Mapa Conceitual sobre “Termodinâmica”.

- 7º Momento Pedagógico: **Avaliação de Aprendizagem através da UEPS**

- Realização da atividade final e individual (Questionário) assim como a aplicação do Questionário para avaliar a satisfação dos discentes em relação a metodologia utilizada. **APÊNDICE G**

- 8º Momento Pedagógico: **Análise do Êxito da Aplicação da UEPS**

- Com base nas fases da UEPS o professor avalia o êxito ou não da UEPS.

### 3. RESULTADOS

Após a aplicação desta Unidade de Ensino Potencialmente Significativa. (UEPS) a partir dos conteúdos básicos de Termodinâmica, ou de qualquer outro conteúdo, os estudantes possam criar as condições para uma aprendizagem significativa crítica de tais conceitos em consonância com a diferenciação progressiva assim como relacionar tal diferenciação com a regulação térmica nos seres vivos ou em outras situações conexas.

### 4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F. J. **Paulo Freire**. Folha Explica, v. 81. São Paulo: Publifolha. 95p, 2009.

CARUSO RONCA, A.C. “*Teorias de ensino: A contribuição de David Ausubel*”. **Temas em Psicologia**, São Paulo, Nº 3, p. 91-95, 1994.

FERREIRA, M. et. al. *Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre óptica geométrica apoiada por vídeos, aplicativos e jogos para smartphones*. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, V. 42, 2020. Disponível em:<<https://www.scielo.br/j/rbef/a/dJv9Vkft6434ffg5tJDPbpM/?lang=pt>>. Acesso em 13/05/2022.

HOWE, M. J. A. *Understanding School Learning*. New York: Harper e Row, Publishers, 1972.

MASINI, E.F.S., MOREIRA, M.A. **Aprendizagem significativa na escola**. Curitiba, PR: Editora CVR. 87p. 2017.

MOREIRA, M. A. BUCKWEITZ, B. **Mapas Conceituais**. São Paulo: Editora Moraes, 1982.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A

#### QUESTIONÁRIO SÓCIO – ECONÔMICO – CULTURAL

Este Questionário é destinado aos estudantes da turma do 2º Ano, Turma B, turno Matutino, do Colégio Estadual Abdias Menezes (CEAM) como parte integrante da implementação de um produto educacional realizado pelo mestrando Nelson Novais Júnior, sob orientação dos Professores Dr. Luizdarcy de Matos Castro e Dr. Jorge Anderson Paiva Ramos, do curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB).

#### 1. QUAL É O SEU NOME COMPLETO?

---

#### 2. QUAL É O SEU SEXO?      ( ) Masculino ( ) Feminino

#### 3. QUAL É SUA DATA DE NASCIMENTO? (Indique o dia, o mês e o ano)

---

#### 4. ONDE MORA?

( ) Zona Urbana                      ( ) Zona Rural - Localidade:

---

#### 5. COM QUEM VOCÊ MORA?

( ) Pais                                      ( ) Irmãos (Quantos?\_\_\_\_)

( ) Parentes                              ( ) Outros (Quem?\_\_\_\_\_)

#### 6. QUAL O TIPO DE MORADIA DE SUA FAMÍLIA:

( ) Sítio ou fazenda                      ( ) Casa

( ) Apartamento                          ( ) Outro: \_\_\_\_\_

#### 7. QUAL A CONDIÇÃO DO IMÓVEL ONDE SUA FAMÍLIA RESIDE?

( ) Própria                                  ( ) Alugada                                  ( ) Outra

#### 8. EM RELAÇÃO AO ORÇAMENTO FAMILIAR, QUAL A SUA SITUAÇÃO ATUAL?



- Depende inteiramente da ajuda dos pais
- Depende financeiramente de outros parentes
- É independente financeiramente.
- É independente financeiramente e responsável **por parte** das despesas domésticas.  É independente financeiramente e responsável **por todas** as despesas domésticas.

**9. RENDA TOTAL MENSAL DA SUA FAMÍLIA:**

- Até um salário mínimo
- Mais de 1 até 3 salários mínimos
- Mais de 3 até 5 salários mínimos
- Mais de 5 salários mínimos

**10. QUAL O GRAU DE ESCOLARIDADE DA SUA MÃE OU MADASTRA?**

- Nunca estudou
- Ensino Fundamental incompleto
- Ensino Fundamental completo
- Ensino Médio incompleto
- Ensino Médio completo
- Ensino Superior
- Pós-graduação completa ou incompleta
- Não sei.

**11. QUAL O GRAU DE ESCOLARIDADE DO SEU PAI OU PADASTRO?**

- Nunca estudou
- Ensino Fundamental incompleto
- Ensino Fundamental completo
- Ensino Médio incompleto
- Ensino Médio completo
- Ensino Superior
- Pós-graduação completa ou incompleta
- Não sei.



**18. QUAL A SUA OPINIÃO SOBRE O USO DE:**

**A) USO DAS TECNOLOGIAS DA COMUNICAÇÃO**

---

---

**B) EXPERIMENTOS REAIS**

---

---

**B) EM RELAÇÃO A MELHORIA DO ENSINO ESSE TIPO DE QUESTIONÁRIO?**

- Importante
- Alguma importância
- Pouco Importante
- Fora da minha realidade
- Perda de tempo

**19. VOCÊ ACREDITA QUE POSSA EXISTIR CIÊNCIA SEM O PROFESSOR?**

- Sim
- Não

**20. VOCÊ ACREDITA SER POSSÍVEL PRODUZIR CONHECIMENTO CIENTIFICO NA SALA DE AULA?**

- Sim
- Não

**21. QUANTAS HORAS EM MÉDIA POR SEMANA VOCÊ DEDICA AOS ESTUDOS (FORA DA ESCOLA)?**

- A) menos de 2h
- B) entre 2h e 4h
- C) entre 4h e 6h
- D) mais de 6h

**22. VOCÊ USA A TECNOLOGIA EM PROL DE SEU APRENDIZADO?**

- Sim
- Não

**23. COMO VOCÊ USA OU PRETENDE USAR?**

---

---

---

*Obrigado pela participação!!!*

**Fonte:** Adaptado de SANTANA, J. (2019) e MORAES, J.U.P. (2012).

## APÊNDICE B

### Atividade 1

Questionário aplicado aos estudantes do 2º Ano, turma B, do Ensino Médio, do turno matutino, do Colégio Estadual Abdias Menezes (CEAM), localizado no município de Vitória da Conquista, estado da Bahia, como parte integrante da pesquisa de Mestrado realizada pelo discente Nelson Novais Júnior, sob orientação dos Professores Dr. Luizdarcy de Matos Castro e Dr. Jorge Anderson Paiva Ramos, ambos do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (MNPEF-UESB), intitulada **Uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa para o ensino de conceitos de termodinâmica sobre elementos da termorregulação dos seres vivos.**

.

Nome Completo: \_\_\_\_\_

### Questionário

01-(CEFET-SP) Calor é:

- a) energia em trânsito de um corpo para outro, quando entre eles há diferença de temperatura
- b) medido em graus Celsius
- c) uma forma de energia que não existe nos corpos frios
- d) uma forma de energia que se atribui aos corpos quentes
- e) o mesmo que temperatura

02-(PUCCAMP-SP) Sobre o conceito de calor pode-se afirmar que se trata de uma:

- a) medida da temperatura do sistema.
- b) forma de energia em trânsito.
- c) substância fluida.
- d) quantidade relacionada com o atrito.
- e) energia que os corpos possuem.

03-(UFP-RS) Considere as afirmações a seguir:

- I. Quando dois corpos estão em equilíbrio térmico, ambos possuem a mesma quantidade de calor.
- II. Quando dois corpos estão em equilíbrio térmico, ambos possuem a mesma temperatura.
- III. Calor é transferência de temperatura de um corpo para outro.
- IV. Calor é uma forma de energia em trânsito.

Das afirmações acima, pode-se dizer que:

- a) I, II, III e IV são corretas
- b) I, II, III são corretas
- c) I, II e IV são corretas
- d) II e IV são corretas
- e) II e III são corretas

04-(OSEC-SP) O fato de o calor passar de um corpo para outro deve-se a:

- a) quantidade de calor existente em cada um.
- b) diferença de temperatura entre eles.

- c) energia cinética total de suas moléculas.
- d) o número de calorias existentes em cada um.
- e) nada do que se afirmou acima é verdadeiro.

05-(AFA-SP) Assinale a alternativa que define corretamente calor.

- a) Trata-se de um sinônimo de temperatura em um sistema.
- b) É uma forma de energia contida no sistema.
- c) É uma energia em trânsito, de um sistema a outro, devido à diferença de temperatura entre eles.
- d) É uma forma de energia superabundante nos corpos quentes.
- e) É uma forma de energia em trânsito do corpo mais frio para o corpo mais quente.

06-(PUC-MG) Se ocorre troca de calor

08- (ENEM) Nos dias frios, é comum ouvir expressões como: “Esta roupa é quentinha” ou então “Feche a janela para o frio não entrar”. As expressões do senso comum utilizadas estão em desacordo com o conceito de calor da termodinâmica. A roupa não é “quentinha”, muito menos o frio “entra” pela janela.

A utilização das expressões “roupa é quentinha” e “para o frio não entrar” é inadequada, pois o(a):

- A) Roupa absorve a temperatura do corpo da pessoa, e o frio não entra pela janela, o calor é que sai por ela.
- B) Roupa não fornece calor por ser um isolante térmico, e o frio não entra pela janela, pois é a temperatura da sala que sai por ela.

entre dois corpos, é correto dizer que, no início desse processo, são diferentes:

- a) Suas massas.
- b) Suas capacidades térmicas.
- c) Seus calores específicos.
- d) Suas temperaturas.

07-(UFV-MG) Quando dois corpos de materiais diferentes estão em equilíbrio térmico, isolados do meio ambiente, pode-se afirmar que:

- a) o mais quente é o que possui menor massa.
- b) apesar do contato, suas temperaturas não variam.
- c) o mais quente fornece calor ao mais frio.
- d) o mais frio fornece calor ao mais quente
- e) suas temperaturas dependem de suas densidades

C) Roupa não é uma fonte de temperatura, e o frio não pode entrar pela janela, pois o calor está contido na sala, logo o calor é que sai por ela.

D) Calor não está contido num corpo, sendo uma forma de energia em trânsito de um corpo de maior temperatura para outro de menor temperatura.

E) Calor está contido no corpo da pessoa, e não na roupa, sendo uma forma de temperatura em trânsito de um corpo mais quente para um corpo mais frio.

09- (ENEM) Num experimento, um professor deixa duas bandejas de mesma massa, uma de plástico e outra de alumínio, sobre a mesa do laboratório. Após algumas horas, ele pede aos alunos que avaliem a temperatura das duas bandejas, usando para isso o tato. Seus alunos afirmam, categoricamente, que a bandeja de alumínio se encontra numa

temperatura mais baixa. Intrigado, ele propõe uma segunda atividade, em que coloca um cubo de gelo sobre cada uma das bandejas, que estão em equilíbrio térmico com o ambiente, e os questiona em qual delas a taxa de derretimento do gelo será maior.

O aluno que responder corretamente ao questionamento do professor dirá que o derretimento ocorrerá

- A) Mais rapidamente na bandeja de alumínio, pois ela tem uma maior condutividade térmica que a de plástico.
- B) Mais rapidamente na bandeja de plástico, pois ela tem inicialmente uma temperatura mais alta que a de alumínio.
- C) Mais rapidamente na bandeja de plástico, pois ela tem uma maior capacidade térmica que a de alumínio.
- D) Mais rapidamente na bandeja de alumínio, pois ela tem um calor específico menor que a de plástico.
- E) Com a mesma rapidez nas duas bandejas, pois apresentarão a mesma variação de temperatura.

10- (ENEM) Considere a tirinha, na situação em que a temperatura do ambiente é inferior à temperatura corporal dos personagens.



O incômodo mencionado pelo personagem da tirinha deve-se ao fato de que, em dias úmidos,

- A) A temperatura do vapor-d'água presente no ar é alta.
- B) O suor apresenta maior dificuldade para evaporar do corpo.
- C) A taxa de absorção de radiação pelo corpo torna-se maior.
- D) O ar torna-se mau condutor e dificulta o processo de liberação de calor.
- E) O vapor-d'água presente no ar condensa-se ao entrar em contato com a pele.

11- (ENEM-Adaptada) Observe a tirinha abaixo e, em seguida, marque a alternativa correta e responda à pergunta discursiva:



Disponível em: <http://seguindocurso.wordpress.com>. Acesso em: 28 jul. 2010.

**11.1** A tirinha faz referência a uma propriedade de uma grandeza Física, em que a função do jornal utilizado pelo homem é a de:

- A) Absorver a umidade que dissipa calor.
- B) Impedir que o frio do ambiente penetre.
- C) Manter o calor do homem concentrado.
- D) Restringir a perda de calor para o ambiente.



E) Bloquear o vento que sopra trazendo frio.

**11.2** Na tirinha, existe um elemento físico importante para a sensação térmica de “quente” e “frio”. Que elemento é esse?

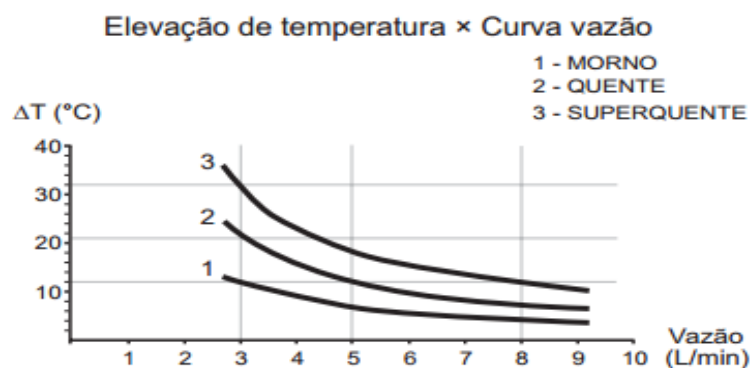
---



---

12- (ENEM- Adaptada) No manual fornecido pelo fabricante de uma ducha elétrica de 220V é apresentado um gráfico com a variação da temperatura da água em função da vazão para três condições (morno, quente e superquente). Na condição superquente, a potência dissipada é de 6500 W.

Considere o calor específico da água igual a 4200 J/(kg C) e a densidade da água igual a 1 kg/L.



Com base nas informações dadas, a potência na condição morno corresponde a que fração da potência na condição superquente?

\*\*\* Lembrar que Potência (P) de um sistema:

:

$$P = \frac{\text{Trabalho}}{\text{Tempo}}$$

- A) 1/3.
- B) 1/5.
- C) 3/5.
- D) 3/8.
- E) 5/8.

## APÊNDICE C

### TEXTO SOBRE A NATUREZA DO CALOR

Texto aplicado aos estudantes do 2º Ano, turma B, do Ensino Médio, do turno matutino, do Colégio Estadual Abdias Menezes (CEAM), localizado no município de Vitória da Conquista, estado da Bahia, como parte integrante da pesquisa de Mestrado realizada pelo discente Nelson Novais Júnior, sob orientação dos Professores Dr. Luizdarcy de Matos Castro e Dr. Jorge Anderson Paiva Ramos, ambos do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (MNPEF-UESB), intitulada **Uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa para o ensino de conceitos de termodinâmica sobre elementos da termorregulação dos seres vivos.**

No final do século XVIII, existiam duas hipóteses alternativas sobre a natureza do calor. A hipótese mais aceita considerava o calor como uma substância fluida indestrutível que “preencheria os poros” dos corpos e se escoaria de um corpo mais quente a um mais frio. Lavoisier chamou essa substância hipotética de “calórico”. A implicação era que o calor pode ser transferido de um corpo a outro, mas a quantidade total de “calórico” se conservaria, ou seja, existiria uma lei de conservação do calor.

A hipótese rival, endossada entre outros por Francis Bacon e Robert Hooke, foi assim expressa por Newton em 1704: “O calor consiste num minúsculo movimento de vibração das partículas dos corpos”. Idéias deste gênero podem ter sido sugeridas pela geração de calor por atrito, exemplificada pelo “método dos escoteiros” para acender uma fogueira, ou pelo aquecimento do ferro martelado numa bigorna.

A teoria do calórico explicava estes efeitos dizendo que o atrito, ou o martelo do ferreiro, “espremem” o calórico para fora do material, como água absorvida numa esponja. Um dos primeiros a apontar dificuldades com a teoria do calórico foi Benjamin Thomson, um aventureiro e inventor que se tornou Conde de Rumford, na Bavária (casou-se com a viúva de Lavoisier). [...] Entretanto, o calórico poderia ser um fluido imponderável, a exemplo do que se acreditava valer para a eletricidade. A principal dificuldade, porém, estava na “lei de conservação do calórico”, pois a quantidade de calórico que podia ser “espremida para fora” de um corpo por atrito era ilimitada. Com efeito, em 1798, Rumford escreveu:

“Foi por acaso que me vi levado a realizar os experimentos que vou relatar agora... Estando ocupado, ultimamente, em supervisionar a perfuração de canhões nas oficinas do arsenal militar de Munique, chamou-me a atenção o elevado grau de aquecimento de um canhão de bronze, atingido em tempos muito curtos, durante o processo de perfuração;

bem como a temperatura ainda mais alta (acima do ponto de ebulição da água, conforme verifiquei) das aparas metálicas removidas pela perfuração. Meditando sobre os resultados dessas experiências, somos naturalmente levados à grande questão que tem sido objeto de tantas especulações filosóficas, ou seja: Que é o calor? Existe um fluido ígneo? Existe alguma coisa que possamos chamar de calórico? [...] É desnecessário acrescentar que algo que qualquer corpo ou sistema de corpos isolado pode continuar fornecendo sem limites, não pode ser uma substância material, e me parece extremamente difícil, senão impossível, conceber qualquer coisa capaz de ser produzida ou transmitida da forma como o calor o era nessas experiências, exceto o MOVIMENTO.”

Rumford foi assim levado a endossar a teoria alternativa de que "... o calor não passa de um movimento vibratório que tem lugar entre as partículas do corpo". [...] Aparentemente, ele foi levado, a refletir sobre o problema quando, como médico de bordo durante uma viagem aos trópicos, observou, sangrando pacientes, que o sangue venoso parecia ser mais vermelho nessas regiões quentes do que nos climas frios da Europa, o que o levou a especular que o corpo não precisa gerar tanto calor pela queima de alimentos (visão do metabolismo devida a Lavoisier). Assim, em 1842, Mayer chegou ao primeiro enunciado geral do Princípio de Conservação da Energia:

“As energias são entidades conversíveis, mas indestrutíveis ... Em inúmeros casos, vemos que um movimento cessa sem ter produzido quer outro movimento” (energia cinética) “quer o levantamento de um peso” (energia potencial), “mas a energia, uma vez que existe, não pode ser aniquilada; pode somente mudar de forma, e daí surge a questão: Que outras formas pode ela assumir? Somente a experiência pode levar-nos a uma conclusão”. A experiência mostra que o trabalho pode (por exemplo por meio do atrito) ser convertido em calor. Logo, diz Mayer, “Se energia cinética e potencial são equivalentes a calor, é natural que calor seja equivalente a energia cinética e potencial”. Ou seja, o calor é uma forma de energia.

**Fonte:** Nussenzveig, H. M. **Curso de Física Básica 2.** 5ª Edição, revista e ampliada. São Paulo: Editora Blucher, 2014.

## APÊNDICE D

### ESTRATÉGIAS DE CONTROLE DE TEMPERATURA

Texto aplicado aos estudantes do 2º Ano, turma B, do Ensino Médio, do turno matutino, do Colégio Estadual Abdias Menezes (CEAM), localizado no município de Vitória da Conquista, estado da Bahia, como parte integrante da pesquisa de Mestrado realizada pelo discente Nelson Novais Júnior, sob orientação dos Professores Dr. Luizdarcy de Matos Castro e Dr. Jorge Anderson Paiva Ramos, ambos do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (MNPEF-UESB), intitulada **Uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa para o ensino de conceitos de termodinâmica sobre elementos da termorregulação dos seres vivos.**

### *COMO O COMPORTAMENTO, A ANATOMIA E A FISILOGIA AJUDAM OS ANIMAIS NO CONTROLE DA TEMPERATURA CORPORAL*

#### Principais pontos

- Muitos animais regulam sua temperatura corporal através do comportamento, como buscar sol ou sombra ou aconchegando-se para receber calor.
- Animais **endotérmicos** podem alterar a produção de calor metabólico para manter a temperatura corporal usando tanto a termogênese com tremor, quanto a sem tremor.
- A **vasoconstrição** — contração — e a **vasodilatação** — expansão dos vasos sanguíneos da pele podem alterar a troca de calor de um organismo com o ambiente.
- Uma **troca de calor contracorrente** é uma disposição dos vasos sanguíneos no qual o calor flui do sangue mais aquecido para o mais resfriado, geralmente reduzindo a perda de calor.
- Alguns animais usam isolamento corporal e mecanismos evaporativos, como o suor e o arquejo, na regulação da temperatura corporal.

#### Introdução

Por que os lagartos tomam banho de sol? Por que as lebres tem orelhas enormes? Por que os cães ficam ofegantes quando está muito quentes? Os animais tem maneiras diferentes de regular a temperatura do corpo! Essas estratégias **termorreguladoras** permitem que eles vivam em ambientes diferentes, incluindo alguns bastante extremos.

Vamos estudar mais de perto algumas estratégias comportamentais, processos fisiológicos e características anatômicas que ajudam os animais a regular a temperatura corporal.

#### Mecanismos da termorregulação

Os animais podem ser divididos em endotérmicos e ectotérmicos com base na regulação de sua temperatura.

- Animais **endotérmicos**, como aves e mamíferos, usam o calor metabólico para manter a temperatura corporal estável, que é frequentemente diferente da temperatura ambiente.

- Animais **ectotérmicos**, como lagartos e cobras, não usam o calor metabólico para manter a temperatura corporal, mas se mantêm na temperatura ambiente.

Ambos animais endotérmicos e ectotérmicos possuem **adaptações** — características que surgiram pela seleção natural — que ajudam a manter uma temperatura corporal saudável. Essas adaptações podem ser comportamentais, anatômicas ou fisiológicas. Algumas aumentam a produção de calor quando está frio — no caso dos endotérmicos. Outros, tanto endotérmicos quanto ectotérmicos, aumentam ou diminuem a troca de calor com o ambiente.

Neste artigo vamos estudar três grandes categorias de mecanismos termorreguladores:

- Alterações comportamentais
- Aumento da produção metabólica de calor
- Controle da troca de calor com o ambiente

### **Estratégias comportamentais**

Como *you* regula sua temperatura corporal usando seu comportamento? Em um dia quente, você pode nadar, beber água gelada ou sentar-se à sombra. Em um dia frio, você coloca um casaco, senta-se em um canto mais quente ou come uma tigela de sopa quentinha.

Animais não humanos têm tipos semelhantes de comportamentos. Por exemplo, os elefantes borrifam água em si mesmos para se refrescarem em um dia quente e muitos animais procuram por sombras quando sua temperatura está elevada. Por outro lado, lagartos geralmente se esticam em rochas quentes para se aquecerem, e os pinguins ficam juntinhos para reter calor.

Alguns animais ectotérmicos são tão bons em usar estratégias comportamentais para regular a temperatura, que eles conseguem mantê-la numa faixa estável, mesmo sem o calor produzido pelo metabolismo.

### **Aumentando a produção de calor - termogênese**

Os endotérmicos têm vários meios de aumentar a produção de calor metabólico, ou **termogênese**, em resposta ao ambiente frio.

Uma maneira de produzir calor metabólico é através da contração muscular — por exemplo, você treme incontrolavelmente quando está com muito frio. Tanto os movimentos deliberados — como esfregar as mãos ou dar uma caminhada — quanto o tremor, aumentam a atividade muscular e aceleram a produção de calor.

A **termogênese sem tremor** fornece outro mecanismo para a produção de calor. Esse mecanismo depende de tecido adiposo especializado, conhecido como **gordura marrom**, ou tecido adiposo marrom. Alguns mamíferos, especialmente os hibernadores e os filhotes têm muita gordura marrom. A gordura marrom contém muitas mitocôndrias com proteínas especiais que as deixam liberar energia de moléculas combustíveis, diretamente como calor, ao invés de canalizá-la para a formação do transportador de energia ATP.

Para saber mais como a energia é liberada em forma de calor nas células adiposas marrons, verifique a seção sobre proteínas de desacoplamento no artigo de oxidação fosforilativa.

## Controlando perda e ganho de calor

Os animais também possuem estruturas corporais e respostas fisiológicas que controlam o quanto de calor eles irão trocar com o ambiente:

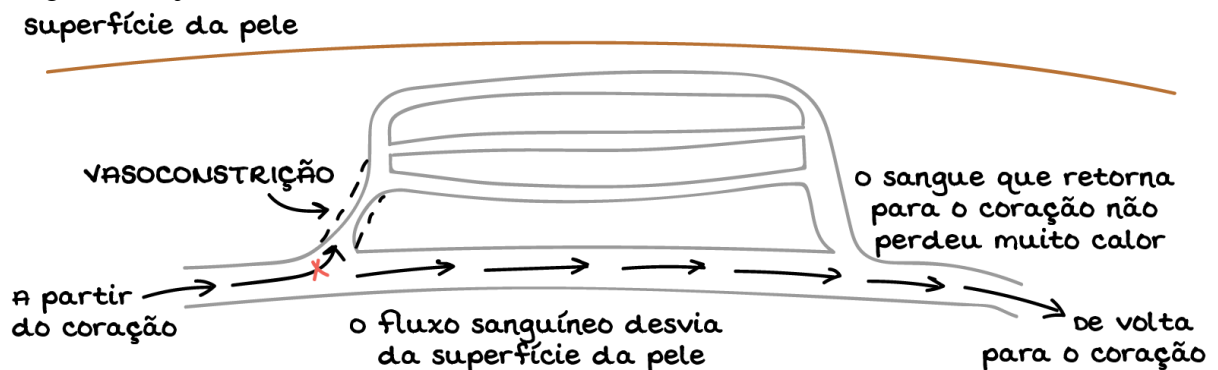
- Mecanismos do sistema circulatório, como alterar o padrão do fluxo sanguíneo
- Isolamento, como pelos, gordura ou penas
- Mecanismos de evaporação, como ofegar e suar

## Mecanismos circulatórios

A superfície corporal é o principal local de troca de calor com o meio ambiente. Controlar o fluxo de sangue da pele é uma forma importante de controlar a taxa de perda - ou de ganho - de calor para os arredores.

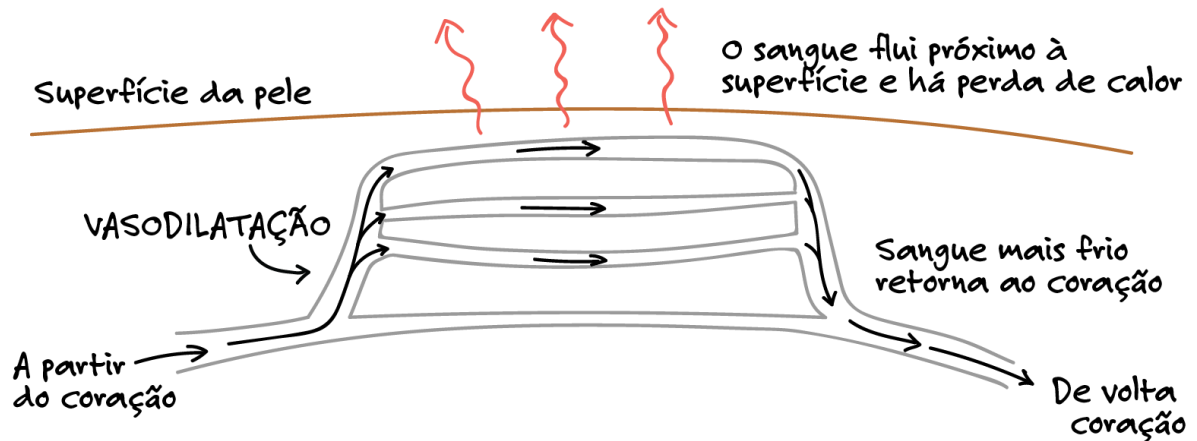
### Vasoconstrição e vasodilatação

Em animais endotérmicos, o sangue quente do centro do corpo geralmente perde calor para o ambiente quando flui próximo à pele. A diminuição do diâmetro dos vasos sanguíneos que suprem a pele, um processo chamado de **vasoconstrição**, reduz o fluxo sanguíneo e ajuda a reter calor.



Uma rede de capilares próximos à superfície da pele é alimentada por um vaso sanguíneo que pode ser vasoconstrito - estreitado - ou vasodilatado - expandido - para controlar o fluxo de sangue através dos capilares. Quando está frio, o vaso sanguíneo é vasoconstrito, e o sangue vindo do coração não entra na rede capilar, ao contrário, percorre um vaso sanguíneo alternativo "um desvio" que permite que ele evite a superfície da pele. Assim, o sangue que retorna ao coração não perde muito calor.

Por outro lado, quando um animal endotérmico precisa perder calor — por exemplo, depois de correr intensamente para fugir de um predador — esses vasos sanguíneos expandem, ou dilatam. Esse processo é chamado de **vasodilatação**. A vasodilatação aumenta o fluxo sanguíneo para a pele e ajuda o animal a perder parte do calor excedente do corpo para o ambiente.



Uma rede de capilares próxima à superfície da pele é alimentada por um vaso sanguíneo que pode ser vasoconstrito - estreitado - ou vasodilatado - expandido - para controlar o fluxo sanguíneo através dos capilares. Quando está quente, este vaso sanguíneo é vasodilatado e o sangue vindo do coração entra na rede de capilares, ao invés de entrar em um vaso sanguíneo alternativo "desvio" que o deixaria evitar a superfície da pele. À medida que passa próximo à pele, o sangue perde calor para o ambiente mais fresco e estará resfriado quando deixar a rede de capilares e voltar para o coração.

Mamíferos peludos geralmente possuem uma rede de vasos sanguíneos especial para a troca de calor localizado em áreas sem pelos. Por exemplo, lebres tem orelhas bastante longas com muitos vasos sanguíneos que permite perder calor rapidamente. Essa adaptação ajuda-os a sobreviver no deserto quente.

Alguns ectotérmicos também regulam o fluxo sanguíneo para a pele como uma maneira de conservar calor. Por exemplo, iguanas reduzem o fluxo sanguíneo para a pele quando nadam em águas geladas para ajudar a manter o calor que absorveram quando estiveram na terra.

### Troca de calor contracorrente

Muitas aves e mamíferos apresentam **trocas de calor contracorrente**, que são adaptações do sistema circulatório que permitem que o calor seja transferido dos vasos sanguíneos contendo sangue mais quente para aqueles contendo sangue mais frio. Para entender como isso funciona, vamos ver um exemplo.

Na perna de uma ave pernaltá, a artéria que percorre a perna carrega sangue aquecido do corpo. A artéria é posicionada bem ao lado de uma veia que carrega sangue frio que vem do pé. O sangue quente descendente passa muito do seu calor para o sangue frio ascendente, por condução. Isso significa que menos calor será perdido no pé devido à redução na diferença de temperatura entre o sangue mais frio e os seus arredores e que o sangue que retorna à área central do corpo esteja relativamente aquecido, prevenindo o centro do corpo de esfriar.

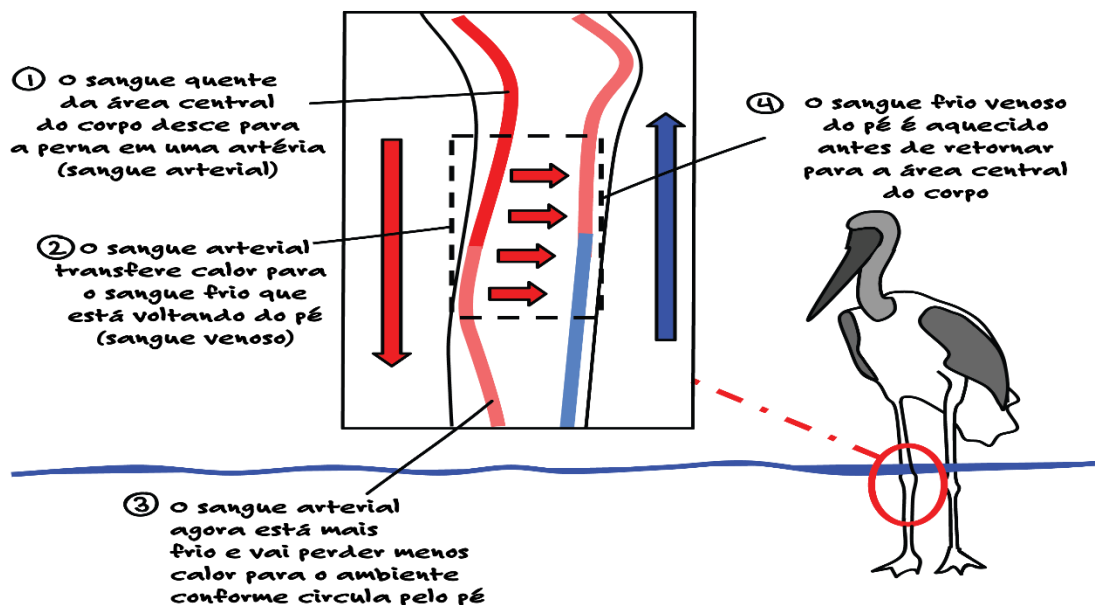


Diagrama de disposição de vaso sanguíneo na perna de uma ave limícola.

1. Sangue arterial quente do centro do corpo desce a perna por uma artéria.
2. O sangue arterial transfere calor para o sangue venoso frio que volta do pé.
3. O sangue arterial está agora mais frio e perderá menos calor para o ambiente à medida que for para o pé.
4. O sangue venoso frio, subindo do pé, é aquecido antes que retorne para o centro do corpo.

### Isolamento

Outra maneira de minimizar a perda de calor para o ambiente é através do **isolamento**. As aves usam penas e a maioria dos mamíferos usam cabelos ou pelos, para manter uma camada de ar perto da pele e reduzir a transferência de calor para o meio ambiente. Mamíferos marinhos como as baleias usam a banha, uma grossa camada de gordura, como uma forma eficiente de isolamento.

Em climas frios, as aves "afofam" suas penas e os mamíferos seus pelos, para aumentar a camada de isolamento. O mesmo acontece com as pessoas — arrepios — que não são tão eficientes devido ao pouco pelo que temos. Por isso, a maioria de nós coloca uma blusa!

### Mecanismos evaporativos

Animais terrestres geralmente perdem água pela pele, boca e nariz pela evaporação para o ar. A evaporação remove calor e atua como mecanismo de resfriamento.

Por exemplo, muitos mamíferos podem ativar mecanismos como suor, ou ficar ofegante, para aumentar o resfriamento do corpo pela evaporação em resposta às altas temperaturas corpóreas.



- Durante a transpiração, as glândulas da pele secretam água contendo vários íons - os "eletrólitos", que reabastecemos com bebidas esportivas. Apenas os mamíferos suam.

- Quando ofegante, um animal respira rápido e superficialmente com a boca aberta para aumentar a evaporação das superfícies da boca. Ambos os mamíferos e as aves ofegam, ou pelo menos usam estratégias de respiração semelhantes para esfriar.

Em algumas espécies, como os cachorros, o resfriamento evaporativo através do ofegar, combinado com a troca de calor contracorrente, auxiliam a evitar o superaquecimento do cérebro!

**\*Compilado a partir de *Khan Academy*:< <https://pt.khanacademy.org/science/ap-biology/ecology-ap/energy-flow-through-ecosystems/a/animal-temperature-regulation-strategies#:~:text=Principais%20pontos,tremor%2C%20quanto%20a%20sem%20tremor>>.**

**\*\* Todas as ilustrações: crédito *Khan Academy*.**

## APÊNDICE E

### QUESTIONÁRIO SOBRE EXPERIÊNCIA LÚDICA NA TERMODINÂMICA “*TERMOSCÓPIO DE GALILEU*”

Questionário aplicado aos estudantes do 2º Ano, turma B, do Ensino Médio, do turno matutino, do Colégio Estadual Abdias Menezes (CEAM), localizado no município de Vitória da Conquista, estado da Bahia, como parte integrante da pesquisa de Mestrado realizada pelo discente Nelson Novais Júnior, sob orientação dos Professores Dr. Luizdarcy de Matos Castro e Dr. Jorge Anderson Paiva Ramos, ambos do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (MNPEF-UESB), intitulada **Uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa para o ensino de conceitos de termodinâmica sobre elementos da termorregulação dos seres vivos.**

**NOME COMPLETO:**

---

**1- Em relação à postura do professor durante a demonstração no laboratório:**

A ( ) Foi diferente da aula habitual, possibilitou a participação dos alunos através de perguntas e comentários.

B ( ) Foi diferente da aula habitual, mas a mudança não propiciou a participação positiva dos estudantes por meio de perguntas e comentários.

C ( ) Foi a mesma postura que o professor utiliza em outras aulas sem o uso de equipamentos

D ( ) Não modificou positivamente a percepção que se tem do conteúdo de Física.

**2- Algum questionamento/comentário de outro estudante lhe ajudou a entender o conteúdo?**

A ( ) Sim

B ( ) Não

**3- Algum questionamento/comentário do professor lhe ajudou a entender o conteúdo?**

A ( ) Sim

B ( ) Não

**4- O conteúdo trabalho pela demonstração já havia sido lecionado a você?**

A ( ) Sim \_\_\_\_\_ Eu estava na \_\_\_\_\_ série.

B ( ) Não

**5- Avalie a qualidade do experimento pelos critérios propostos abaixo:**

<b>Critério</b>	<b>Ruim</b>	<b>Regular</b>	<b>Bom</b>	<b>Ótimo</b>
<b>Interação professor-aluno</b>				
<b>Qualidade do equipamento</b>				
<b>Interação entre alunos na aula</b>				
<b>Interesse que aula despertou em você</b>				
<b>Interesse da sala pela apresentação</b>				

**6- Quais aspectos você considera importante no experimento?**

---



---



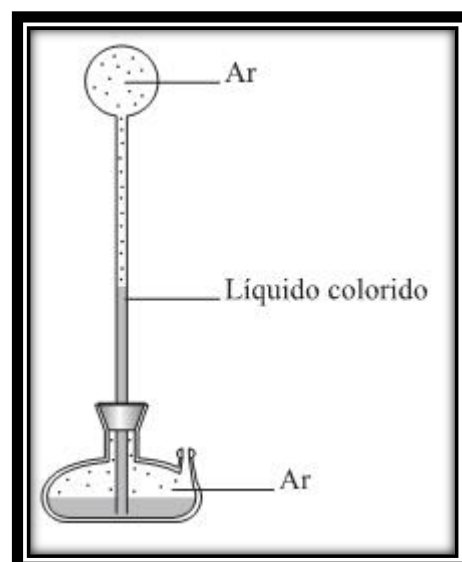
---



---

- 7- Na figura abaixo encontra-se o dispositivo conhecido como *Termoscópio de Galileu* (inventado pelo cientista italiano Galilei Galileu por volta de 1592). Enumere 3 motivos da importância desse instrumento para a evolução da Termodinâmica.

- A) \_\_\_\_\_  
 B) \_\_\_\_\_  
 C) \_\_\_\_\_



Fonte: MNPEF, UFRGS, 2022.

- 8- O que você gostaria de sugerir para outras aulas experimentais (demonstrativas)?

---



---



---

- 9- Para você, qual foi o principal motivo da aula experimental (demonstrativa)?

---



---



---

**OBRIGADO!!!**

## APÊNDICE F

### Efeito do Calor nos Seres Vivos

Nesta etapa buscou-se utilizar um jogo cooperativo de trilha que pode ser facilmente construído para o conteúdo em questão. O material necessário é:

a) Os dados que podem ser adquiridos em lojas de brinquedos e similares ou construído pelo próprio professor com papelão nas dimensões de aresta de 17 cm e revestido de EVA de cores distintas em cada face conforme **Fotografias 01 e 02**, respectivamente.

b) Impressão da trilha em formato A4.

c) Impressão das perguntas em formato A1.

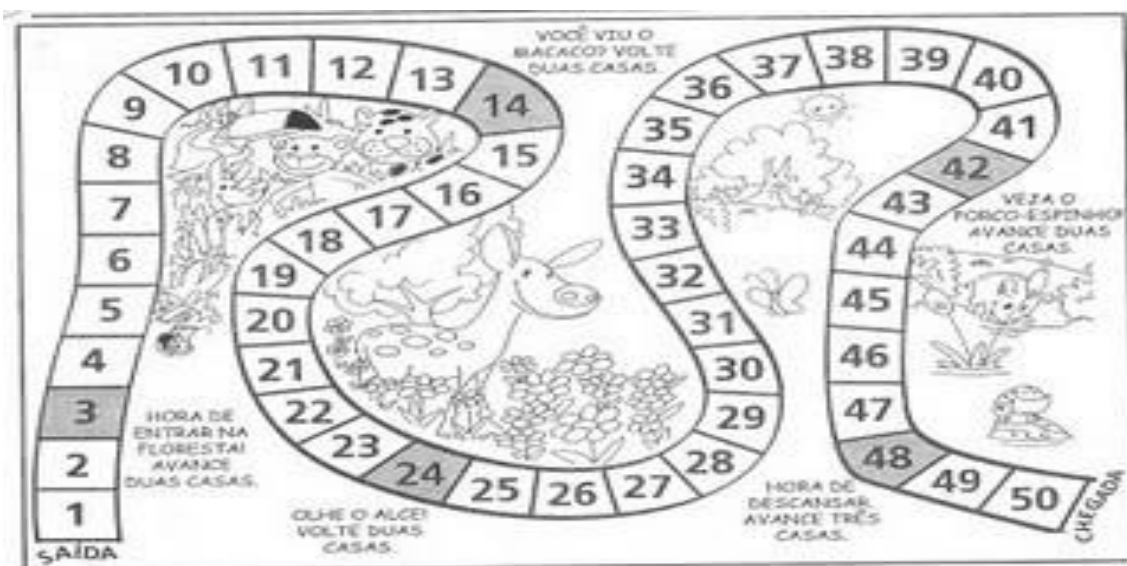
Fotografias 01 e 02: Modelo de dado disponível no mercado (esquerda) e fabricado (direita)



Fonte: Dado da Pesquisa, 2022.

A operacionalização do jogo começa com a sala dividida em grupos. Cada grupo lança seu dado e, de acordo com o número da face do dado, responde a uma questão do bloco de perguntas. Finaliza o jogo o grupo que chegar até o final da trilha. A **Figura abaixo** mostra o exemplo de trilha usado.

Figura : Jogo de Trilha



Fonte: < <https://br.pinterest.com/pin/587790188885111261/> >. Acesso em 23/08/2022.

No caso que o professor não disponha de aulas geminadas para realizar o jogo pode reduzir o tamanho da trilha à metade.

As perguntas para o jogo são elaboradas em nível e profundidade pelo professor segundo o processo mais alto de complexidade conforme ilustra a Tabela abaixo.

## Tabela: Jogo de Trilha

**TABELA DE QUESTÕES JOGO DE TRILHA**

\*O Bloco refere-se ao número de face do lançamento do dado do qual o grupo deverá responder, ordinariamente, às perguntas propostas.

## Questões Bloco 1:

- a) Diferencie calor de temperatura.
- b) Defina Calor de um corpo.
- c) Qual a importância do estudo da Termodinâmica?
- d) Qual o entendimento sobre o conceito de Equilíbrio Térmico?
- e) Historicamente como foi percebida a natureza do calor?

## Questões Bloco 2:

- a) O que diz a Teoria Cinética da Matéria (TCM)?
- b) O calor é medido em qual unidade no Sistema Internacional (SI)?
- c) Como se mede a temperatura de um corpo?
- d) O que são fontes térmicas?
- e) Qual a importância de se identificar as fontes térmicas?

## Questões Bloco 3

- a) Qual o papel de Antoine de Lawrence Lavoisier no desenvolvimento da Termodinâmica?
- b) Por que em certos seres vivos a temperatura não pode variar demasiadamente?
- c) Como ocorre os processos de propagação do calor?
- d) A Termodinâmica é uma ciência completa?
- e) Como o calor afeta os sistemas físicos?

## Questões Bloco 4

- a) Qual a relação entre temperatura e vasodilatação?
- b) Os motores à combustão têm seu funcionamento baseado na Termodinâmica. Essa tecnologia tende a evolucionar?
- c) Qual a importância do estudo da Termodinâmica?
- d) Os seres vivos desenvolveram, ao longo do tempo, formas de controlar a temperatura do corpo? Comente essa afirmação.
- e) Por que a febre é perigosa para o corpo humano?

**Questões Bloco 5**

- a) Por que a natureza do calor não foi determinada completamente?
- b) Como os Gregos viam o Calor?
- c) O Sol é uma fonte de Calor? Comente sua resposta.
- d) É possível que em um futuro distante todo o universo atinja o Equilíbrio Térmico?
- e) Qual o entendimento sobre o Zero Absoluto na temperatura?

**Questões Bloco 6**

- a) Como os Alquimistas viam o Calor?
- b) Existe Temperatura negativa?
- c) Todo Calor dissipado é, na verdade, energia não aproveitada?
- d) Qual o entendimento sobre o conceito de *Permata* do Calor?
- e) Defina o Princípio Unidirecional do Calor.

Fonte: Dado da Pesquisa, 2022.

Em caso de que algum grupo tenha esgotado seu rol de perguntas referente a um bloco deve responder às perguntas que ainda restam do bloco imediatamente superior. Em caso de novo esgotamento, deve responder as perguntas restantes de outros blocos à livre escolha.

A questão de um jogo envolve uma suposta competição por quem finaliza primeiro sua trilha e isso motiva e estimula os estudantes na consecução do trabalho



## APÊNDICE G

### Atividade 2

Questionário aplicado aos estudantes do 2º Ano, turma B, do Ensino Médio, do turno matutino, do Colégio Estadual Abdias Menezes (CEAM), localizado no município de Vitória da Conquista, estado da Bahia, como parte integrante da pesquisa de Mestrado realizada pelo discente Nelson Novais Júnior, sob orientação dos Professores Dr. Luizdarcy de Matos Castro e Dr. Jorge Anderson Paiva Ramos, ambos do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (MNPEF-UESB), intitulada **Uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa para o ensino de conceitos de termodinâmica sobre elementos da termorregulação dos seres vivos.**

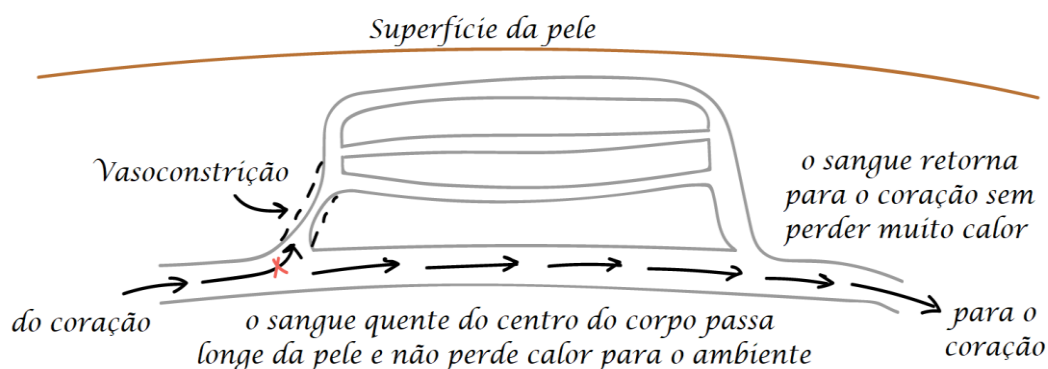
Nome Completo: \_\_\_\_\_

#### Instruções:

- 1) Responda as questões abaixo de forma clara e objetiva.
- 2) Não rasure suas respostas.
- 3) Cada Questão possui seu descritor junto à BNCC.
- 4) O crédito de TODAS as imagem são do artigo “Estratégias de Controle de Temperatura” da *Khan Academy*.

***Bom trabalho!!!***

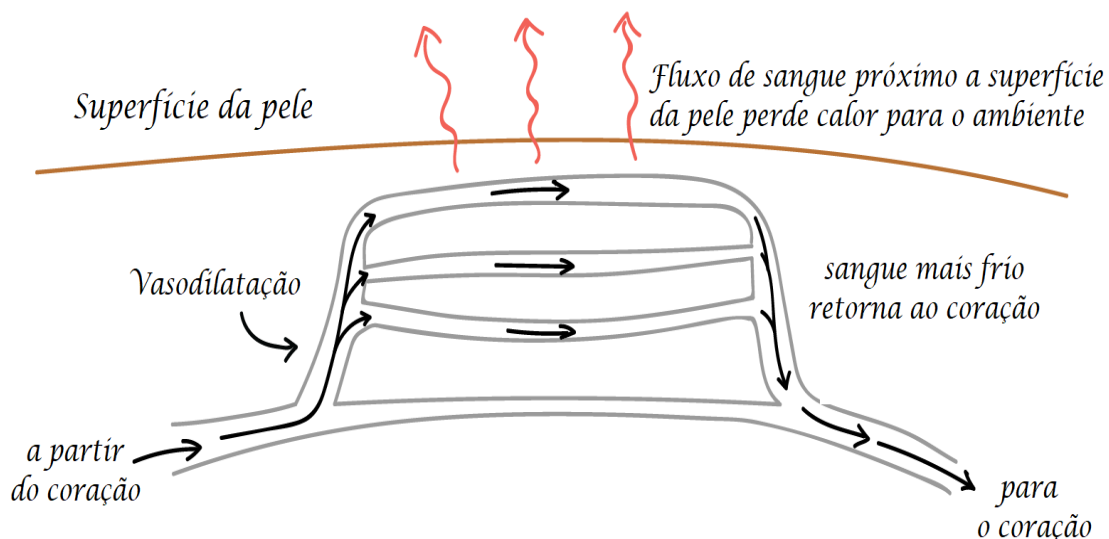
1- A figura abaixo mostra o fluxo sanguíneo que ocorre um ser vivo. Sua trajetória demonstra que “...em animais endotérmicos, o sangue quente do centro do corpo geralmente perde calor para o ambiente quando flui próximo à pele”. **Descritor:** **BNCC.EM Ciências: EM13CNT207, EM13CNT306**



**Figura 01:** Calor e temperatura nos seres vivos. Tradução livre de CASTRO, L.M., 2022.

Explique essa fisiologia com base nos seus conhecimentos sobre temperatura e calor.

2- A figura abaixo mostra o fluxo sanguíneo que ocorre em um ser vivo. Sua trajetória demonstra que “quando um animal endotérmico precisa perder calor — por exemplo, depois de correr intensamente para fugir de um predador — esses vasos sanguíneos expandem,”. Essa expansão corresponde a um processo físico importante para a termorregulação dos seres vivos. **Descritor: BNCC.EM Ciências: EM13CNT207, EM13CNT306**



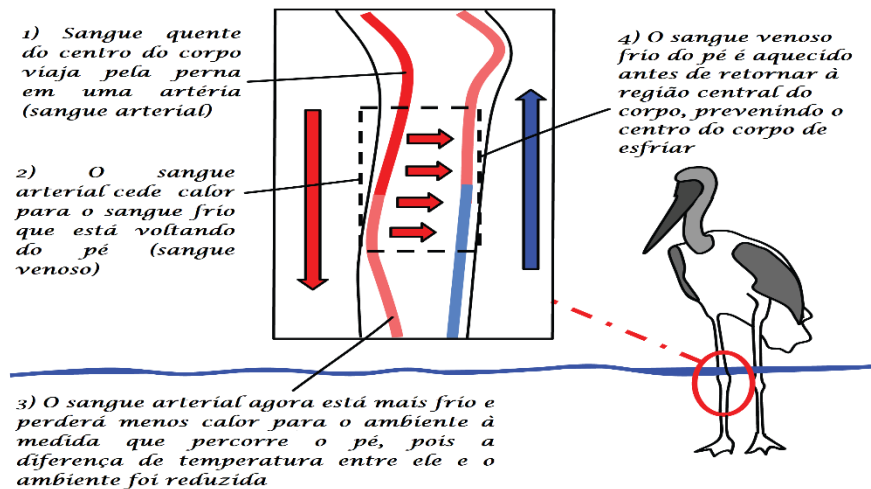
**Figura 02:** Calor e temperatura nos seres vivos. Tradução livre de CASTRO, L.M., 2022.

Você poderia responder que processo é esse e por que ele ocorre?

3- Diversos seres vivos apresentam estruturas anatômicas que são adaptações voltadas para a circulação que permitem trocar sangue quente por sangue frio nos vasos

sanguíneos. A fisiologia envolvida no processo de troca de calor contracorrente é ilustrada conforme a **Figura 03** abaixo. **Descritor:** BNCC.EM

**Ciências:** EM13CNT207, EM13CNT306



**Figura 03:** Calor e temperatura nos seres vivos. Tradução livre de CASTRO, L.M., 2022.

Qual a importância da termorregulação e do fluxo de calor nesse sistema biológico?

---



---



---



---



---

4- Muitos animais regulam sua temperatura corporal através do comportamento, como buscar sol ou sombra ou aconchegando-se para receber calor. **Qual afirmação melhor descreve termorregulação?** **Descritor:** BNCC.EM

**Ciências:** EM13CNT207, EM13CNT306

- A) Manutenção da temperatura corporal
- B) **Regulação de fluidos**
- C) **Equilíbrio do açúcar no sangue**
- D) **Controle dos níveis de oxigênio e dióxido de carbono**
- E) **Nenhuma Resposta Anterior (NRA)**

5- Qual dos seguintes **NÃO** é um método usado pelos endotérmicos para esquentar o corpo em temperaturas baixas? **Descritor: BNCC.EM**

**Ciências: EM13CNT207, EM13CNT306**

- A) Termogênese não-transmissora
- B) Vasoconstrição
- C) Tremor
- D) Ofegar
- E) Movimentar

6- Qual a resposta provável de um ser ectodérmico se a temperatura ambiental aumentar 10°C? **Descritor: BNCC.EM Ciências: EM13CNT207, EM13CNT306**

- A) Irá se realocar para uma área mais fria e sombreada
- B) Vai começar a tremer
- C) Ele vai começar a suar
- D) Ele vai experimentar uma vasodilatação
- E) Ele vai desenvolver uma maior absorção de água

7- Qual das seguintes adaptações produziria um aumento na temperatura corporal de um ser ectodérmico? **Descritor: BNCC.EM Ciências: EM13CNT207, EM13CNT306.**

**Escolha 2 respostas.**

- A) Aquecer-se numa pedra
- B) Metabolismo de gordura marrom
- C) Aconchegar
- D) Procurar sombra
- E) Diminuir seu metabolismo
- F) Aumentar a sudorese
- G) Alimentar-se de proteínas

8- Observe a tirinha abaixo. Com base no seu conhecimento atual sobre Termodinâmica, elabore comentários sobre o conteúdo nela contido: **Descritor: BNCC.EM Ciências: EM13CNT207, EM13CNT306**



Fonte: <https://sites.google.com/site/fisicaprofjanioreal/tirinhas/calor>. Acesso em 13/07/2022.

---

---

---

---

---

**MUITO  
OBRIGADO!**

---