



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE  
DO PARANÁ**

***Campus Cornélio Procópio***

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO**

---

ROSA SHIZUE ABE

**CONTROLE DA TEMPERATURA CORPÓREA DOS  
ANIMAIS: CONSTRUÇÃO E APLICAÇÃO DE UMA  
SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA ALUNOS DO ENSINO  
FUNDAMENTAL II**

ROSA SHIZUE ABE

**CONTROLE DA TEMPERATURA CORPÓREA DOS  
ANIMAIS: CONSTRUÇÃO E APLICAÇÃO DE UMA  
SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA ALUNOS DO ENSINO  
FUNDAMENTAL II**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino da Universidade Estadual do Norte do Paraná – *Campus* Cornélio Procópio, como requisito à obtenção do título de Mestre em Ensino.

Orientador: Prof. Dr. Lucken Bueno Lucas

Coorientadora: Profa. Dra. Lindalva Pereira

CORNÉLIO PROCÓPIO – PR  
2017

Ficha catalográfica elaborada pelo autor, através do  
Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UENP

S788c Shizue Abe, Rosa  
Controle da temperatura corpórea dos animais:  
construção e aplicação de uma sequência didática para  
alunos do Ensino Fundamental II / Rosa Shizue Abe;  
orientador Lucken Bueno Lucas; co-orientador  
Lindalva Pereira - Cornélio Procópio, 2017.  
106 p.

Dissertação (Mestrado em Ensino) - Universidade  
Estadual do Norte do Paraná, Centro de Ciências  
Humanas e da Educação, Programa de Pós-Graduação em  
Ensino, 2017.

1. Sequência didática. 2. Termorregulação animal.  
3. Transposição didática . I. Bueno Lucas, Lucken,  
orient. II. Pereira, Lindalva, co-orient. III. Título.

ROSA SHIZUE ABE

**CONTROLE DA TEMPERATURA CORPÓREA DOS ANIMAIS:  
CONSTRUÇÃO E APLICAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA  
ALUNOS DO ENSINO FUNDAMENTAL II**

Dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino da Universidade Estadual do Norte do Paraná – *Campus* Cornélio Procópio, como requisito à obtenção do título de Mestre em Ensino.

Após realização de Defesa Pública o trabalho foi considerado:

---

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientador: Prof. Dr. Lucken Bueno Lucas  
Universidade Estadual do Norte do Paraná – UENP/CCP

---

Coorientadora: Profa. Dra. Lindalva Pereira  
Universidade Estadual do Norte do Paraná – UENP/CCP

---

Profa. Dra. Mariana Aparecida Bologna Soares de Andrade  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Profa. Dra. Priscila Carozza Frasson Costa  
Universidade Estadual do Norte do Paraná – UENP/CLM

Cornélio Procópio, 19 de dezembro de 2017.

Dedico este trabalho à minha família.

## AGRADECIMENTO(S)

Agradeço primeiramente a Deus por ter me sustentado em todos os momentos de minha vida.

Estendo meus agradecimentos ao companheiro Clóvis Clayton Contardi permitindo que fosse possível a realização deste projeto, e aos meus filhos Uriel Abe Contardi e Micael Abe Contardi, pela compreensão de minha ausência e momentos de conturbação.

Agradeço em especial ao meu orientador Prof. Dr. Lucken Bueno Lucas, não só pela constante orientação neste trabalho, mas sobretudo pela sua amizade, paciência e credibilidade em meu trabalho e pessoa.

À Profa. Dra. Lindalva Pereira por seus valiosos ensinamentos, consentindo ser minha coorientadora neste empreendimento.

Às professoras Dra. Mariana Aparecida Bologna Soares de Andrade e Dra. Priscila Carozza Frasson Costa por aceitarem participar da Banca de Defesa.

Aos colegas de trabalho do Colégio Estadual Zulmira Marchesi da Silva e Colégio Estadual Dulce de Souza Carvalho, que possibilitaram minha frequência às aulas do Programa de Pós-graduação em Ensino-PPGEN.

Aos colegas da 1ª turma do PPGEN- UENP- *Campus* Cornélio Procópio pelo incentivo, aprendizado e momentos únicos de compartilhamentos, tanto de alegria e acalento.

Gostaria de agradecer também algumas pessoas que contribuíram, em especial à secretária Daniela Caetano Cabral Mônica e Mariana Israel Faria, que me atenderam solícitadamente com carinho.

ABE, Rosa Shizue. **Controle da temperatura corpórea dos animais**: construção e aplicação de uma sequência didática para alunos do Ensino Fundamental II. 2017. 106 fls. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino) – Universidade Estadual do Norte do Paraná, Cornélio Procópio, 2017.

## RESUMO

Esta dissertação evidencia problemas da classificação dos animais quanto à regulação de sua temperatura corpórea no âmbito da literatura de Fisiologia Animal e em livros didáticos utilizados na Educação Básica, propondo, a partir de uma sequência didática baseada em pressupostos didáticos de Zabala, uma abordagem mais apropriada para o ensino desse assunto. A sequência foi implementada em uma turma de 7º ano do Ensino Fundamental II do Colégio Estadual Zulmira Marchesi da Silva, localizado no município de Cornélio Procópio, Estado do Paraná, considerando os cuidados metodológicos da transposição didática (Chevallard). As atividades realizadas pelos alunos ao longo da aplicação da sequência (dados da pesquisa) foram analisadas por meio do referencial da Análise Textual Discursiva, e tipificadas em quatro categorias de análise: I. Noções distantes da Fisiologia Animal recente; II. Noções incompletas em relação à Fisiologia Animal; III. Noções próximas à Fisiologia Animal recente; e IV Contribuições das atividades da sequência didática. Como resultado, os dados mostraram as contribuições da referida sequência para a aprendizagem da termorregulação animal, sobretudo considerando o contingente progressivo de respostas cujos conteúdos se apresentaram mais próximos das noções fisiológicas recentes (categoria III). Embora ponderadas algumas limitações, houve uma significativa aceitação da proposta por parte dos alunos, sugerindo a utilização desse material por outros professores de Ciências mediante devidas adequações contextuais.

**Palavras-chaves:** Sequência didática. Termorregulação animal. Transposição didática. Ensino de Ciências.

ABE, Rosa Shizue. **Control of the body temperature of living beings**: construction and application of a didactic sequence for students from elementary II. 2017. 106 fls. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino) – Universidade Estadual do Norte do Paraná, Cornélio Procópio, 2017.

## ABSTRACT

This dissertation evidences problems with the classification of animals regarding regulation of their body temperature in the scope of Animal Physiology literature and textbooks used in Basic Education, proposing, with a didactic sequence based on the didactic presuppositions of Zabala, a more appropriate approach to the teaching of this subject. The sequence was applied to students of a 7<sup>th</sup> grade class of Elementary II from a public school in a municipality in the northern region of the State of Paraná, considering the methodological care of didactic transposition (Chevallard). The activities performed by the students during the application of the sequence (research data) were analyzed using the Discursive Textual Analysis framework, and classified into four categories of analysis: I. Disparate notions of recent Animal Physiology; II. Incomplete notions regarding Animal Physiology; III. Notions close to recent Animal Physiology; and IV. Contributions of the activities to the didactic sequence. As a result, the data demonstrated the contributions of this sequence to the learning of animal thermoregulation, especially considering the progressive contingent of responses whose contents were closer to recent physiological notions (category III). Although some limitations were considered, there was significant acceptance of the proposal on the part of the students, suggesting the use of this material by other teachers of Sciences due to appropriate contextual adaptations.

**Key-words:** Didactic sequence. Animal thermoregulation. Didactic transposition. Science teaching.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Estratégias térmicas.....	34
Figura 2 – Vista dos músculos do voo de uma abelha.....	37
Figura 3 – Trocadores de calor contracorrente no músculo do atum.....	40
Figura 4 – Fluxo sanguíneo com e sem troca de calor por contracorrente.....	41
Figura 5 – Sistema de Chevallard.....	48
Figura 6 – Sistema didático.....	53

## LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Conteúdos Estruturantes e Básicos segundo as Diretrizes Curriculares Orientadoras da Educação Básica do Estado do Paraná – Ciências.....	18
Quadro 02 – A termorregulação em livros didáticos.....	22
Quadro 03 – Problemas do uso das terminologias adequadas .....	32
Quadro 04 – Comparativo de tipos de hipotermia .....	43
Quadro 05 – Justificativas da não-hibernação do urso no inverno .....	44
Quadro 06 – Exemplar genérico de sequência didática.....	57
Quadro 07 – Esquema geral da sequência didática.....	65
Quadro 08 – Categoria 1.....	78
Quadro 09 – Categoria 2.....	81
Quadro 10 – Categoria 3.....	84
Quadro 11 – Categoria 4.....	94

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
DCE	Diretrizes Curriculares da Educação Básica
PNL	Programa Nacional do Livro Didático
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais

## SUMÁRIO

	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>1</b>	<b>A TERMORREGULAÇÃO ANIMAL NOS DOCUMENTOS OFICIAIS DO PARANÁ E EM LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS</b> .....	17
<b>2</b>	<b>O PROBLEMA DA ‘CONFUSÃO’ TERMINOLÓGICA NAS EXPLICAÇÕES DA TERMORREGULAÇÃO ANIMAL</b> .....	24
2.1	COMPREENDENDO ALGUMAS TERMINOLOGIAS MAIS APROPRIADAS PARA A TERMORREGULAÇÃO ANIMAL .....	35
<b>3</b>	<b>APORTES DA TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA DE CHEVALLARD PARA O ENSINO DE TERMORREGULAÇÃO ANIMAL</b> .....	47
3.1	A VIGILÂNCIA DA TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA .....	50
3.2	O SISTEMA DIDÁTICO .....	52
<b>4</b>	<b>SUBSÍDIOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS PARA A CONSTRUÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA</b> .....	55
<b>5</b>	<b>ENCAMINHAMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA</b> .....	60
5.1	PARTICIPANTES DA PESQUISA .....	61
5.2	ATIVIDADES DA SEQUÊNCIA A SEREM ANALISADAS APÓS SUA APLICAÇÃO .....	61
5.3	REFERENCIAL PARA A ANÁLISE DOS DADOS .....	62
<b>6</b>	<b>PRODUÇÃO TÉCNICA EDUCACIONAL: APRESENTAÇÃO ESTRUTURAL DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA</b> .....	64
<b>7</b>	<b>APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS</b> .....	77
	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	96
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	100

<b>ANEXOS</b> .....	104
ANEXO A –Termo de Assentimento/Consentimento.....	105

## INTRODUÇÃO

Esta pesquisa emerge de diversos encaminhamentos pessoais: de nossa atuação como professores de Ciências nos anos finais da Educação Básica, de nossa inquietude para ampliar conhecimentos e construir elos entre a academia e a Educação Básica, da melhoria de nossa prática docente e, por fim, da vontade de investigar assuntos de Fisiologia Animal em função das explicações científicas atuais frente às noções prévias que os alunos trazem consigo sobre esses assuntos, muitas vezes impactando negativamente no ensino da disciplina das Ciências.

A temática escolhida tem a intenção de funcionar como um fio condutor entre a Educação Básica e o Ensino Superior, apresentando aos colegas professores de Ciências alguns conceitos mais adequados de Fisiologia em razão daquilo que é atualmente trabalhado no Ensino Superior.

Temos como suposição que um dos motivos dessa segregação de conhecimentos (distanciamento entre o que é ensinado na Educação Básica e no Ensino Superior) seja o ensino exclusivamente apoiado nos livros didáticos que, em alguns casos, apresentam explicações muito simplificadas dos conteúdos de Ciências, oferecendo aos alunos noções incompletas e inapropriadas desses assuntos.

Muitos questionamentos deflagram-se no âmbito escolar quando se trata dos conteúdos a serem ensinados nas disciplinas de Ciências e Biologia.

Sabemos, segundo nossa experiência profissional docente, que muitos assuntos dessas áreas de conhecimento são carregados de nomenclaturas técnicas que geram certa dificuldade aos alunos quando de sua compreensão. Muitos autores, como Krasilchik (2005) evidenciam essa problemática. Segundo ela: “O excesso de vocabulário técnico que o professor usa em suas aulas leva muitos alunos a pensar que Biologia é só um conjunto de nomes de plantas, animais, órgãos, tecidos e substâncias que devem ser memorizados [...]” (p. 56).

Todavia, embora essa condição terminológica característica das Ciências Naturais possa gerar consequências negativas ao processo de aprendizagem é preciso considerar o papel das terminologias empregadas, as quais constam do currículo escolar e empreendem significados a estruturas e processos que precisam ser diferenciados. A questão, portanto, deve ser conduzida no âmbito da abordagem didática desse vocabulário técnico, que deve ser pertinente, pois o

“[...] uso adequado da terminologia científica está estreitamente ligado ao processo de formação de conceitos” (KRASILCHIK, 2005, p. 56).

Essa problemática, segundo nossa visão, fica ainda mais acentuada quando lidamos com o ensino de determinados conteúdos que, além de um emprego excessivo de vocabulário técnico, confrontam com conhecimentos prévios dos alunos, muitas vezes distantes dos conceitos biológicos estabelecidos no estatuto epistemológico atual dessa ciência que se ensina.

Neste trabalho, abordamos um exemplo de conteúdo de Ciências (Ensino Fundamental II) que, segundo nossa experiência profissional, evidencia esse distanciamento entre as explicações científicas atuais e as ideias prévias dos alunos. Trata-se das explicações geralmente adotadas para o ensino da termorregulação animal, assunto especificamente trabalhado no sétimo ano.

De acordo com nossa experiência, o ensino da termorregulação é um desafio para os professores não apenas por concentrar o uso de vocabulário técnico, mas por evidenciar problemas epistemológicos do campo da Fisiologia Animal que se estendem para as salas de aula, impactando tanto o ensino quanto a aprendizagem desse conteúdo.

Por certo que devemos ponderar sobre a abordagem desse assunto nos livros didáticos de Ciências que podem, em tese, conduzir os professores de Ciências para uma ação pedagógica incompleta ou inconsistente do assunto. Essa hipótese será por nós considerada e estudada. No entanto, como entendemos ser pertinente a uma pesquisa de mestrado, optamos por investigar como esse assunto é apresentado no campo da Fisiologia Animal (atualmente) e propor uma proposta pedagógica (sequência didática) considerando noções mais adequadas ao ensino desse assunto, tantas vezes classificado como ‘confuso’, na própria ciência de referência (Fisiologia Animal).

Assim, a pesquisa aborda tanto as terminologias empregadas quanto os próprios conceitos que tratam da termorregulação dos seres vivos. Expressões amplamente ligadas a esse assunto, no âmbito do Ensino de Ciências, são: animal de sangue frio, animal de sangue quente, pecilotérmico e homeotérmico, entre outros.

A partir da evidenciação do assunto e da necessidade de se pensar uma proposta pedagógica que pudesse apresentar de forma mais adequada (com intenções pedagógicas) os pormenores da termorregulação nos seres vivos,

mediante uma leitura crítica da literatura fisiológica utilizada no Ensino Superior, configuramos o seguinte problema de pesquisa:

*A construção e a aplicação de uma sequência didática que aborde termorregulação animal, com base em conhecimentos recentes da Fisiologia Animal, poderão contribuir para uma adequada compreensão desse assunto, por parte de alunos do 7º ano do Ensino Fundamental II?*

Nosso propósito neste empreendimento não se traduz em questionar o uso de determinada terminologia bem ou mal aplicada no ensino de termorregulação, mas, evidenciar a confusão<sup>1</sup> presente na classificação dos animais quanto à regulação da temperatura corpórea, propondo, a partir de uma sequência didática, uma abordagem mais apropriada para o ensino desse assunto.

Em uma revisão sistemática que realizamos em periódicos publicados no período de 2005 a 2016 da área de Ensino de Ciências (Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, Revista Ciência & Educação, Revista Investigação em Ensino de Ciências, Revista Experiências em Ensino de Ciências, Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências), concluímos que de 1546 artigos publicados nenhum discutiu especificamente o tema que nos propusemos a investigar.

Então, nosso trabalho de revisão avançou por outras fontes. Primeiramente, uma busca exploratória manual no banco de artigos, dissertações e teses do Portal de Periódicos Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES)<sup>2</sup>. Para nossa surpresa, nenhum trabalho foi desenvolvido sobre o tema, especificamente.

Assim, nossas proposições, defendendo a intenção da pesquisa, estão na justificativa da temática ser um campo fértil de pesquisa e de possível contribuição à Educação Científica.

---

<sup>1</sup> Neste trabalho, utilizamos o termo 'confusão', para o estudo da classificação dos animais quanto à regulação térmica corpórea, em consonância com a literatura fisiológica atual. De acordo com Schmidt-Nielsen (2011, p. 218) "Não há um modo simples e fácil de classificar as várias reações ao ambiente térmico. Aves e mamíferos geralmente mantêm suas temperaturas corpóreas acima da ambiental, e classicamente são denominados de animais de sangue quente. Esses termos não são modificados por conveniência, pois já estão bastante sedimentados, porém são imprecisos e muitas vezes enganosos. Um animal de sangue frio não é necessariamente frio [...]. Além disso, muitos mamíferos e algumas aves passam por períodos de torpor ou hibernação, durante os quais sua temperatura pode ser reduzida a aproximadamente o ponto de congelamento da água, sem ser prejudicial ao animal. Nesta situação, fica estranho chamá-los de animais de sangue quente".

<sup>2</sup> Disponível em <http://www.periodicos.capes.gov.br/>

Tanto quanto em trabalhos de especialistas que tratam de termorregulação animal (Fisiologia Animal), nossa pesquisa, sem pretender esgotar a apresentação, está apoiada em teóricos que norteiam a elaboração de sequências didáticas e transposição didática, além de reflexões a partir de documentos orientadores do Ensino de Ciências do Estado do Paraná.

Essa articulação teórica tem por função ajudar-nos no cumprimento de alguns objetivos que estabelecemos para oferecer uma resposta ao nosso questionamento inicial (de pesquisa). São eles:

- Investigar, nas Diretrizes Curriculares Orientadoras para o Ensino de Ciências do Estado do Paraná, as recomendações para ao ensino de termorregulação animal no âmbito da disciplina de Ciências;

- Apresentar, após revisão sistemática e bibliográfica, as possíveis 'confusões' de classificação dos animais quanto à sua temperatura corpórea, utilizadas no ensino desse assunto no Ensino Fundamental II, com destaque ao conteúdo de alguns livros didáticos de Ciências;

- Investigar e descrever as contribuições da transposição didática de Chevallard para a adaptação pertinente dos conceitos de termorregulação animal na disciplina de Ciências, partindo de livros técnicos do Ensino Superior;

- Apresentar os subsídios teórico-metodológicos do processo de construção de uma sequência didática;

- Construir e aplicar uma sequência didática para o ensino de termorregulação de animais mais coerente com a literatura científica, em uma turma de 7º ano do Ensino Fundamental II, na disciplina de Ciências;

- Analisar as atividades dos alunos que participaram da implementação da sequência, segundo pressupostos do referencial da análise textual discursiva;

- Analisar as contribuições e/ou limitações da aplicação da sequência didática em questão;

- Indicar desdobramentos da pesquisa.

Assim, na seção seguinte, apresentamos os primeiros passos da pesquisa, realizados a partir da análise de dois livros didáticos e das orientações disponíveis em documentos oficiais do Estado do Paraná, para a disciplina de Ciências, sobre o assunto em questão.

## 1 A TERMORREGULAÇÃO ANIMAL NOS DOCUMENTOS OFICIAIS DO PARANÁ E EM LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS

Considerando nosso local de atuação docente (um município da região norte do Paraná) iniciamos nossas pesquisas, a partir dos documentos oficiais que norteiam o currículo da disciplina de Ciências no referido Estado: as Diretrizes Curriculares da Educação Básica (DCE – Ciências), e o Caderno de Expectativas de Aprendizagem.

Desde a publicação em 2008, pela Secretaria de Estado da Educação do Paraná, as Diretrizes Curriculares da Educação Básica (DCE) são os documentos que norteiam a prática pedagógica dos professores paranaenses tanto nos níveis<sup>3</sup> e modalidades de ensino<sup>4</sup> quanto no que diz respeito às especificidades das quatorze disciplinas que compõem o currículo da Educação Básica estadual.

Fizemos a opção por investigar mais profundamente as DCE de Ciências (e não documentos nacionais como os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN ou PCN+, por exemplo) pelo fato de que nossa pesquisa foi pensada para uma escola pública do Paraná que, por sua vez, possui diretrizes curriculares mais contextualizadas em relação a outros estados brasileiros. Especificamente, cada DCE é composta de dois fundamentos:

[...] o primeiro, sobre a Educação Básica, inicia com uma breve discussão sobre as formas históricas de organização curricular, seguida da concepção de currículo proposta nestas diretrizes para a Rede Pública Estadual, justificada e fundamentada pelos conceitos de conhecimento, conteúdos escolares, interdisciplinaridade, contextualização e avaliação. O segundo texto, refere-se à disciplina de formação/atuação. Inicia-se com um breve histórico sobre a constituição dessa disciplina como campo do conhecimento e contextualiza os interesses políticos, econômicos e sociais que interferiram na seleção dos saberes e nas práticas de ensino trabalhados na escola básica. Em seguida, apresenta os fundamentos teórico-metodológicos e os conteúdos estruturantes que devem organizar o trabalho docente (PARANÁ, 2008, p. 8).

Em apenso, cada DCE apresenta uma relação de conteúdos estruturantes e básicos para cada disciplina e série/ano do Ensino Fundamental e do

---

<sup>3</sup> Educação Infantil, Ensino Fundamental I e II, Ensino Médio.

<sup>4</sup> Educação de Jovens e Adultos, Educação Profissional, Educação Especial, Educação do Campo, Formação de Docentes.

Ensino Médio. Nessa relação localizamos o objeto de nossa pesquisa: a classificação dos seres vivos quanto à regulação de sua temperatura corpórea.

De acordo com as DCE – Ciências (PARANÁ, 2008), trazemos no Quadro 01 as definições de conteúdo estruturante e conteúdo básico que devem direcionar o currículo e o trabalho pedagógico do professor de Ciências sobre a termorregulação dos seres vivos.

**Quadro 1** – Conteúdos estruturantes e básicos segundo a DCE – Ciências do Paraná

<p><b>Conteúdos Estruturantes</b></p>	<p>São “Conhecimentos de grande amplitude, conceitos, teorias ou práticas, que identificam e organizam os campos de estudos de uma disciplina escolar, considerados fundamentais para a compreensão de seu objeto de estudo/ensino” (PARANÁ, 2008, p. 27). “São constructos históricos e estão atrelados a uma concepção política de educação, por isso não são escolhas neutras” (<i>ibidem</i>, p. 63).</p> <p>Os conteúdos estruturantes da disciplina de Ciências segundo a DCE do Paraná são: <i>Astronomia; Matéria; Sistemas biológicos; Energia; e Biodiversidade.</i></p>
<p><b>Conteúdos Básicos</b></p>	<p>Dos conteúdos estruturantes organizam-se os conteúdos básicos a serem trabalhados por série, compostos tanto pelos assuntos mais estáveis e permanentes da disciplina quanto pelos que se apresentam em função do movimento histórico e das atuais relações sociais. Esses conteúdos, articulados entre si e fundamentados nas respectivas orientações teórico-metodológicas, farão parte da proposta pedagógica curricular das escolas” (PARANÁ, 2008, p. 28). Além disso, “Todos os conteúdos básicos, apresentados nos conteúdos estruturantes, são essenciais na disciplina de Ciências. No Plano de Trabalho Docente esses conteúdos básicos devem ser desdobrados em conteúdos específicos a serem abordados pelos professores de Ciências em função de interesses regionais e do avanço na produção do conhecimento científico (<i>ibidem</i>, p. 67).</p> <p>Os conteúdos básicos da disciplina de Ciências segundo a DCE do Paraná, compreendem:</p> <p><u>Astronomia</u>: Universo; Sistema solar; Movimentos celestes e terrestres; Astros; Origem e evolução do Universo; Gravitação universal;</p> <p><u>Matéria</u>: Constituição da matéria; Propriedades da matéria;</p> <p><u>Energia</u>: <i>Formas de energia; Conservação de energia; Conversão de energia; Transmissão de energia;</i></p> <p><u>Biodiversidade</u>: <i>Organização dos seres vivos; Sistemática; Ecossistemas; Interações ecológicas; Origem da vida; Evolução dos seres vivos.</i></p>

Fonte: Dos autores (2017)

As DCE – Ciências apresentam cinco Conteúdos Estruturantes de conhecimento histórico-científico abrangente: Astronomia, Matéria, Sistemas Biológicos, Energia e Biodiversidade. Nesse documento encontramos o tópico termorregulação de seres vivos em dois momentos. Primeiramente, no conteúdo estruturante *sistemas biológicos*, que compreendem:

[...] conteúdos básicos que envolvem conceitos científicos escolares para o entendimento de questões sobre os sistemas biológicos de funcionamento dos seres vivos e para compreensão do objeto de estudo da disciplina de ciências [...] fisiologia dos seres vivos [...] (PARANÁ, 2008, p. 66).

Em seguida, o conteúdo estruturante *energia* sugere o termo como:

[...] conceito a partir de um modelo explicativo fundamentado nas ideias do calórico, que representa as mudanças de temperatura entre objetos ou sistemas (PARANÁ, 2008, p. 66).

Assim, encontramos como item a ser trabalhado especificamente no 7º ano do Ensino Fundamental II, nos pressupostos das DCE – Ciências, a seguinte proposição aos alunos: *o entendimento do conceito de calor com energia térmica e suas relações com sistemas endotérmicos e ectotérmicos* (PARANÁ, 2008, p.86).

A partir desse delineamento, percebemos que a classificação dos seres vivos quanto à regulação corpórea não deve ser trabalhada de forma estanque, mas como as DCE sugerem:

[...] propõe-se que o professor trabalhe com os cinco conteúdos estruturantes em todas as séries, a partir da seleção de conteúdos específicos da disciplina de ciências adequados ao nível de desenvolvimento cognitivo do estudante. Para o trabalho pedagógico, o professor deverá manter o necessário rigor conceitual, adotar uma linguagem adequada à série, problematizar os conteúdos em função das realidades regionais, além de considerar os limites e possibilidades dos livros didáticos de Ciências (PARANÁ, 2008, p. 65).

Em outras palavras, os sistemas endotérmicos e ectotérmicos devem ser elencados pelo professor entrelaçados aos conteúdos estruturantes. Nesse sentido, esboçamos uma sequência relacional de nosso tema de estudo a partir desses conteúdos:

- *Astronomia*: sol como fonte primária de calor aos seres vivos;
- *Matéria*: constituição e propriedades da matéria, isolantes e condutores térmicos (pelos, gordura, ar, gelo, água);
- *Sistemas biológicos*: morfologia e fisiologia dos seres vivos, estratégias fisiológicas dos animais para sobreviver em ambientes frios e quentes;
- *Energia*: o calor como forma de energia e suas formas de transmissão;
- *Biodiversidade*: ecossistemas habitados por seres vivos adaptados quanto à temperatura regional.

É oportuno ressaltar que o assunto de nossa pesquisa vem de encontro à proposta das DCE – Ciências:

[...] é necessário que os conteúdos específicos de Ciências sejam entendidos em sua complexidade de relações **conceituais**, não dissociados em áreas e conhecimento físico, químico e biológico, mas visando uma abordagem integradora (PARANÁ, 2008, p. 68 – grifo nosso).

Em consonância, Bizzo (2009) salienta a característica formadora do professor de Ciências que tem como ofício transitar pelas ciências da Química, Física, Biologia, Astronomia, Geologia – que possuem em comum (os professores) uma especialidade “[...] mesmo sem deter conhecimento aprofundado de cada uma delas. Do sucesso desse trânsito depende a manutenção daquele brilho do olhar dos nossos jovens” (p. 6).

Além das DCE, em 2011 foi elaborado o Caderno de Expectativas de Aprendizagem das quatorze disciplinas da Educação Básica paranaense. O documento trouxe subsídios ao trabalho docente como forma de implementação e complementação das diretrizes, traçando objetivos de aprendizagem a serem alcançados em cada disciplina, respeitando a autonomia de cada estabelecimento de ensino e de cada professor (PARANÁ, 2012).

No referido caderno, observamos que é uma expectativa de aprendizagem para o aluno do 7º ano do Ensino Fundamental II que ele:

Entenda o conceito de biodiversidade e sua amplitude de relações, como os seres vivos, os ecossistemas e os processos evolutivos; Relacione o calor com os processos endotérmicos e exotérmicos (PARANÁ, 2012, p. 22).

No mesmo documento, ao abordar os conteúdos básicos de Morfologia e Fisiologia dos seres vivos, é apresentada como expectativa de aprendizagem que o aluno “[...] compreenda as relações entre os órgãos e sistemas animais [...] a partir dos mecanismos celulares [...]”, bem como o conteúdo básico transmissão de energia, sendo esperado que o discente consiga “[...] relacionar o calor com os processos endotérmicos e exotérmicos” (PARANÁ, 2012, p. 21).

Tendo considerado, portanto, nosso exemplar conceitual (termorregulação dos seres vivos) tanto nas DCE – Ciências quanto no Caderno de Expectativas de Aprendizagem, prosseguimos com um questionamento importante: *De que maneira os livros didáticos de Ciências, muitas vezes únicos materiais de apoio dos professores, abordam esse assunto?*

Autores como Bizzo (2012), Franzolin (2007) dentre outros, preocupados com o ensino de Ciências empenham-se em estudos quanto ao livro didático e suas particularidades, inclusive problemas de definições errôneas e uso de conceitos equivocados, veiculando informações inapropriadas.

Esse aspecto deve ser considerado, pois o artigo *A pesquisa em livros didáticos de Ciências e as inovações no ensino* (GARCIA, P.G.; BIZZO, N., 2010) aponta o livro didático como aparato “[...] importante na construção do conhecimento dos alunos, [pois] carrega as marcas do discurso científico e escolar” (p.17). Os autores supracitados enfocam a importância desse material pelo professor como elemento estruturante e estruturador de sua prática pedagógica nas aulas de ciências.

Assim, considerando a pertinência dessas pesquisas, entendemos por bem analisar de que maneira nosso tema (termorregulação corpórea dos animais) é abordado em alguns desses materiais didáticos.

Em síntese, selecionamos duas obras de editoras e autores distintos que, previamente analisadas por equipe especializada do PNLD<sup>5</sup>, são adotadas por muitas escolas de Ensino Fundamental do Paraná. No Quadro 02 apresentamos as informações encontradas, com algumas indagações/problematizações.

---

<sup>5</sup> Programa Nacional do Livro Didático.

**Quadro 02** – A termorregulação em livros didáticos

Obra, editora, ano de publicação e edição	Abordagem do tema nos livros	Reflexões
<p>Tempo de Ciências</p> <p>Editora do Brasil, 2015, 2ª edição</p>	<p><i>“Em geral os peixes são ectotérmicos, ou seja, utilizam calor do ambiente para manterem a temperatura de seus corpos, que varia de acordo com a temperatura da água” (p.168).</i></p> <p><i>“Assim como os peixes e anfíbios, os répteis também são ectotérmicos. Por isso, é comum observar répteis aquecendo-se ao Sol” (p.187).</i></p> <p><i>“As aves são endotérmicas - isto é, produzem calor por meio de seu metabolismo” (p. 217).</i></p> <p><i>“Assim como as aves, os mamíferos são animais endotérmicos” (p. 218).</i></p>	<p>Embora os autores tragam sucintamente a explicação de ectotermia no corpo do texto de apoio, não apresentam nota do significado desse termo e nem glossário. Não elencam exemplos de exceções de peixes que não são ectotermos.</p> <p>O autor cita a fonte externa de calor, mas, não conceitua a classificação indicada (ectotermia), ficando a cargo do docente e dos alunos essa noção. Há uma generalização da endotermia para os grupos de aves e mamíferos, sem trazer à luz exemplos de exceções de endotermia ou outra classificação de temperatura corpórea a esses dois grupos de animais.</p>
<p>Ciências Naturais - Aprendendo com o cotidiano</p> <p>Editora Moderna, 2015, 5ª edição</p>	<p><i>“As aves e os mamíferos são homeotérmicos. Todos os outros seres vivos – vertebrados e invertebrados – são pecilotérmicos” (p.107).</i></p>	<p>O autor preocupou-se em trazer a etimologia dos termos homeotérmico e heterotérmico em nota explicativa, porém, generalizou (de forma não apropriada) que todos os outros seres vivos que não são aves ou mamíferos são pecilotérmicos.</p>

**Fonte:** Dos autores(2017)

Conforme pode ser visto no Quadro 02, há generalizações que causam certa confusão quanto à classificação da temperatura corpórea dos animais. Um autor emprega os termos endotérmico e ectotérmico; enquanto o outro, homeotérmico e pecilotérmico, sem mencionar as possíveis razões do uso das terminologias empregadas e seus conceitos. Segundo nossa visão, as razões omitidas poderiam dar sentido a essas terminologias, sobretudo explorando exemplos de regra e exceção.

No que diz respeito às generalizações quanto à classificação dos animais e quanto à termorregulação, em vários segmentos e âmbitos, nos

propusemos a evidenciar essa problemática, para mostrar a importância e a necessidade de se empreender uma investigação que resulte no desenvolvimento de uma proposta pedagógica (sequência didática), que tenha o intuito de minimizar os problemas detectados e contribuir para o ensino e a aprendizagem desse assunto.

Em uma pesquisa recente, Rissi, Abe, Lucas e Rissi (2017), constataram que, de forma geral, os livros didáticos de Ciências tratam o conteúdo de termorregulação corporal de forma distinta, até mesmo de maneira incompleta e inapropriada, segundo a literatura de Fisiologia Animal.

Diante dessa tensão, concordamos com Lucas (2010) ao investigar problemas no ensino de evolução biológica (na Educação Básica):

Infelizmente, esse cenário conflituoso reflete-se diretamente nos processos de ensino e de aprendizagem em Biologia que, contaminados por informações incorretas, acabam por disseminar conceitualizações impróprias sobre um assunto que é relevante a esta ciência (LUCAS, 2010, p. 15).

*Assim, fez sentido questionarmo-nos: se há generalizações e classificações inapropriadas quanto à termorregulação dos seres vivos em livros didáticos, de que forma ensinar esse assunto aos alunos da educação básica (7º ano do Ensino Fundamental II), sem apresentar esse conteúdo de maneira deformada, com problemas conceituais que prejudiquem sua compreensão?*

Nesse aspecto, nosso percurso consistirá, por conseguinte, em empreender uma investigação do assunto em livros de Fisiologia utilizados atualmente no Ensino Superior (cursos de Ciências Biológicas), e a partir de cuidados teórico-metodológicos específicos realizar uma transposição didática desse conteúdo em uma sequência didática (adaptação de um conteúdo científico para o contexto escolar), de modo a contribuir para os processos de ensino e de aprendizagem do tema.

No capítulo seguinte, apresentamos as reflexões que produzimos após uma investigação do assunto termorregulação dos seres vivos na literatura fisiológica.

## 2 O PROBLEMA DA ‘CONFUSÃO’ TERMINOLÓGICA NAS EXPLICAÇÕES DA TERMORREGULAÇÃO ANIMAL

Neste capítulo buscamos situar o leitor em relação ao tema ‘termorregulação animal’ e as ‘confusões’ frequentemente relacionadas ao mesmo, com vistas à construção de uma sequência didática (produto educacional) para o ensino desse assunto no âmbito do Ensino Fundamental II. Partimos de uma investigação na literatura da área de Fisiologia Animal, amplamente utilizada em cursos de graduação em Ciências Biológicas.

Segundo o fisiologista Knut Schmidt-Nielsen (2011), a Fisiologia Animal estuda como e porque os seres vivos funcionam, isto é:

[...] como se alimentam, respiram, se movimentam, e o que fazem para se manter vivos [...], ajustando-se às adversidades do ambiente. Nenhum animal existe, ou pode existir, independentemente do ambiente e aquele que se utiliza dos recursos do ambiente deve ser também capaz de enfrentar as dificuldades que o ambiente apresenta (p.1).

A partir desse ponto, entendemos que as variações de temperatura compreendem um tipo de adversidade que os animais enfrentam, influenciando em seu metabolismo e, logicamente em sua sobrevivência.

Em seus estudos Moyes e Schulte (2010) afirmam que os animais vivem em diversos ambientes do planeta, desde os mais quentes (regiões próximas dos vulcões, gêiseres), até os mais frios (Alpes e regiões polares) e, para tanto “[...] cada animal apresenta uma estratégia térmica: uma combinação de respostas comportamentais, bioquímicas e fisiológicas que garantem que a temperatura corporal ( $T_c$ ) se mantenha dentro de um limite aceitável” (p. 626).

O que queremos dizer é que, a classificação de um organismo em relação a temperatura corpórea e seu controle térmico deve sempre considerar diferentes aspectos, não somente os aspectos fisiológicos, mas também os comportamentais e ambientais, como veremos ao longo desse capítulo.

Como já explicitado no Capítulo 1, nosso propósito está voltado para um enfoque mais apropriado da classificação dos animais quanto à sua temperatura corpórea. Nesse sentido, partilhamos do entendimento de Schmidt-Nielsen ao expor:

Acho também que conceitos claros são mais importantes que o aprendizado de termos técnicos. Contudo, como os conceitos não podem ser transmitidos sem palavras, a terminologia se faz necessária. Mas os termos não têm utilidade a menos que sejam clara e precisamente definidos (2011, p. 7).

Nessa seara pensamos ser pertinente elencar os significados das terminologias usadas em Fisiologia Animal, sobre essa temática, para melhor apreensão do tema.

Sendo assim, inicialmente destacamos o conceito de termorregulação.

Segundo Soares (2005), a palavra 'termorregulação' é composta por duas partes, o prefixo grego *termos* que significa calor, e o elemento complementar *regulação*. O autor define a palavra como:

Mecanismo pelo qual os organismos homeotérmicos mantêm constante a sua temperatura interna, independentemente das variações térmicas ambientais. O processo é regulado por centros nervosos de termorregulação situados no bulbo e no hipotálamo. Outros recursos vicariantes são utilizados para evitar perdas de calor, como pelos, penas, depósitos gordurosos subcutâneos, além de procedimentos homeostáticos que procuram, inclusive, provocar a eliminação mais eficientes de calor, quando necessário como a sudorese, a respiração mais intensa e rápida e a vasodilatação periférica (SOARES, 2005, p. 258).

Já o dicionário Houaiss (2009) define o termo termorregulação como a “[...] manutenção da temperatura interna ideal pelo próprio organismo. ”

Antes, porém, de avançarmos na questão da termorregulação animal, pensamos ser necessário diferenciar temperatura de calor, pois essa diferenciação poderá contribuir para um melhor entendimento do assunto tratado neste capítulo.

Embora não seja o foco na nossa pesquisa é mister trazermos os conceitos de *calor* e *temperatura* para uma maior compreensão do assunto que abordaremos. Segundo Carvalho, esses “[...] são dois conceitos muito próximos, que os alunos têm dificuldade de distingui-los, e o pior, esses conceitos, na linguagem cotidiana, são utilizados quase como sinônimos” (CARVALHO *et al*, 2014, p. 15).

Para a autora o fato do termo calor ser concebido pela maioria dos alunos como uma 'substância' deve-se à construção histórica de cientistas que por muito tempo defenderam a ideia de que o calor era realmente uma substância, até

chegarem à conclusão que se tratava de uma energia que poderia estar presente em um corpo (p. 15).

Tipler e Mosca (2006, p. 625) explicitam a teoria do calórico, segundo a qual o calor seria uma substância material invisível que fluía de um corpo a outro. Essa noção de calor como matéria estava associada a “[...] teoria dos atomistas gregos da Antiguidade que consideravam a energia térmica uma manifestação do movimento molecular” (TIPLER; MOSCA, 2006, p. 625).

A teoria do calórico como matéria perdurou até o século XIX, quando James Joule demonstrou que o aumento ou a diminuição de uma determinada quantidade de energia térmica sempre vinha acompanhada por uma diminuição ou aumento de uma quantidade equivalente de energia mecânica. O calor, portanto, é uma forma de energia, e é a energia, a grandeza que se conserva (TIPLER; MOSCA, 2006, p. 625).

Sendo assim, dizemos em Física que um corpo não possui calor. Ele pode apresentar um índice de energia térmica. Esta, por sua vez, está relacionada à temperatura, que é a medida de estado de agitação das moléculas de um corpo. A temperatura está relacionada à velocidade das moléculas. Desse modo, quanto maior a velocidade das moléculas, maior a temperatura. Igualmente, se a velocidade das moléculas diminui, a temperatura também diminuirá. Quanto maior a temperatura, maior a energia térmica de um organismo.

O calor é uma energia em trânsito entre dois corpos devido exclusivamente a uma diferença de temperatura (temperatura alta – mais quente; temperatura baixa – menos quente) até atingir o equilíbrio térmico.

Trazemos o significado de calor em fisiquímica como “[...] forma de energia que se transfere de um sistema para outro graças à diferença de temperatura entre eles” (HOUAISS, 2009).

Partindo desse princípio, em termos fisiológicos a temperatura corporal de um animal corresponde a energia térmica das moléculas que compõem seu corpo. Essa energia térmica pode se transferir do animal para o meio, ou do meio para o animal, dependendo da diferença de temperatura. (MOYES, SCHULTE, 2010, p.627).

Um exemplo claro disso é um mamífero que vive em um ambiente quente e para manter sua temperatura corpórea nos limites adequados, deve portanto evitar que sua temperatura corporal aumente, usando de estratégias

fisiológicas como resfriar-se pela evaporação da água, ou seja, pelo suor (SCHMIDT-NIELSEN, 2011, p.241).

Do mesmo modo, no caso de um animal habitar regiões muito frias, para que a energia térmica de seu corpo não transfira para o ambiente gelado, seu corpo revestido por grossa pelagem ou camada de gordura subcutânea “restringe(m) o fluxo de energia do centro do corpo para a superfície do animal” (MOYES, SCHULTE,2010, p.631), formando “uma barreira ao fluxo de calor” (SCHMIDT- NIELSEN, 2011, p.256), ou seja, funcionando como isolante térmico.

De forma complementar, trazemos como exemplificação de estratégia comportamental, a situação em que “cachorros se esticam quando está quente para maximizar a perda de calor por condução para o chão, mas se encolhem quando está frio para minimizar a perda de calor por condução para o ar” (MOYES, SCHULTE,2010, p.630).

Segundo Hill, Wyse e Anderson (2012, p. 207), embora temperatura e calor não sejam sinônimos, “[...] a temperatura determina a direção da transferência de calor”, ou seja, a transferência de calor sempre se move de um corpo de temperatura mais alta (quente) para um corpo de temperatura mais baixa (frio). Os autores ainda complementam as relações entre as entidades físicas, argumentando que:

O calor se move por condução ou convecção de alta para baixa temperatura. A transferência de calor eleva a temperatura do objeto que recebe calor e baixa a temperatura do que perde calor. Em um sistema físico simples como dois objetos sólidos em contato um com o outro, os objetos alcançam equilíbrio térmico quando as suas temperaturas são iguais, porque então o calor não tende a se mover de forma efetiva entre eles (HILL; WYSE; ANDERSON, 2012, p. 207).

Os mesmos autores ressaltam que os animais formam calor por processos metabólicos, como no caso da digestão, por exemplo, e trocam-no com o ambiente. Já a temperatura de seus corpos “[...] depende dos ganhos e perdas de calor” (HILL; WYSE; ANDERSON, 2012, p. 213).

Assim, retomando o assunto da termorregulação, sabemos que em geral os animais termorreguladores são aqueles que conseguem regular a temperatura de seus corpos utilizando mecanismos estruturais, fisiológicos e/ou comportamentais, dentro de certos limites, permitindo sua sobrevivência em

ambientes de oscilações térmicas, tanto quentes como frios e inclusive alguns considerados inóspitos.

Na literatura biológica, em geral, os animais são predominantemente classificados em *homeotérmicos* ou *pecilotérmicos* (considerando a estabilidade da temperatura dos seus corpos) e habitam ambientes bem diversos.

De acordo com Miltom<sup>6</sup> *apud* Almeida (2006, p. 13), “[...] os termos homeotermia e pecilotermia foram introduzidos por Bergmann, em 1947, para definir estas duas classes de animais e são usados até hoje. ”

Com base em Soares (2005), pesquisamos os significados dos termos *homeotérmico* e *pecilotérmico*, além dos seus sinônimos. Segundo o autor, sobre *homeotérmico* podemos entender que:

Do greg. *homoios* ‘o mesmo’; *termos*, ‘calor’, mais suf. ico, ‘natureza de’. O animal que apresenta sistema termorregulador capaz de lhe proporcionar temperatura corpórea constante, mesmo diante das variações térmicas ambientais. Animal de temperatura própria. Animal de sangue quente. São homeotérmicos, exclusivamente, as aves e mamíferos (SOARES, 2005, p. 222 - grifo nosso).

Em Houaiss (2009), que não se trata de um dicionário técnico da área biológica, encontramos uma explicação mais sucinta: animal que “[...] possui temperatura constante. ”

Já a definição de *pecilotermia* no dicionário de Soares (2005), é apresentada da seguinte forma:

Do greg. *poikilos* ‘variado’; *thermos* calor, temperatura. O animal que não dispõe de mecanismos termorreguladores e, por isso, tem sua temperatura corporal inconstante, variável com as oscilações térmicas do ambiente em que se encontra ou vive. Animal de sangue frio. O mesmo que poiquilotérmico ou poiquilotermo (SOARES, 2005, p. 353 – grifo nosso).

Houaiss (2009), considera que os animais pecilotérmicos são aqueles que apresentam “[...] temperatura variável pouco diferente da temperatura ambiente, como os peixes, anfíbios e répteis. Também conhecidos como animais de sangue frio”.<sup>7</sup>

---

<sup>6</sup> The Commission for Thermal Physiology of the IUPS, 2001.

<sup>7</sup> De acordo com Pough, Janis e Heiser (2008, p.187), a expressão ‘sangue frio’ era usada desde o tempo de Aristóteles referindo-se a animais como lagartos, serpentes e anfíbios, pois acreditavam

No entanto, fisiologistas como Pough, Janis e Heiser (2008, p. 94), alertam que embora esses termos tenham sido amplamente utilizados até a metade do século XX, “[...] esta terminologia se tornou menos apropriada conforme o conhecimento sobre as capacidades reguladoras da temperatura de uma grande variedade de animais”, com estudos de campo mais sofisticados, especialmente com uso de telemetria corporal<sup>8</sup>, citado por Randall, Burggren, French (2000, p. 636). Segundo esses autores:

Os fisiologistas comparativos mais antigos consideravam todos os peixes, anfíbios, répteis e invertebrados como pecilotermos, porque todos estes animais eram tidos como desprovidos das taxas de produção de calor elevadas encontradas nas aves e nos mamíferos. (RANDALL; BURGGREN; FRENCH, 2000, p. 636).

Assim como foi destacado anteriormente nas definições dos termos *homeotermia* e *pecilotermia*, tendo como sinônimos ‘animal de sangue quente’ (aves e mamíferos) e ‘animal de sangue frio’ (peixes, répteis e anfíbios), respectivamente, aproveitamos o ensejo para esclarecer que essas terminologias antigas não se mostram apropriadas para representar as estratégias térmicas que os animais usam para sobreviver, conforme estudos recentes têm demonstrado (MOYES; SCHULTE, 2010).

Dizemos isso com base em exemplos citados por Schmidt-Nielsen (2011, p. 218). Segundo o autor, um animal de sangue frio não é necessariamente frio, como os répteis e peixes. Um caso representativo dessa asserção é o atum. Esse peixe vive “[...] em águas profundas que apresentam oscilações térmicas dificilmente mensuráveis, é realmente um animal com uma temperatura corpórea praticamente constante”, por razões ambientais. Então, seria equivocado classificá-lo como um animal (peixe) de sangue frio.

Randall, Burggren e French alertam sobre a substituição precisa e simplória das terminologias ‘sangue quente’ para homeotérmicos e ‘sangue frio’ para pecilotérmicos, quando dizem:

---

que, detentores de sangue frio eram capazes de suportar temperaturas altas como o fogo. Essa crença tem origem na observação de salamandras que ‘saiam’ do fogo, o que realmente seria uma fuga do seu esconderijo (tronco de árvore) incendiando.

<sup>8</sup> O mesmo que radiotelemetria, isto é, a utilização de um transmissor de rádio localizado em um animal para transmitir dados sobre variáveis fisiológicas ou comportamentais. (HILL; WYSE; ANDERSON, 2012).

Os termos coloquiais 'sangue quente' para homeotermos e 'sangue frio' para pecilotermos são insatisfatórios porque muitos pecilotermos podem tornar-se muito quentes. Por exemplo, um gafanhoto mantendo o voo sob um sol equatorial ou um lagarto correndo através da areia ao meio-dia em um deserto quente podem ter temperaturas sanguíneas que excedem as dos animais de sangue quente (RANDALL; BURGGREN; FRENCH, 2000, p. 636).

De maneira complementar, fisiologistas animais atêm-se ao cuidado na nomenclatura 'sangue frio' ao discorrerem que:

Com frequência, os animais pecilotermos ou ectotermos são chamados de animais de sangue frio em textos não científicos, uma referência à sua frieza ao toque em certas condições. Várias espécies, entretanto, podem ter temperaturas corporais altas quando estão em ambientes quentes. Por exemplo, lagartos-do-deserto e insetos perfeitamente pecilotérmicos, muitas vezes têm temperaturas corporais que excedem substancialmente a temperatura corporal humana. Sangue frio, então, não é um termo geral adequado para descrever pecilotermos ou ectotermos (HILL; WYSE; ANDERSON, 2012, p. 213).

No mesmo sentido, os autores Pough, Janis e Heiser (2008, p. 94) esclarecem que:

A pecilotermia e a homeotermia não podem ser aplicados facilmente aos grupos de animais. Por exemplo, os mamíferos foram chamados de homeotermos e os peixes de pecilotermos, mas alguns mamíferos permitem que suas temperaturas abaxem em 20° C ou mais em relação aos níveis normais, à noite e no inverno, enquanto muitos peixes vivem em águas que alteram suas temperaturas em menos de 2° C durante todo o ano. Este exemplo apresenta a situação contraditória de um homeotermo que vivencia uma variação de temperatura 10 vezes maior que um pecilotérmico.

Vê-se, diante disso, que o comentário do autor deixa margem a outras indagações, como por exemplo, se há outra maneira de classificar os animais quanto à temperatura corpórea.

Diante dessa problemática, nos debruçamos na literatura técnica do Ensino Superior, em especial os livros de Fisiologia Animal, entre os quais citamos Hill, Wyse e Anderson (2012); Schmidt-Nielsen (2011); Moyes e Schulte (2010); Pough, Janis e Heiser (2008); e Randall, Burggren, French (2000).

Na busca de respostas, constatamos que nos estudos de Pough, Janis e Heiser (2008, p. 94) há outro tipo de classificação possível. Segundo os

autores, “[...] a maioria dos biólogos interessados na regulação da temperatura prefere os termos ectotérmico e endotérmico”. Esse tipo de classificação baseia-se na obtenção das fontes de calor (interna ou externa), que determinam a temperatura do corpo de um animal para que ele se mantenha vivo.

De acordo com Soares:

Endotérmico (Do grego *endon*, ‘interno’; *termos*, ‘calor’, mais suf. *ico*, ‘natureza de’). Diz-se da reação química que absorve ou retém energia do meio para que se processe. A energia, nesse caso, tem a natureza de calorias (energia térmica) (SOARES, 2005, p. 134).

Em outras palavras, o animal endotérmico é aquele que possui fonte de energia própria, interna, ou seja, da reação metabólica do seu próprio organismo (calor) para manter-se aquecido em certas condições fisiológicas necessárias para sua sobrevivência. A temperatura corpórea é elevada pela produção metabólica de calor. Nesses termos, aves e mamíferos são classificados como endotérmicos. Porém, a literatura fisiológica nos esclarece que em diversos casos, indivíduos desses grupos podem apresentar variações quanto a essa classificação, casos em que discorreremos a seguir quando da discussão da heterotermia.

No mesmo sentido, Houaiss (2009) esclarece que o animal endotérmico é aquele que “[...] eleva a sua temperatura corpórea a partir da produção metabólica de calor como a maioria das aves e mamíferos.

Já em relação à ectotermia, o glossário de Pough, Janis e Heiser (2008) explica que o ectotérmico é “[...] um organismo que depende de fontes externas de calor para elevar a temperatura de seu corpo”, principalmente da radiação solar (SCHMIDT-NIELSEN, 2011, p. 218). Sendo assim, répteis, peixes, anfíbios e invertebrados são classificados como animais ectotérmicos, pois dependem de uma fonte externa (sol, rocha aquecida, entre outros) para manter seus corpos aquecidos. Mas, como indicado anteriormente para os endotérmicos (aves e mamíferos), há variações na classificação da ectotermia, assunto a ser detalhado posteriormente neste trabalho, no âmbito da heterotermia.

Houaiss (2009) define o ectotérmico como “[...] o animal que eleva a sua temperatura corpórea a partir da obtenção de calor de uma fonte externa, como a maioria dos peixes, anfíbios e répteis. ”

Vale ressaltar que os termos ‘ectotérmico’ e ‘endotérmico’ não são sinônimos de ‘pecilotérmico’ e ‘homeotérmico’, respectivamente. Não se trata apenas substituir um termo por outro e julgar que a classificação quanto à temperatura dos seres vivos dar-se-á por resolvida, ou simplesmente afirmar que aves e mamíferos seriam endotérmicos e seres não pertencentes a esses grupos, por consequência lógica, ectotérmicos (POUGH; JANIS; HEISER, 2008).

Recuperando os apontamentos de Randall *et al* (2000, p. 636), pensamos ser pertinente o alerta desses autores sobre as explicações de controle da temperatura corpórea e a classificação dos seres vivos a partir disso. Segundo eles, “[...] deve ser enfatizado que os conceitos de homeotermia *versus* pecilotermia bem como de endotermia *versus* ectotermia são extremos idealizados, e a maioria dos organismos não está presente nestes extremos (grifo nosso). ”

Diante dessa consideração, trazemos alguns exemplos (Quadro 03) que denotam a dificuldade de classificação quanto à variação de temperatura corporal dos seres vivos, no que diz respeito à *homeotermia* ou *pecilotermia*, e quanto à fonte de obtenção de energia para manutenção da temperatura corpórea, *endotermia* ou *ectotermia*.

**Quadro 03** – Problemas do uso das terminologias adequadas

Exemplos da literatura fisiológica	Questionamentos sobre classificações terminológicas geralmente utilizadas
<p>“Um peixe de águas profundas que vive toda sua vida em águas que apresentam oscilações térmicas dificilmente mensuráveis, é realmente um animal com uma temperatura corpórea praticamente constante. O lógico seria denominá-lo peixe homeotérmico, porém esse termo é usado especificamente para aves e mamíferos” (SCHMIDT-NIELSEN, 2011, p. 218).</p>	<p><i>Os peixes em geral são classificados como pecilotérmicos variando a temperatura de seu corpo conforme a da água. Mas, nesse caso específico de peixes abissais, que não apresentam variação corpórea, eles não são classificados como pecilotérmicos, mas, homeotérmicos, ou seja, de temperatura constante. Assim, poderíamos nos questionar: a classificação desses animais será dada pelo grupo de vertebrados a que pertence (peixes) ou pela constância de sua temperatura corporal?</i></p>
<p>“Mamíferos hibernantes, como os esquilos e os morcegos, permitem que a Tc<sup>9</sup> reduza nos meses de invernos. Embora estes animais permitam o resfriamento de seus corpos, eles ainda são considerados endotérmicos, pois produzem e retêm o</p>	<p><i>Mamíferos são endotérmicos, isto é, são capazes de produzir calor internamente pelo metabolismo de seus corpos. Mas, alguns necessitam apresentar temperatura baixa, entrando em hibernação. Diante dessa situação, como seria mais apropriado</i></p>

<sup>9</sup> Temperatura corporal.

calor metabólico para manter a T <sub>c</sub> acima da TA <sup>10</sup> (MOYES; SCHULTE, 2010, p. 634).	<i>classificar esses mamíferos?</i>
“As serpentes normalmente são ectotérmicas, mas as fêmeas de diversas espécies de píton se enrolam ao redor de seus ovos, produzindo calor pela contração rítmica de seus músculos. A taxa de contração aumenta conforme a temperatura do ar cai, e uma fêmea indiana é capaz de manter seus ovos acerca de 30° c, em temperaturas do ar tão baixas quanto 23° C” (POUGH; JANIS; HEISER, 2008, p. 94).	<i>Répteis, anfíbios, peixes e insetos, em sua maioria são classificados como ectotérmicos. Mas nesse caso de incubação de ovos pela fêmea de um réptil que consegue gerar calor em condições específicas, como seria mais apropriado classificar esse grupo animal?</i>
Insetos de forma geral são pecilotérmicos, mas “[...] as abelhas e as mamangavas trabalhando na colmeia, por exemplo, costumam manter temperaturas altas e estáveis por longos períodos aumentando e diminuindo suas taxas de calor por tremor à medida que a temperatura diminui ou aumenta” (HILL; WYSE; ANDERSON, 2012, p. 250).	<i>A ectotermia é característica de peixes, anfíbios, répteis e insetos, em geral. No entanto, abelhas e outros insetos conseguem produzir calor para sobreviver nas condições ambientais. Então, como se daria uma classificação mais apropriada para esses insetos?</i>
Em alguns casos, homeotermos como o ser humano podem induzir o aumento da temperatura corpórea como forma de defesa contra organismos patógenos, provocando a febre (MOYES; SCHULTE; 2010, p. 656-658).	<i>Os seres humanos mantêm sua temperatura corporal constante, mas, em certas condições seus corpos aumentam alguns graus, ocasionando febre. Desse modo, como seria a maneira mais apropriada de empreender uma classificação para o organismo humano, considerando essa variação?</i>

Fonte: Dos autores (2017).

Ante o que foi exposto no Quadro 03, evidenciamos uma questão central de nossa pesquisa: a generalização que se utiliza para classificar os seres vivos no que diz respeito à temperatura corpórea e os mecanismos internos e externos envolvidos nesse processo. Essa generalização foi evidenciada por Schmidt-Nielsen (2011, p. 218), em seu capítulo 6, sob a expressão ‘terminologia confusa’.

O pesquisador supracitado ressalva que o atum (usado como exemplo neste trabalho) não pode ser considerado um animal endotérmico com o mesmo sentido aplicado às aves e mamíferos.

Assim, atrelado às considerações feitas até o momento, entendemos ser importante destacar que:

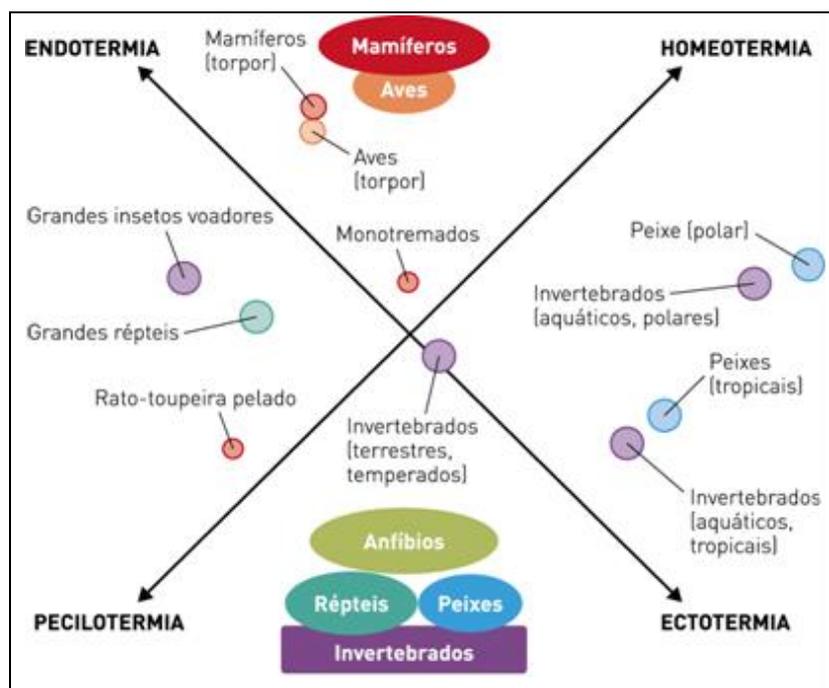
<sup>10</sup>Temperatura do ambiente.

A escolha dos termos é principalmente uma questão de conveniência e, às vezes, é difícil encontrar termos adequados para cada situação. A questão não é se um dado termo é certo ou não, mas qual sua utilidade para um determinado propósito. No entanto, os termos usados devem ser definidos de modo preciso, para que não existam dúvidas a respeito de seu significado exato (SCHMIDT-NIELSEN, 2011, p. 218).

Pough, Janis e Heiser (2008, p. 94) defendem a ideia de que “[...] a endotermia e a ectotermia não são mecanismos de regulação mutuamente exclusivos, e muitos animais utilizam uma combinação dos dois.”

Comungam desse pressuposto autores como Moyes e Schulte (2010, p. 633) em suas evidências quanto à classificação da **maioria** das aves e dos mamíferos como homeotérmica e também endotérmica, e os peixes polares como homeotérmicos e ectotérmicos, como podemos constatar na Figura 01.

**Figura 01 – Estratégias térmicas**



Fonte: Moyes; Schulte (2010, p. 633).

Assim, pautados nos pressupostos teóricos mencionados anteriormente e com o propósito de avançar em nosso trabalho, ponderamos que as terminologias geralmente utilizadas para a classificação dos animais quanto à sua temperatura corpórea não podem ser simplificadas a um “[...] fenômeno tudo-ou-nada”, conforme advertem Pough, Janis e Heiser (2008, p. 95).

Defendemos isso pela classificação inapropriada de alguns livros didáticos (como visto no capítulo um deste trabalho), que trazem os répteis, por exemplo, como seres dependentes de fonte externa de calor para aquecer seus corpos. No entanto, Cowles e Bogert *apud* Pough, Janis e Heiser (2008, p. 188) mostraram que esses animais “[...] podem regular a temperatura corpórea com considerável precisão e que o nível no qual a temperatura é regulada é característica de cada espécie”. Um exemplo disso são as fêmeas de uma espécie de lagarto conhecido como lagarto-espinhoso (*Sceloporus jarrovi*). Elas apresentam, durante a gestação, temperatura corpórea de 32°, e após o parto, mudam seu comportamento termorregulador e sua temperatura volta a ser de 34° C, semelhante à dos machos (POUGH; JANIS; HEISER, 2008, p. 191).

Nesse enfoque, encontramos na literatura outros termos relacionados à termorregulação animal, além dos já explicitados teoricamente. A seguir, abordaremos alguns deles para que possamos oferecer ao leitor uma visão mais clara e apropriada das terminologias, com vistas à elaboração de nossa sequência didática sobre o assunto.

## 2.1 COMPREENDENDO ALGUMAS TERMINOLOGIAS MAIS APROPRIADAS PARA A TERMORREGULAÇÃO ANIMAL

Segundo Hill, Wyse e Anderson (2012, p. 206), dependendo das circunstâncias temporal e espacial em que o animal se encontra, ele utiliza estratégias de termorregulação, o que denominamos de **heterotermia**.

Para os autores supracitados: “[...] a heterotermia se refere às diferenças nas relações térmicas de um momento para outro ou de uma região do corpo para outra em um mesmo indivíduo” (HILL; WYSE; ANDERSON, 2012, p. 206).

Para Randall, Burggren e French (2000, p. 641) animais como certos peixes e insetos são heterotérmicos, isto é, “[...] intermediários entre os ectotermos puros e os endotermos”.

De fato, um mesmo animal pode apresentar heterotermia regional, ou seja, uma região do seu corpo sofre aumento ou diminuição de temperatura. Como exemplos, citamos o caso das mamangavas e abelhas em pleno voo, que necessitam aumentar a temperatura de seus abdômes (HILL; WYSE; ANDERSON,

2012, p. 205); além do caso de peixes que mantêm algumas partes de seus corpos com temperatura acima daquela detectada na água em que vivem (RANDALL; BURGGREN; FRENCH, 2000, p. 642).

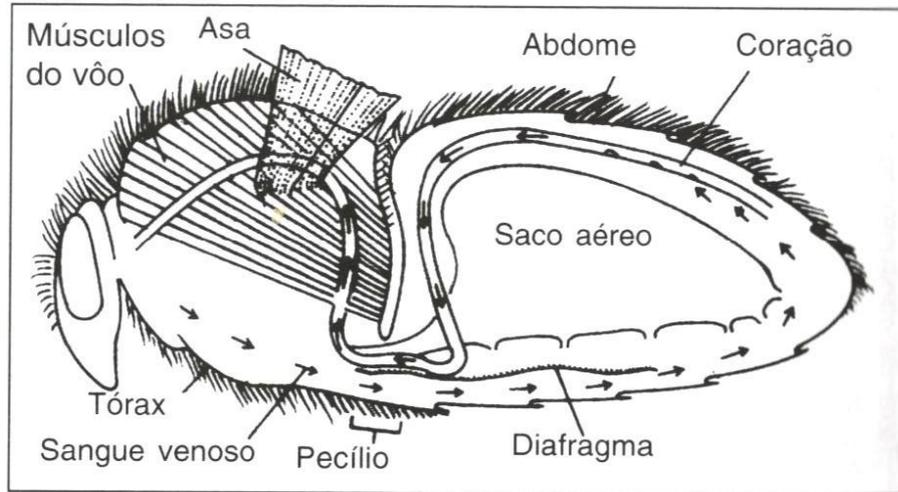
Esses e outros exemplos também aparecem em Schmidt-Nielsen (2011, p. 218); Hill, Wyse; Anderson (2012, p. 220); Moyes; Schulte (2010, p. 654); Pough; Janis; Heiser (2008, p. 94), e de forma contextualizada exemplificamos o próprio ser humano: suas extremidades (mãos e pés) possuem temperatura inferior em relação às demais regiões corporais, devido à mudança de fluxo sanguíneo em épocas frias do ano, a fim de se conservar o calor interno do corpo (MOYES; SCHULTE, 2010, p. 633).

Sobre esses exemplos citados, um questionamento se faz relevante: *Em termos fisiológicos, quais mecanismos poderiam explicar o fato de alguns animais apresentarem temperatura de certas regiões de seus corpos diferente das demais?*

Na literatura de Fisiologia Animal encontramos que mamangavas, abelhas (Figura 02) e outros insetos como vespas, gafanhotos, borboletas e mariposas necessitam aquecer seus músculos do voo, localizados no tórax, para conseguirem decolar. Nesse aspecto, são classificados como heterotérmicos regionais e temporais. Tal aquecimento provém da contração dos músculos das asas fazendo os indivíduos tremerem.

Contudo, assim como o calor gerado durante o aquecimento é retido por escamas longas encontradas no exterior do tórax do inseto, seu excesso é liberado pelo resfriamento do abdome por um sistema de troca por contracorrente (SCHMIDT- NIELSEN, 2011).

**Figura 2** – Vista dos músculos do voo de uma abelha



**Fonte:** Schmidt-Nielsen (2011, p. 292).

Ainda sobre a heterotermia regional dos insetos nos indagamos: *O que justificaria somente o tórax do inseto ficar aquecido e não totalmente o seu corpo?* Para a busca de respostas a essa indagação, nos apoiamos em estudos dos fisiologistas Hill, Wyse e Anderson que descreveram o voo da mariposa-esfinge:

No voo contínuo de uma mariposa-esfinge, por exemplo, quando a temperatura do ar está baixa, o coração bate fracamente e o sangue circula lentamente entre o tórax e o abdome; assim, o calor produzido pelos músculos do voo no tórax tende a permanecer no tórax, o qual retém o calor eficazmente porque é densamente coberto com escamas semelhantes a pelos. À medida que a temperatura ambiente aumenta, o coração bate mais vigorosamente faz circular sangue para o abdome mais rapidamente; dessa maneira, o calor é transportado em taxa aumentada saindo do tórax em direção ao abdome, onde pode ser perdido de modo relativamente fácil para o ambiente, pois o abdome tem uma superfície grande e com pelos esparsos. As abelhas, às vezes, executam um processo análogo, pelo qual modulam o transporte do calor do sangue torácico para a cabeça; em temperaturas do ar elevadas, o calor é transportado até a cabeça em taxa aumentada, e o calor é perdido da cabeça, em parte, por evaporação do fluido regurgitado pela boca (HILL; WYSE; ANDERSON, 2012, p. 250).

De forma instigante, a literatura também traz a heterotermia regional da abelha rainha que mantém seu abdome a uma temperatura alta para incubar seus ovos. O calor desse inseto solitário, no caso da rainha na postura dos ovos, é proveniente dos músculos do tórax que é conduzido ao abdome (HILL; WYSE; ANDERSON, 2012, p. 250).

Randall, Burggren e French (2000) também discutem essas particularidades da temperatura corpórea de alguns seres vivos. Sobre endotermia e ectotermia dos insetos afirmam que “[...] quando inativos, os insetos comportam-se como ectotermos” (p. 641-642) e apresentam heterotermia regional em casos específicos como no voo e na postura dos ovos pela rainha, sendo nesse último caso, endotérmico capaz de produzir calor pela agitação de seus músculos torácicos.

Já na colmeia formada, vivendo em sociedade, as abelhas agrupadas conseguem regular a temperatura alta interna do enxame pelo tremor dos músculos das asas do voo (HILL; WYSE; ANDERSON, 2012, p. 250) ou mesmo esfriá-lo (enxame) com a agitação incessante de suas asas, a fim de provocar a evaporação de pequenas gotículas de água espalhadas propositalmente (SCHMIDT-NIELSEN, 2011, p. 292).

No mesmo sentido, as possíveis justificativas da heterotermia regional de alguns peixes como o atum e os tubarões, por conseguirem manter partes de seus corpos mais aquecidas que a água na qual estão inseridos, encontram lastro em sua capacidade de reter o calor miogênico<sup>11</sup> dentro dos músculos por meio do mecanismo do sistema de contra-corrente do fluxo sanguíneo na *retia mirabilia* (rede maravilhosa), isto é, uma rede complexa de vasos sanguíneos finos provenientes das principais artérias e veias de um membro do corpo (HILL; WYSE; ANDERSON, 2012, p. 228).

Outros fisiologistas complementam o funcionamento do sistema da *retia mirabilia* no interior dos animais, especificamente dos peixes:

Conforme o sangue arterial frio das brânquias entra na porção mais quente do corpo, ele se segue pela *rete* e é aquecido pelo calor do sangue venoso que deixa o tecido. [...] Estas estruturas retêm o calor provido pela atividade dos músculos da natação, resultando na manutenção de uma temperatura de 5 a 10° C acima da temperatura da água (POUGH; JANIS; HEISER, 2008, p. 94).

Já no caso do atum, *por que ele necessita ter órgãos mais quentes que o resto do seu corpo?*

---

<sup>11</sup> Contração muscular lisa das arteríolas.

O atum é um animal ectotérmico e sua fonte de calor provém do meio em que se encontra, no caso a água. Porém, ao apresentar temperatura mais elevada em regiões específicas do corpo, é também considerado heterotérmico regional. Segundo Moyes e Schulte (2010, p. 634) “[...] a maioria dos ectotérmicos perde rapidamente seu calor metabólico para o ambiente e, como consequência não consegue elevar a  $T_c$  muito acima da  $T_A$ ”, uma vez que:

[...] a água tem uma grande capacidade calórica e conduz calor facilmente, [...] a temperatura da água é mais estável do que a do ar, e é difícil para um vertebrado marinho manter a diferença entre sua própria temperatura corpórea e a temperatura da água ao seu redor. Os peixes têm uma dificuldade particular para manter uma diferença de temperatura de seu corpo e a da água, porque a temperatura do sangue entra em equilíbrio com a da água, assim que o sangue passa pelas brânquias (POUGH; JANIS; HEISER, 2008, p. 99).

Para Schmidt-Nielsen (2011, p. 287) uma característica adaptativa do atum para manter sua temperatura elevada, em especial o interior dos músculos, consiste em aumentar sua potência e poder aventurar-se em águas frias. O mesmo autor complementa:

Uma potência elevada permite ao atum sua alta taxa de natação, relativamente independente da temperatura da água e isso, por sua vez, permite ao atum perseguir com sucesso presas que nadam muito rápido, como os peixes pelágicos (p.ex., cavalinha) ou a lula. A maior vantagem, provavelmente, é tornar o atum relativamente independente de alterações abruptas na temperatura da água à medida que se move com rapidez entre as superfícies e as águas mais profundas (SCHMIDT-NIELSEN, 2011, p. 287).

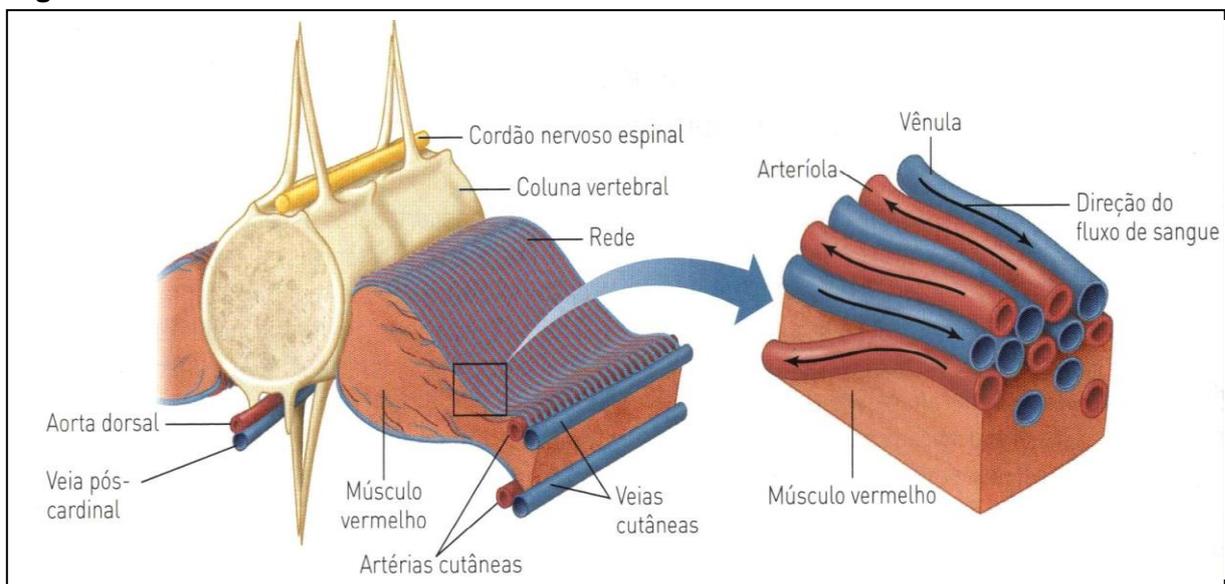
Outros fisiologistas acrescentam sobre os peixes heterotérmicos, para o caso da retenção de calor no centro do corpo, em que seus músculos vermelhos de natação estão relacionados à sua organização do sistema vascular:

Diferentemente dos peixes ectotérmicos, que têm uma aorta localizada centralmente e uma via pós-cardinal, os peixes heterotérmicos [...] têm os vasos sanguíneos principais (artérias e veias cutâneas laterais) localizados sob a pele. O sangue é liberado para os músculos vermelhos profundos por uma *rete mirabile* (rede admirável) que age como um sistema de troca de calor. O sangue arterial, que é rápida e inevitavelmente resfriado durante a passagem pelo tecido respiratório extensivamente perfundido das brânquias e pelos vasos da superfície, passa da periferia fria para o tecido muscular mais profundo aquecido através de uma rede de artérias

finas que se misturam com pequenas veias que trazem o sangue mais quente dos músculos. Este constitui um **sistema de troca de calor por contracorrente** tal que o sangue arterial frio que passa da superfície para o centro do corpo apanha calor do sangue venoso que deixa o tecido muscular e passa para a periferia. Isto permite a retenção de calor no tecido muscular vermelho profundo e minimiza a perda de calor para as adjacências (RANDALL; BURGGREN; FRENCH, 2000, p. 642 – grifos do autor).

Trazemos na Figura 03 uma representação do sistema de troca de calor por contracorrente de peixes marinhos, como o atum.

**Figura 03** – Trocadores de calor contracorrente no músculo do atum



**Fonte:** Moyes; Schulte (2010, p. 654).

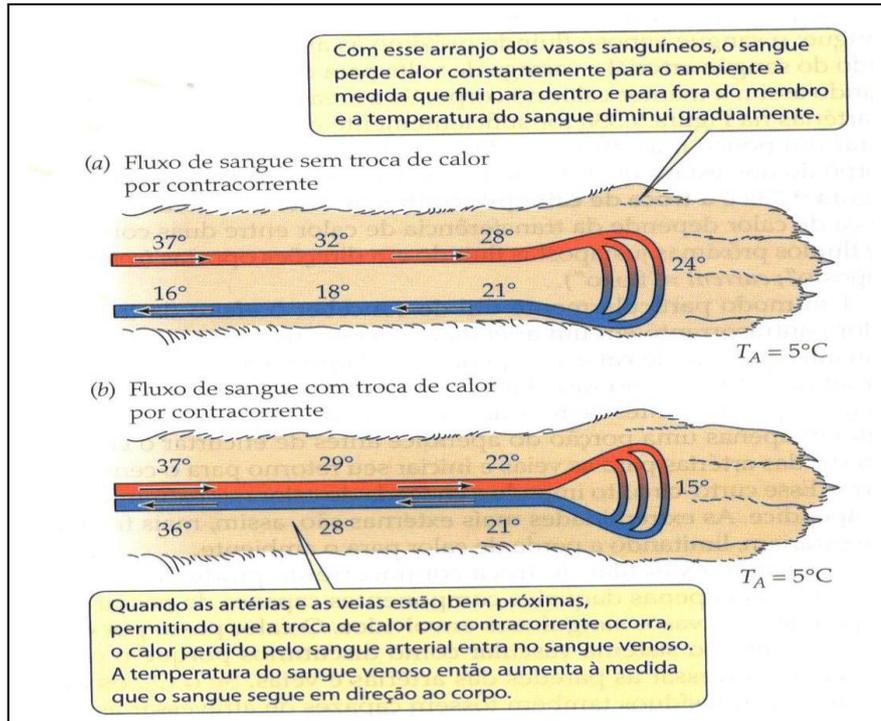
Ainda sobre o atum, a heterotermia regional apresenta outras características, como “[...] a economia de energia nos tecidos frios enquanto que somente a temperatura de certos tecidos como a dos músculos de natação está sendo elevada” (RANDALL; BURGGREN; FRENCH, 2000, p. 643) e outros órgãos como do trato digestório e o fígado que podem ser aquecidos contribuindo para um ritmo rápido da digestão (SCHMIDT-NIELSEN, 2011, p. 287).

No entanto, as explicações sobre as mãos e pés do ser humano apresentarem temperatura mais baixa no inverno do que o restante do corpo deve-se ao sistema contracorrente encontrado nas extremidades. Nesse tipo de sistema, veias e artérias estão posicionadas justapostas no interior dos apêndices, formando uma espécie de curto circuito, como um grampo de cabelo. Assim, as artérias trazem

sangue aquecido do centro do corpo. Por sua vez, as veias trazem sangue frio dos tecidos das extremidades do corpo (MOYES; SCHULTE, 2010).

Essa corrente de fluxo sanguíneo caracteriza-se pela condução em direções opostas como pode ser observado na Figura 04, que evidencia o fluxo de sangue com troca de calor por contracorrente.

**Figura 04** – Fluxo sanguíneo com e sem troca de calor por contracorrente



Fonte: Hill; Wyse; Anderson (2012, p. 237).

O sangue arterial aquecido transfere calor para o sangue venoso frio antes de completar o circuito do apêndice, como mostra a Figura 04. O sangue venoso frio se torna mais frio conforme entra nas extremidades.

Randall, Burggren e French (2000, p. 648) explicam que “[...] quando alcança a periferia, o sangue arterial está pré-resfriado a poucos graus de temperatura ambiente, e pouco calor é perdido. ”

Seguindo essa linha de pensamento, pontuamos alguns questionamentos sobre a heterotermia regional dos apêndices dos endotérmicos:

- Qual o motivo de uma menor temperatura (apenas) nas extremidades do corpo?

- Qual o propósito de se manter os apêndices mais frios no inverno?

Recorremos novamente aos argumentos de Randall, Burggren e French (2000) que apontam as seguintes constatações:

- Os animais endotérmicos que habitam regiões frias precisam manter aquecidos o tecido cutâneo e os músculos usados na locomoção. Então, esfriar as extremidades seria uma adaptação a essas regiões frias.

- Esses animais, quando seus apêndices são esfriados, a perda de calor por esses membros é minimizada, visto que tais estruturas são as responsáveis pela perda de calor corporal devido à sua grande área de superfície.

Há de se considerar, ainda, que um mesmo animal pode apresentar heterotermia temporal, como o caso dos animais hibernantes, obrigados a viverem em ambientes gelados na época do inverno, não exibindo endotermia nessa estação do ano, mas apresentam homeotermia quando não hibernam. Temos como exemplos esquilos e morcegos (MOYES; SCHULTE, 2010, p. 634), que na condição de hibernantes economizam energia e água.

*Mas por que certos animais entram em hibernação?*

Uma das possíveis respostas é que a homeotermia é energeticamente dispendiosa, obrigando o animal a ingerir uma grande quantidade de alimento para manter seu corpo aquecido. Então, é importante que o organismo entre em hibernação para “[...] escapar das demandas de energia da homeotermia” (HILL; WYSE; ANDERSON, 2012, p. 243).

No que se refere à hibernação, vale ressaltar que esse fenômeno pode também ocorrer em ambientes quentes e secos como o deserto, obrigando animais como serpentes, lagartos e jabutis-do-deserto (*G. agassizi*) a buscarem refúgios subterrâneos na areia para se protegerem do frio (POUGH; JANIS; HEISER, 2008) devido às baixas temperaturas que esses ambientes podem atingir no período noturno.

Ainda sobre a hibernação, interessante trazermos alguns apontamentos que emergiram durante nossa pesquisa bibliográfica, para esclarecer alguns mitos sobre o assunto.

Hill, Wyse e Anderson (2012, p. 243) descrevem hibernação, estivação e torpor como formas de hipotermia controlada<sup>12</sup> de alguns animais. Segundo esses autores, a hibernação, a estivação e o torpor podem ser

---

<sup>12</sup> Estado em que o animal apresenta temperatura corporal excepcionalmente baixa tendo controle da entrada e da saída dessa condição.

compreendidos como “[...] estados nos quais o animal permite que sua temperatura corporal se aproxime da temperatura do ambiente, dentro de um arranjo espécie-específico das temperaturas ambientais” (HILL; WYSE; ANDERSON, 2012, p. 243).

Os critérios que diferenciam essas três formas de hipotermia controlada envolvem as diferenças de duração e estações do ano, como pode ser observado no Quadro 04.

**Quadro 04** – Comparativo de tipos de hipotermia

Tipo de hipotermia	Característica da temperatura corpórea	Duração	Estação do ano	Motivo	Exemplos
<b>Hibernação</b>	Queda da Tc próximo à temperatura do ambiente	Vários dias	Inverno	Frio, escassez de alimento e água	Marmota, hamsters, esquilos-do-solo, pequenos roedores, morcegos, camundongo saltador, marsupiais <sup>13</sup> e monotremados <sup>14</sup>
<b>Estivação</b>	Queda da Tc próximo à temperatura do ambiente	Vários dias	Verão	Temperatura alta ou seca do habitat	Esquilos-do-deserto, caramujos, caranguejos terrestres
<b>Torpor</b>	Queda da Tc próximo à temperatura do ambiente	Apenas uma parte do dia	Em qualquer estação do ano	Frio	Morcegos, roedores, beija-flor, andorinhas

Fonte: Dos autores (2017).

Pelo exposto, em contraste do conhecimento popular de que os ursos hibernam em suas cavernas no período de inverno, há de se dizer que encontramos na literatura alguns motivos que desmitificam a hibernação desse animal, que são apontados no Quadro 05.

<sup>13</sup> Tipo de mamífero pertencente à Subclasse Metatheria e à Ordem Didelphia ou Marsupialia, cujas crias nascem muito prematuramente e são mantidas no interior do marsúpio, espécie de bolsa ou reprega cutânea no abdome materno, até que atinjam bom desenvolvimento. A maioria das espécies está restrita à Austrália. Exemplos: canguru, gambá, lobo-da-tasmânia, diabo-da-tasmânia, vombate, coala. (SOARES, p. 273, 2005).

<sup>14</sup> Mamífero da Subclasse Prototheria, Ordem Monotremata ou Adelfia, natural da Região Australiana, compreendendo os ornitorrincos e as équidnas, fêmeas ovíparas e mamas sem mamilos, o leite transuda pela pele como suor (SOARES, p. 299, 2005).

**Quadro 05** – Justificativas da não-hibernação do urso no inverno segundo os fisiologistas

Pough, Janis e Heiser (2008, p.590)	Randall, Burggren e French (2000, p. 657)
1. Existem diferentes graus de torpor, desde os mais profundos estados de hipotermia até os níveis inferiores de temperatura corpórea suportados por endotérmicos durante seus ciclos diários de atividade e de sono;	7. A hibernação é comum em mamíferos das ordens Rodentia, Insectivora e Chiroptera, que podem estocar reservas de energia suficientes para sobreviver após períodos em que não há alimentação.
2. Os maiores mamíferos que entram em torpor profundo são as marmotas, que pesam cerca de 5 quilogramas;	8. Muitos hibernantes despertam periodicamente (tão frequente quanto uma vez por semana ou tão infrequente quanto a cada 4-6 semanas) para esvaziar suas bexigas ou defecar.
3. O torpor não é tão vantajoso para um animal grande como é para um pequeno;	9. Não existem hibernantes verdadeiros entre mamíferos grandes.
4. Um animal grande leva mais tempo para esfriar do que um animal pequeno, portanto não abaixa sua taxa metabólica tão rapidamente;	10. Ursos, que já foram tidos como hibernantes, de fato simplesmente entram em um 'sono de inverno no qual a temperatura corporal cai apenas uns poucos graus e eles permanecem enrolados em um micro-habitat protegido como uma caverna ou um tronco oco.
5. Endotérmicos [...] maiores teriam custos energéticos tão grandes para acordar (e levaria tanto tempo para que se re-aquecerem) que o torpor não seria eficiente em termos de custo para eles nem mesmo que perdurasse por toda uma estação.	11. Os ursos são capazes de acordar e se tornar ativos rapidamente a qualquer momento durante o inverno- daí ser perigoso encontrar um urso mesmo que esteja em sono de inverno.
6. A letargia dos ursos no inverno, por exemplo, baixa a temperatura corporal em apenas 5° C em comparação com os níveis normais, e a taxa metabólica diminui mais ou menos 50 por cento. Essa pequena redução na temperatura corporal, em combinação com os grandes estoques de gordura que os ursos acumulam antes de recolherem-se a suas cavernas hibernais, é suficiente para conseguirem passar o inverno.	12. Por que não existem hibernantes grandes? Primeiro, eles têm menos necessidade de economizar energia, porque suas taxas metabólicas basais normais são baixas em relação aos seus estoques de combustível dada a alometria do metabolismo e em razão do estoque de energia. Segundo, por causa de sua grande massa e da relativamente baixa taxa metabólica, seria um esforço necessário metabólico prolongado para elevar a temperatura corporal de um nível baixo próximo ao da temperatura ambiente até a temperatura ambiente.

**Fonte:** Os autores (2017), com base em Pough, Janis e Heiser (2008, p. 590) e Randall, Burggren e French (2000, p. 657).

Assim, finalizando o presente capítulo, a partir de estudos em livros técnicos do Ensino Superior, especificamente de Fisiologia Animal, ponderamos considerar alguns aspectos aqui destacados, para uma compreensão mais adequada do assunto, com vistas à construção de uma sequência didática quanto ao tema.

Devemos ter cuidado com generalizações terminológicas relacionadas à classificação da temperatura dos animais, atribuindo nomenclaturas engessadas e indevidas, como citado nos exemplos da abelha e do atum; pois de acordo com Schmidt- Nielsen (2011):

A escolha dos termos é principalmente uma questão de conveniência e, às vezes, é difícil encontrar termos adequados para cada situação. A questão não é se um dado termo é certo ou não, mas qual sua utilidade para um determinado propósito. No entanto, os termos usados devem ser definidos de modo preciso, para que não existam dúvidas a respeito de seu significado exato (p. 218).

Além disso, temos que conhecer e valorizar as exceções quanto à classificação da termorregulação animal, no intuito de não classificar de forma indevida e generalista, como fazem alguns materiais didáticos, prejudicando uma compreensão adequada do tema.

Os conteúdos de Ciências e Biologia não devem ser tratados de forma engessada, visto a característica desse corpo de conhecimento estar em constante transformação. Portanto, não se pode pensar que os exemplos citados neste trabalho possam confundir os professores. Ao contrário, devem ajudá-los a explicar a termorregulação animal de uma forma mais apropriada em relação à diversidade dos seres vivos, com fundamentação teórica para isso.

A termorregulação é um evento caracterizado por uma série de mecanismos relacionados (fatores internos, externos e uma combinação dos dois) e esses mecanismos não podem ser tomados em partes, mas em sua complementaridade..

É preciso que professores de Ciências e Biologia estejam atentos ao conhecimento técnico oriundo de pesquisas atuais quanto à compreensão das explicações atualmente aceitas para termorregulação animal. Haja vista que a própria literatura técnica de Fisiologia evidencia que o enfoque da terminologia de classificação corpórea dos animais é repleto de confusões.

Expressões como 'animais de sangue quente' (aves e mamíferos) e 'animais de sangue frio' (peixes, anfíbios, répteis e insetos) são formas insuficientes e não apropriadas de classificação da temperatura corpórea dos animais.

Finalmente, uma noção clara de que os animais devem ser classificados quanto à temperatura corporal segundo dois critérios básicos não excludentes (um mesmo animal pode variar de classificação):

Quanto à **constância da temperatura corpórea**, podendo ser:

- Homeotérmicos: animais que apresentam temperatura corporal constante, independente do meio em que se encontram;

- Pecilotérmicos: animais que apresentam temperatura corporal variável conforme o meio ambiente;

Quanto à **origem da fonte de calor**:

- Endotérmicos: animais que possuem fonte de calor própria, isto é, proveniente de seu metabolismo interno;

- Ectotérmicos: animais que dependem de fontes de calor externas do meio ambiente (sol, rochas aquecidas) para aquecer seus corpos.

No capítulo seguinte apresentamos os subsídios teóricos da transposição didática, para o estabelecimento de cuidados frente à adaptação dos conteúdos fisiológicos discutidos neste capítulo para o nível do Ensino Fundamental II, na disciplina de Ciências, por meio de uma sequência didática.

### 3 APORTES DA TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA DE CHEVALLARD PARA O ENSINO DE TERMORREGULAÇÃO ANIMAL

Em consonância com o Capítulo 1 deste trabalho que delineou especificamente o problema dos livros didáticos e seu tratamento superficial quanto ao tema *termorregulação nos seres vivos*, sua compreensão e classificação; e também o Capítulo 2 que discorreu sobre a ‘confusão’ na literatura fisiológica sobre o mesmo tema e os cuidados que devem ser considerados para seu ensino, sentimos a necessidade de buscar orientações teóricas e metodológicas para empreender uma adaptação aos conceitos encontrados nos materiais técnicos para uma linguagem voltada ao Ensino Fundamental.

Nesse sentido, investigamos as teorizações de Yves Chevallard<sup>15</sup>, mais precisamente sobre a transposição didática, a qual se ocupa com a adaptação do *saber sábio* (conhecimento científico) em *saber a ensinar* (conhecimento escolar), culminando no *saber ensinado* (conhecimento aprendido em sala de aula).

Embora a expressão ‘transposição didática’ seja geralmente associada ao estudioso Chevallard, a ideia original foi empregada pelo sociólogo francês Michel Verret que tinha como escopo a relação do tempo das atividades escolares – tempo imposto pela escola para a transmissão do saber – e a compreensão social dos estudantes pelo saber transmitido.

Para Chevallard, na transposição didática:

Um conteúdo de saber que tenha sido definido como saber a ensinar, sofre, a partir de então, um conjunto de transformações adaptativas que irão torná-lo apto a ocupar um lugar entre os objetos de ensino. O ‘trabalho’ que faz de um objeto de saber a ensinar, um objeto de ensino, é chamado de transposição didática (CHEVALLARD, 1991, p. 39).

Em outras palavras, a transposição didática é um recurso que prioriza a transformação do conhecimento acadêmico, dentro dos sistemas didáticos, convertendo-o em conteúdo curricular e tornando-o objeto de ensino, sendo essa transformação necessária, uma vez que o “[...] saber sábio não foi

---

<sup>15</sup> Didata francês do campo do ensino da matemática e autor da obra *La Transposition: Didactique du savant aou savoir enseigné* (1998).

produzido com o objetivo principal de ser ensinado” (POLIDORO; STIGAR, 2010, p. 155).

Como podemos perceber, Chevallard atesta o conhecimento científico (saber sábio) como passível de modificações tornando-se objeto de estudo escolar (saber a ser ensinado) sendo ambos dois domínios epistemológicos diferentes, embora interligados.

Sendo assim, pelo recurso da transposição didática o conhecimento produzido pelos cientistas é desvinculado de sua origem (despersonalização) a partir do momento que é compartilhado pela sociedade científica, e de sua produção histórica (descontemporialização) ao ser separado de sua construção histórica (ASTOLFI; DEVELAY, 1995, p. 48).

Entendendo a necessidade das transformações que o saber científico deve sofrer para ser ensinado, levando em consideração aspectos curriculares da Educação Básica brasileira como o tempo disponível, o público-alvo; a linguagem utilizada, entre outros, nos questionamos:

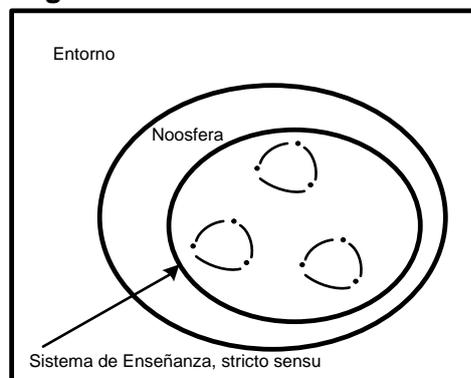
*Quem são os agentes responsáveis pelas transformações do saber científico?*

*De que maneira as transformações do saber sábio ocorrem?*

*Quais os cuidados a serem tomados em relação às transformações do saber acadêmico em saber escolar?*

Para responder tais questões o próprio Chevallard apresenta um diagrama que leva seu nome, conhecida como *Sistema de Chevallard* (Figura 05).

**Figura 05 – Sistema de Chevallard**



Fonte: Chevallard (2005, p. 28).

Sobre esse sistema (também conhecido como Sistema de Ensino), Chevallard esclarece que o saber aí considerado didático não pode ser confundido com o que resulta da produção científica em si (saber sábio). De acordo com ele, o saber didático como já dissemos é descontextualizado historicamente, ou seja, retirado de suas origens e adaptado para o ensino, gerando o que se entende por 'saber ensinado'.

Outro aspecto importante reside no fato de que o sistema proposto por Chevallard (2005) é aberto e que vários sistemas didáticos menores compõem um sistema maior, denominado "sistema de ensino" (Figura 05) subjacente, por sua vez, a um contexto social determinado.

Também se destaca nesse sistema o elemento 'noosfera' como elo integrador do sistema com o contexto social. Segundo Matos Filho *et al*, (2008):

A Transposição Didática é feita por uma Instituição 'invisível', uma 'esfera pensante' que ele nomeou de Noosfera. Tal instituição é formada por pesquisadores, técnicos, professores, especialistas, enfim, por aqueles que ligados a outras Instituições: Universidades, Ministérios de Educação, Redes de Ensino; que irão definir que saberes devem ser ensinados e com que roupagem eles devem chegar à sala de aula. No Brasil, o resultado do trabalho da Noosfera aparece nos Referenciais Curriculares [...], nos documentos que trazem as diretrizes curriculares e orientam o ensino de uma determinada disciplina científica (MATOS FILHO *et al*, 2008, p. 1192).

No entendimento de Luccas (2004), encontramos a interpretação do sistema de Chevallard quando diz que:

Nesse sistema, o entorno corresponde à sociedade; já a noosfera envolve representantes da sociedade, desde especialistas a pais e professores, autores de livros didáticos e, também, a opinião pública que pode, de alguma maneira, exercer influência no decorrer do processo da transposição didática. [...] O sistema de ensino (*stricto sensu*) é a instância em que ocorre o funcionamento didático. Ele é composto pelo saber, pelos estudantes e pelo professor, mais o inter-relacionamento entre eles (LUCCAS, 2004, p. 120).

Considerando a citação acima, evidenciamos, então, que podem ocorrer duas formas de transposição didática: a externa, realizada pela noosfera que age "[...] como um verdadeiro filtro entre o saber acadêmico e o saber ensinado na sala de aula" (CIVIERO, 2003, p. 23); e a interna, na ação pedagógica do professor

quando seleciona, planeja e contextualiza o saber a ser ensinado, transpondo-o didaticamente aos alunos em sala de aula (MENEZES, 2006; LUCCAS, 2004).

É digna de nota a ressalva de que o saber ensinável deve manter semelhanças com o saber de referência, não cabendo simplesmente uma mudança de *locus*, ou seja, da academia científica para o ambiente escolar sem adaptações coerentes; ou então a mera simplificação do saber sábio sem os devidos cuidados com o saber a ser ensinado, recaindo em “[...] erros conceituais e informações incorretas” (POLIDORO; STIGAR, 2010, p.158).

É esse o nosso direcionamento referente a tal capítulo da pesquisa, ou seja, fazer uso da transposição didática quanto ao tema da nossa pesquisa, transpondo didaticamente o saber sábio (termorregulação nos seres vivos, segundo literatura fisiológica técnica) em saber escolar que será ensinado.

Apresentamos a seguir alguns aspectos da transposição didática interna, geralmente efetivada pelo professor em sua prática, e alguns cuidados a serem tomados na transposição didática dos conteúdos.

### 3.1 A VIGILÂNCIA DA TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA

Como já dito anteriormente, a noosfera comporta qual saber científico adentra a sala de aula, tendo o livro didático uma das formas de materialização do saber a ser ensinado, às vezes, a única para o professor.

Contudo, percebemos em nosso estudo, como apresentado no Capítulo 2, que a distância entre o saber sábio e o saber a ser ensinado encontrado nos livros didáticos de Ciências do Ensino Fundamental II sobre termorregulação corpórea dos seres vivos é imensa.

Portanto, a vigilância epistemológica preconizada por Chevallard se faz necessária nesse processo de transposição didática, pois segundo o autor “[...] entre o objeto de saber e o objeto de ensino há uma distância enorme” (CHEVALLARD, 1991, p. 50).

Astolfi e Develay, estudiosos do campo da Didática das Ciências, pontuam sobre “[...] evitar os reescritos abusivos e incitar a volta frequente às publicações originais” (1995, p. 51). De igual maneira, Batisteti, Araújo e Caluzi complementam:

Chevallard chama a atenção para a necessidade da vigilância epistemológica no processo de transposição didática. Para ele, ao longo deste processo, há um inevitável distanciamento entre os saberes ensinados e os saberes sábios, e nesse sentido, é preciso estar atento às distorções que podem ser ocasionadas por esse afastamento. Na teoria de Chevallard, o saber ensinado é legitimado pelo saber sábio, sendo importante que o professor, em meio às transformações que o conteúdo sofre ao ser ensinado em sala de aula, tenha como referência o saber sábio, exercendo assim uma constante vigilância epistemológica (BATISTETI; ARAÚJO; CALUZI, 2010, p. 91).

Diante do que foi exposto, o que queremos dizer é que ao fazer a transposição interna, o professor muitas vezes por não ter acesso ao saber de referência, (saber sábio), apoia-se somente no livro didático, que pode trazer conteúdos de forma inapropriada, como evidenciamos para o caso da termorregulação dos seres vivos, no Capítulo 2 deste trabalho.

Entendemos, assim, sobre essa vigilância epistemológica, a necessidade de sermos fiéis aos conceitos detectados na literatura de referência (Capítulo 3) para a construção de uma sequência didática que ofereça aportes mais apropriados para o ensino desse assunto no âmbito da Educação Básica.

Além disso, temos que considerar, também, que o docente não reproduz fielmente o que está escrito nos materiais didáticos. Imbuído de sua subjetividade sobre o conhecimento a ser ensinado, ao selecionar materiais e contextualizar o conteúdo em sala de aula, ele acaba por produzir uma criação didática, executando o que Chevallard chama de metatexto (CRUZ, 2016).

O próprio Chevallard (2005) explicita o que foi dito anteriormente ao afirmar que a transposição didática já acontece quando o professor prepara seu curso/aula.

Portanto, cabe ao docente ter cautela e criticidade quanto ao material didático que adota, ao planejar suas aulas. Em sala de aula, deve atentar-se para não distorcer os saberes a serem ensinados, ou seja, estar em constância 'vigilância epistemológica', e sempre que possível recorrer aos originais.

Desse modo, ao fazer uso de nosso produto educacional (sequência didática), o professor interessado pode e deve aprofundar seus conhecimentos nas referências dos fisiologistas elencados neste trabalho e em outros.

Concordamos com Neves e Barros (2011, p. 107) ao evidenciarem o comprometimento do professor frente a necessidade de “[...] questionar os conceitos mal elaborados no texto didático”, se assim desejar uma melhoria no ensino.<sup>16</sup>

Os mesmos autores chamam nossa atenção para a pequena parcela de professores em busca de publicações científicas da academia para conhecerem e se prepararem para a realização da transposição didática interna que já praticam, muitas vezes sem conhecimento formal sobre o assunto, incorrendo em limitações e erros (NEVES; BARROS, 2011, p. 113).

Antes de discorrermos sobre a sequência didática, pontuamos a relação do saber com os entes envolvidos em sala de aula: o professor e os alunos. Essa relação tríade (professor-saber-aluno) constitui o que os didatas chamam de *sistema didático*, conforme veremos a seguir por meio dos estudos de Chevallard.

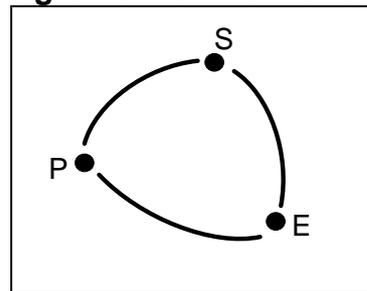
### 3.2 O SISTEMA DIDÁTICO

Chevallard, em sua teoria da transposição didática, analisa a trajetória e as modificações que o saber científico pode percorrer até chegar ao universo escolar. Nesse processo, como já dissemos, o professor é o sujeito atuante na transposição didática do saber a ser ensinado para o aluno. Todavia, o saber é o fio conector entre os sujeitos desse sistema, constituindo uma figura geométrica plana com três vértices que se comunicam: o triângulo das situações didáticas.

Na Figura 06 apresentamos o triângulo das situações didáticas, sendo S, o saber; P, o professor e E, o estudante.

---

<sup>16</sup> Assim, embora a pesquisa que estamos desenvolvendo tenha como meta a elaboração de um produto educacional (sequência didática) que foi por nós aplicado em um contexto educacional específico, sabemos que a transposição didática é um processo amplo que se inicia desde a preparação das aulas e segue durante todo o percurso de ensino. Faz sentido evidenciar, portanto, conforme Chevallard (2000); Neves e Barros (2011), que os professores de Ciências interessados em utilizar tal sequência, deverão atentar para que suas aulas sejam preparadas seguindo os cuidados pedagógicos indicados neste capítulo, pois a transposição didática continuará acontecendo nessas novas aplicações da sequência, conforme o trabalho de cada docente. Para tanto, recomendamos o estudo desta dissertação quando da preparação das aulas.

**Figura 6 – Sistema didático**

Fonte: Chevallard (2005, p. 26)

Encontramos na tese de Menezes (2006, p. 30) um estudo e análise do triângulo que envolve a interação entre o professor, o conhecimento e o aluno, em um trabalho de interface entre a transposição didática de Chevallard e o contrato didático de Guy Brousseau<sup>17</sup> em sua pesquisa na área de matemática voltada ao Ensino Fundamental<sup>18</sup> (mesmo nível de ensino em que desenvolvemos nossa pesquisa).

A referida autora chama a atenção ao sustentar a proposição de Chevallard sobre o papel do saber na triangulação. Nessa perspectiva, tanto professor como aluno são “[...] sujeitos participantes de um processo ativo e interativo” (MENEZES, 2006, p. 31) na construção do conhecimento.

Desse modo, o professor como profissional responsável pela transposição didática interna, deve saber conduzir e mediar o processo de ensino para que a triangulação do sistema didático seja possível de ser efetuada.

Segundo Almeida (2011) há uma sequência de ações que o professor deve atentar ao começar um conteúdo novo com seus alunos com o objetivo de possibilitar a interação entre os membros do triângulo didático. Essas ações são:

- Resgate dos conhecimentos prévios dos alunos sobre o assunto;
- Saber escutar todo o saber e fazer uma síntese;
- Motivar e contextualizar fazendo do conhecimento trazido pelos alunos fio condutor ao novo conhecimento;
- Apresentar o conteúdo a ser trabalhado;

<sup>17</sup> Estudioso matemático das relações entre o aluno e os meios – professor, material ou outros alunos – que possibilitem a aprendizagem.

<sup>18</sup> Contrato didático e transposição didática: inter-relações entre os fenômenos didáticos na iniciação à álgebra na 6ª série do ensino fundamental.

- Buscar indícios de possíveis desentendimentos sobre o novo assunto;
- Tirar dúvidas do assunto e nivelar as informações básicas;
- Ao transpor didaticamente o saber, atentar para uma linguagem acessível e compreensível aos alunos, longe de vulgarizar o conhecimento.

Dizemos isso apoiando-nos em Almeida (2011) que afirma:

Na Educação Básica o professor tem de ter ainda mais cuidado, porque o distanciamento entre o conhecimento científico e o conhecimento escolar pode ser muito grande, e tudo isso pode ser uma questão de adaptação de linguagem (ALMEIDA, 2011, p. 46-47).

Finalmente, considerando as ponderações apresentadas nesta seção do trabalho, no capítulo seguinte descrevemos os fundamentos teóricos que subsidiaram a construção de nossa sequência didática sobre termorregulação nos seres vivos.

#### **4 SUBSÍDIOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS PARA A CONSTRUÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

Para construirmos uma sequência didática sobre o controle da temperatura corpórea dos seres vivos, voltada a alunos do 7º ano do Ensino Fundamental II, nos basearemos nas orientações de Zabala (1998).

Segundo esse autor, as sequências didáticas (que também podem ser denominadas de unidades de programação, unidades didáticas ou unidades de intervenção pedagógica), por mais variadas que sejam, apresentam atividades organizadas e articuladas entre si que as caracterizam e identificam. Tomando uma definição como ponto de partida, Zabala esclarece que as sequências didáticas dizem respeito a “[...] um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos (1998, p. 18).

Com essa definição, entendemos que as sequências didáticas sistematizam os componentes da prática docente, considerando as variáveis dessa prática (do trabalho em sala de aula propriamente dito).

Ainda que, em primeira vista, possa parecer que se estabeleça uma perspectiva fragmentada da ação docente, prejudicando a integralidade de uma possível intervenção pedagógica, Zabala defende que uma visão analítica da estrutura dessas sequências é importante na medida em que se deseja analisar seus componentes em separado, para melhor estruturá-los. No entanto, seu sentido integral nunca pode ser desconsiderado, ou seja, as divisões em etapas e atividades têm valor para uma análise metodológica de seus componentes, mas se considera sua estrutura geral, integrada.

No mesmo sentido, essa organização possibilita aos pesquisadores um olhar estrutural de sua prática, por meio dos componentes que constituem uma sequência didática, podendo se justificar cada um de seus elementos constituintes. Além de orientar o trabalho do professor/pesquisador, contribui para avaliações pontuais e gerais da sequência, a partir de suas partes articuladas.

Essa visão em perspectiva de uma proposta pedagógica, como entendemos, contribui para que possamos evidenciar não apenas as atividades ordenadas em si, mas, os recursos utilizados (livros, vídeos, figuras, quadro de giz) o conteúdo científico abordado (controle da temperatura corpórea dos seres vivos), a

modalidade didática das aulas (demonstrações, simulações, aulas expositivas, instrução individualizada), o processo avaliativo (instrumentos e tipologias de avaliação), entre outros.

Assim, um pesquisador/professor, ao lançar-se para a construção de uma sequência didática poderá voltar sua atenção não apenas ao conteúdo disciplinar, mas aos componentes didáticos e pedagógicos que igualmente compõem essa estrutura de intervenção. Em outras palavras, o professor/pesquisador pode aprender mais sobre os subsídios teórico-metodológicos que possibilitarão além de um olhar sistematizado, uma preocupação com a dimensão pedagógica dos processos de ensino e de aprendizagem que poderão se efetivar no desenvolvimento e na aplicação da sequência.

Pensando que um curso de Mestrado em Ensino nos incentiva a refletir justamente sobre os componentes didáticos e pedagógicos que podem trazer contribuições para o ensino e para a aprendizagem de conteúdos específicos, passaremos, então, a elencar os cuidados gerais que Zabala (1998) apresenta para que possamos construir adequadamente uma sequência didática que apresente o conteúdo considerado (controle da temperatura corpórea dos seres vivos) de modo pertinente e favorável ao seu ensino e à sua aprendizagem por parte de docentes da disciplina de Ciências e alunos do Ensino Fundamental II, respectivamente.

Para Zabala (1998) os tipos de atividades e a maneira como um professor as organiza e as articula em uma sequência são determinantes para a especificidade da proposta didática que se pretende implementar. Há de se ponderar, nesse processo, entre os componentes da sequência e sua perspectiva global, seus objetivos de ensino e de aprendizagem.

Um dos principais objetivos de se estabelecer uma estrutura geral de sequência, envolve a possibilidade de obtermos uma visão sistematizada do todo a partir de seus componentes básicos, de modo que seja possível identificar e refletir sobre:

[...] os instrumentos que nos permitam introduzir nas diferentes formas de intervenção aquelas atividades que possibilitem uma melhora em nossa atuação nas aulas, como resultado de um conhecimento mais profundo das variáveis que intervêm e do papel que cada uma delas tem no processo de aprendizagem dos meninos e meninas. Portanto, a identificação das fases de uma sequência didática, as atividades que a conformam e as relações que se estabelecem devem nos servir para compreender o valor educacional

que têm, as razões que as justificam e a necessidade de introduzir mudanças ou atividades novas que as melhorem (ZABALA, 1998, p. 54-55).

De acordo com o mesmo referencial (p. 19-20), é característico dessas propostas de intervenção pedagógicas as seguintes ponderações:

- Cada sequência é voltada para objetivos específicos;
- Elas esquematizam as variáveis da complexa prática educativa;
- Os tipos de atividade, sobretudo a maneira de articulá-las, são traços diferenciais e determinantes à especificidade da proposta didática;
- Indicam-nos a função desempenhada por cada uma das atividades no processo de construção do conhecimento ou da aprendizagem de diferentes conteúdos;
- Avaliam a funcionalidade das atividades, sua ausência ou a ênfase que se lhes deve atribuir.

Conforme o mesmo autor enuncia, existem diferentes tipos de sequências didáticas. Todavia, as variáveis dos objetivos de cada uma delas são comuns e consistem, principalmente, no grau de participação dos alunos, no grau de intervenção do professor e nos tipos de atividades estabelecidas, uma vez que cada uma dessas atividades apresenta um papel didático distinto.

Como exemplar genérico, apresentamos a unidade didática (Quadro 06) de número 4 sugerida por Zabala (1998, p. 58), a qual utilizaremos como base para elaborar nossa própria proposta. Tal exemplar é constituído das seguintes etapas (não estanques):

**Quadro 06** – Exemplar genérico de sequência didática

1ª) Apresentação por parte do(a) professor(a) de uma situação problemática relacionada com o tema	O professor desenvolve um tema entorno de um fato/acontecimento, destacando os aspectos problemáticos e os que são desconhecidos pelos alunos. Os conteúdos do tema podem ir de encontro com conflitos sociais, históricos, diferença de interpretação de obras literárias ou artísticas, até o contraste entre um conhecimento vulgar de determinados fenômenos biológicos e possíveis explicações científicas.
2ª) Proposição de problemas ou questões	Os alunos, coletiva e individualmente, dirigidos e ajudados pelo professor, expõem as respostas intuitivas ou suposições sobre cada um dos problemas e situações propostos.
3ª) Explicitação de respostas	Os alunos, coletivamente, dirigidos e ajudados pelo

intuitivas ou suposições	professor, deliberam sobre as respostas intuitivas.
4ª) Proposta das fontes de informação	Os alunos, coletiva e individualmente, dirigidos e ajudados pelo professor, propõem as fontes de informação mais apropriadas para cada uma das questões: o próprio professor, uma pesquisa bibliográfica, uma experiência, uma observação, uma entrevista, um trabalho de campo.
5ª) Busca da Informação	Os alunos, coletiva e individualmente, dirigidos e ajudados pelo professor, realizam a coleta dos dados que as diferentes fontes lhes proporcionaram. A seguir selecionam e classificam estes dados.
6ª) Elaboração das conclusões	Os alunos, coletiva e individualmente, dirigidos e ajudados pelo professor, elaboram as conclusões que se referem às questões e aos problemas propostos.
7ª) Generalização das conclusões e síntese	Com as contribuições do grupo e as conclusões obtidas o professor estabelece as leis, os modelos e os princípios que se deduzem do trabalho realizado.
8ª) Exercícios de memorização	Os estudantes, individualmente, realizam exercícios de memorização que lhes permitem lembrar dos resultados das conclusões, da generalização e da síntese.
9ª) Prova ou exame	Na classe, todos os alunos respondem às perguntas e fazem os exercícios do exame durante uma hora.
10ª) Avaliação	A partir das observações que o professor fez ao longo da unidade e a partir do resultado da prova, este comunica aos alunos a avaliação das aprendizagens realizadas.

Fonte: Zabala (1998, p. 58).

Segundo Zabala (1998) a estrutura geral dessa sequência didática (Quadro 06) sugere uma composição de atividades que podem ser classificadas em três tipos de conteúdo: os conceituais, os procedimentais e os atitudinais. Isso significa que ao longo das etapas de desenvolvimento, as atividades serão pensadas com base nessa tipologia de conteúdos, de modo a atingir os objetivos de aprendizagem propostos na unidade.

Essa abordagem está situada na dimensão da aprendizagem segundo a concepção construtivista, envolvendo princípios psicopedagógicos já reconhecidos em literatura especializada (ZABALA, 1998, p. 37), que possibilitam estabelecer critérios para avaliações das intervenções realizadas.

O ponto de partida dessas intervenções consiste na natureza social e socializadora da educação escolar, articulando o ensino e a aprendizagem na atividade intelectual voltada à construção de conhecimentos.

Nesse contexto, as tipologias de atividades/conteúdos mencionadas anteriormente servem para que possamos fazer uma adequada diferenciação e

identificação das intenções pedagógicas de cada atividade que compõem uma sequência didática, ajuizando sobre sua pertinência.

Notadamente, sempre será necessário advertir que essa categorização (tipologias de atividades/conteúdos) é tomada em função da possibilidade metodológica de pensar cada um dos componentes que, durante a ação, são considerados em conjunto, em complexidade, em profunda interação. Em geral, Zabala (1998) caracteriza as atividades/conteúdos em:

- *Atividades/conteúdos conceituais*: relacionados a fatos, conceitos e princípios. São os conteúdos relacionados ao saber.
- *Atividades/conteúdos procedimentais*: relativos aos modos de construir o conhecimento. São os conteúdos relacionados ao saber fazer.
- *Atividades/conteúdos atitudinais*: conteúdos relacionados aos valores e atitudes desenvolvidos na construção dos conhecimentos. São os conteúdos relacionados ao saber ser<sup>19</sup>.

Desse modo, deixamos claro que utilizamos a estrutura genérica de Zabala (Quadro 6) e as tipologias de atividades/conteúdos na construção de nossa sequência didática. Empreenderemos adaptações necessárias, a fim de que, como se espera, ela (a sequência) possa favorecer aos estudantes uma aprendizagem mais efetiva do controle da temperatura corpórea dos seres vivos.

Também pensamos ser importante considerar que adotaremos como referencial de elaboração dos instrumentos avaliativos, os encaminhamentos de Zabala (1998, p. 202-208), sugeridos pelo autor quando da avaliação de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais em unidades de intervenção pedagógica.

Assim, após uma evidenciação dos cuidados teórico-metodológicos que fundamentam a construção de nossa sequência didática, apresentamos a seguir (Quadro 07), um esquema geral de nossa sequência didática adaptada, indicando suas etapas, atividades (tipologias) e avaliações, bem como justificativas para cada um dos elementos componentes das respectivas etapas e os cuidados considerados com base nos pressupostos da transposição didática de Chevallard (1991).

Uma versão completa da sequência elaborada, contendo orientações gerais para os docentes interessados em sua aplicação, encontra-se disponível no Apêndice 1 deste trabalho.

---

<sup>19</sup> Para maiores informações sobre essa tipologia de conteúdos/atividades, ver Coll (1998).

## 5 ENCAMINHAMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

Todo o percurso investigativo apresentado neste trabalho foi fundamentado nos pressupostos metodológicos da abordagem qualitativa de pesquisa, conforme Bogdan e Biklen (1994).

A pesquisa qualitativa, amplamente utilizada nas áreas das ciências humanas, nos oferece fundamentação teórico-metodológica para coletar e analisar dados qualitativos em sua complexidade e contexto naturais. São suas características:

- Ser descritiva (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p.);
- O ambiente natural é a fonte direta de dados, constituindo o investigador o instrumento principal (p. 47);
- Interesse, por parte dos pesquisadores, mais no processo que nos produtos ou resultados (p. 49-50);
- Tendência em se analisar os dados de forma indutiva (p. 50);
- Importância aos significados que se atribuem, oriundos de juízos de valor das pessoas (p. 50-51).

Para nós, essa abordagem é pertinente quando se pretende, por exemplo, investigar os processos de ensino e de aprendizagem de conteúdos científicos, haja vista que a pesquisa qualitativa nos possibilita:

[...] compreender o processo mediante o qual as pessoas constroem significados e descrever em que consistem estes mesmos significados. Recorrem à observação empírica por considerarem que é em função de instâncias concretas do comportamento humano que se pode refletir com maior clareza e profundidade sobre a condição humana (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 70).

Nessa perspectiva (qualitativa), realizamos uma pesquisa que inicialmente envolveu uma revisão bibliográfica em documentos oficiais da Secretaria de Educação do Paraná, sobre o ensino de conteúdos da disciplina de Ciências, além de diversas outras literaturas (Fisiologia Animal, transposição didática, sequência didática, livros e artigos da área de ensino, fundamentação metodológica, entre outros) para a estruturação dos capítulos que compõem esta dissertação.

Como os aspectos estruturais de elaboração da sequência didática já foram apresentados no capítulo anterior, vamos nos ater nesta seção ao perfil dos participantes da pesquisa e o suporte teórico-metodológico que utilizamos para analisar os dados coletados.

## 5.1 PARTICIPANTES DA PESQUISA

A sequência didática foi aplicada no ano de 2017, em uma escola pública da região norte do estado do Paraná, especificamente em uma turma de 7º ano do Ensino Fundamental II, do período matutino, composta por vinte e seis alunos (quatorze do sexo feminino e doze do sexo masculino), com idades entre 11 e 14, sendo 11% repetentes (três alunos).

A turma não apresentava histórico grave de indisciplina<sup>20</sup>. De acordo com último conselho de classe, (à época da pesquisa) os professores das demais disciplinas conceituaram a turma como participativa, mas contendo alunos com dificuldades de aprendizagem (que são atendidos em salas de apoio, no contraturno, nas disciplinas de Matemática e Língua Portuguesa).

Quanto à escola, localiza-se em área central do município, atendendo alunos de bairros próximos e também mais distantes.

Cabe mencionar que os responsáveis desses alunos assinaram o Termo de Assentimento que consta no Anexo A.

## 5.2 ATIVIDADES DA SEQUÊNCIA ANALISADAS APÓS A APLICAÇÃO

Sobre o contingente de análise aplicamos os critérios de *diversidade* e *saturação*, explicitados por Guerra (2006, p. 40), para selecionarmos as atividades de sete estudantes para a análise. Sobre *diversidade*, adotamos o critério da 'diversificação interna' (GUERRA, 2006, p. 40), por meio do qual se pode explorar a diversidade de opiniões de um grupo oriundo de um mesmo local/ambiente (sala do 7º ano de uma escola pública do norte do Paraná).

---

<sup>20</sup> Entendemos 'indisciplina' como o descumprimento de normas pedagógicas estabelecidas no âmbito escolar que possam gerar prejuízos aos processos de ensino e aprendizagem, conforme os pressupostos de Parrat-Dayan (2008).

Quanto ao critério de *saturação*, nos basearemos nos pressupostos de Pires (1997b), que explica:

A saturação é menos um critério de constituição da amostra do que um critério de avaliação metodológico desta. Cumpre duas funções essenciais do ponto de vista operacional, indica em que momento o investigador deve parar a recolha dos dados, evitando-lhe o desperdício inútil de provas, de tempo e dinheiro; do ponto de vista metodológico, permite generalizar os resultados ao universo do trabalho (população) a que o grupo analisado pertence (generalização empírico-analítica) (PIRES, 1997, p. 157).

Em outras palavras, selecionamos as atividades de sete estudantes, concentrando nas mesmas diversidade e saturação para sustentar que elas serão representativas (mais ou menos proporcionais) das atividades que os demais estudantes realizaram.

### 5.3 REFERENCIAL PARA A ANÁLISE DOS DADOS

Para a análise das atividades escritas (dos alunos participantes) utilizamos os encaminhamentos da *análise textual discursiva*, que:

[...] pode ser compreendida como um processo auto-organizado de construção de compreensão em que novos entendimentos emergem de uma seqüência recursiva de três componentes: a unitarização – desconstrução dos textos do corpus; a categorização – estabelecimento de relações entre os elementos unitários; e por último o captar de um novo emergente em que a nova compreensão é comunicada e validada (MORAES, 2003, p. 192).

Esse tipo de análise envolve quatro etapas básicas subsequentes, conforme Moraes (2003, p. 191-192, grifos nossos), a saber:

- **Desmontagem dos textos ou unitarização:** consiste no processo de análise pormenorizada dos materiais sob estudo, subdividindo-os até se chegar a unidades constituintes. Nessa primeira etapa são realizadas a fragmentação dos textos e a codificação das análises; a reescrita de cada análise a fim de que assumam significados; e a atribuição de um título (nome) para cada unidade produzida.
- **Estabelecimento de relações ou categorização:** nesta fase as unidades obtidas na etapa anterior são combinadas e classificadas

para serem (re)unidas em grupos mais complexos, ou seja, em categorias;

- **Captção do novo emergente:** após uma análise aprofundada dos dados pormenorizados e (re)unidos em conjuntos característicos, uma nova compreensão poderá surgir desses dados. Informações implícitas poderão emergir mediante o percurso completo das etapas anteriores. Assim, novas compreensões tanto quanto suas críticas e validações são previstas para etapa. O resultado desse processo será um metatexto que representará o produto de uma nova combinação de elementos;

- **Processo de auto-organização:** todo o percurso acima descrito para análise de dados é apresentado sumariamente como um processo racionalizado e planejado a partir do qual novas compreensões poderão surgir. Entretanto, mesmo diante de um processo considerado auto-organizado, é mister evidenciar a presença do fator “imprevisibilidade” nos resultados finais originais.

Neste trabalho, tomamos como possibilidade de categorias prévias para classificação dos excertos textuais extraídos das atividades dos alunos, as seguintes:

- *Explicações apropriadas:* para abarcar as noções dos alunos que estão próximas das explicações científicas atuais, evidenciando aprendizagem ao longo do trabalho com a sequência didática elaborada;

- *Explicações inapropriadas:* noções prévias equivocadas, ou confusões dos alunos quanto à aprendizagem do conteúdo proposto por meio da sequência, indicando problemas na aprendizagem do conteúdo;

- *Explicações pouco apropriadas:* interface entre as duas categorias anteriores, que poderá indicar aos pesquisadores problemas com uma atividade ou etapa específica da sequência, a ser repensada e reaplicada;

Ao final da análise, elaboramos síntese das categorias e unidades de análise configuradas, evidenciando os principais aspectos das mesmas à luz da literatura.

A seguir, apresentamos a estrutura básica da sequência didática.

## 6 PRODUÇÃO TÉCNICA EDUCACIONAL: APRESENTAÇÃO ESTRUTURAL DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

*[O Produto Educacional apresentado nesta dissertação encontra-se integralmente disponível em <<http://www.uenp.edu.br/mestrado-ensino>>. Para maiores informações, entre em contato com a autora pelo e-mail: [rosacontardi@yahoo.com.br](mailto:rosacontardi@yahoo.com.br)]*

Considerando a problemática da pesquisa, os objetivos e a justificativa apresentados na introdução deste trabalho, além das ponderações teóricas obtidas a partir da revisão bibliográfica em referenciais da Fisiologia Animal, bem como os pressupostos didático-pedagógicos da transposição didática de Chevallard e da construção de sequências didática segundo Zabala, apresentamos no Quadro 08 a estrutura geral de nossa Sequência Didática para o ensino de termorregulação animal a alunos do Ensino Fundamental II.

A título de esclarecimento, é oportuno ressaltar que as atividades que compõem a sequência didática foram analisadas por três professores de Ciências da Educação Básica e dois professores do Ensino Superior da área do Ensino de Ciências, que contribuíram com diversos apontamentos.

Evidenciamos que se trata de uma versão compacta da sequência, a qual se encontra integralmente disponibilizada no volume da Produção Técnica Educacional que acompanha esta dissertação.

Advertimos ao leitor que embora a sequência seja pedagogicamente dividida em etapas e atividades, seu encaminhamento em sala de aula não é estanque, ou seja, suporta adaptações que naturalmente serão necessárias a partir de demandas contextuais.

No Quadro 08, o leitor encontra uma versão da sequência contendo informações como: público-alvo, objetivos, carga horária aproximada de aplicação, pré-requisitos, recursos previstos, atividades e avaliações.

Nas colunas, indicamos as etapas originais de Zabala (1998) que foram adaptadas, a descrição das atividades previstas e justificativas didático-pedagógicas para cada atividade planejada.

**Quadro 07 – Esquema geral da sequência didática**

<b>SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DO CONTROLE DA TEMPERATURA CORPÓREA DOS SERES VIVOS</b>	
• Participantes	Alunos do 7º ano do Ensino Fundamental II de uma escola pública da região norte do Paraná.
• Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evidenciar o papel da temperatura como fator abiótico importante à vida dos seres vivos;</li> <li>- Apresentar alguns mecanismos fisiológicos de regulação da temperatura corpórea animal, para que os discentes compreendam que tais mecanismos estão relacionados à sobrevivência desses organismos em determinado ambiente e/ou circunstância;</li> <li>- Explicar as classificações dos animais quanto à temperatura corporal, com base na constância da temperatura e na fonte de calor, bem como algumas terminologias próprias desse assunto, para que os alunos compreendam os critérios que atualmente são utilizados para se chegar e tais classificações;</li> <li>- Apresentar exemplos de exceções quanto à classificação de temperatura corpórea dos animais, para que os alunos entendam que certas circunstâncias devem ser analisadas quando da classificação;</li> <li>- Investigar as possíveis contribuições desta sequência didática (bem como suas limitações) para o ensino do controle da temperatura corpórea dos seres vivos, com vistas a aprendizagem desse assunto no âmbito do Ensino Fundamental II.</li> </ul>
• Total de aulas (aproximado)	14 h/a
• Conhecimentos como pré-requisitos	É importante que os alunos tenham noções básicas das características dos seres vivos, conceitos de habitat e biodiversidade.
• Recursos	Quadro de giz, laboratório de informática, projeção multimídia ou Tv Multimídia, lápis de cor, biblioteca, papel sulfite.
• Atividades	As atividades terão caráter intra e extraclasse, com conteúdos (atividades) factuais/conceituais, procedimentais e atitudinais.
• Avaliação	A avaliação será contínua, em todas as etapas da sequência didática.

Etapas da Sequência Didática	Descrição das atividades e avaliações	Justificativa dos componentes didático-pedagógicos adotados
<p><b>1ª Etapa-</b> Problematização e apresentação do tema com explicitação das respostas intuitivas ou suposições (1ª+ 2ª+ 3ª etapas de Zabala, 1998)</p>	<p><b>ATIVIDADE 1</b> Avaliação Diagnóstica Inicial – levantamento das ideias prévias dos alunos sobre o assunto que será trabalhado.</p> <p>1.1 O (a) professor (a) comunica aos alunos o conteúdo a ser estudado, escrevendo o tema <u>Temperatura corporal dos animais</u> no quadro de giz.</p> <p>1.2 Em seguida faz alguns questionamentos para conhecer o que sabem sobre o assunto:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Existe uma temperatura corpórea ideal para o animal sobreviver? Qual? Justifique.</li> <li>b) Os animais possuem temperatura corporal iguais? Justifique.</li> <li>c) Se o ambiente apresentar uma temperatura muito baixa, como no Polo Norte, por exemplo, o ser humano consegue sobreviver? Se sim, explique com suas palavras.</li> <li>d) E se o ambiente apresentar uma temperatura muito alta, como no deserto, por exemplo, o ser humano consegue sobreviver? Se sim, explique com suas palavras.</li> <li>e) Será que existe algum animal que consegue sobreviver em regiões muito frias? Se sim, explique como isso é possível.</li> <li>f) Qual o aparelho usado para medir a temperatura?</li> <li>g) Por que nós, seres humanos, somos quentinhos? Justifique.</li> <li>h) O que nos mantém mais aquecidos: um cobertor ou um</li> </ul>	<p>A aplicação da avaliação diagnóstica inicial é defendida por vários autores como Haydt ao afirmar que:</p> <p>No início de cada unidade de ensino, é recomendável que o professor verifique quais as informações que seus alunos já têm sobre o assunto, e que habilidades apresentam para dominar o conteúdo. Isso facilita o desenvolvimento da unidade e ajuda a garantir a eficácia do processo ensino-aprendizagem (HAYDT, 2000, p. 20).</p> <p>Do ponto de vista pedagógico, entendemos a avaliação diagnóstica como ponto de partida para o trabalho do professor, pois ao tomar ciência dos conhecimentos prévios dos alunos, direciona sua ação pedagógica para posterior intervenção e avanço (SANTOS, 2008).</p>

	<p>lençol? Justifique</p> <p>i) Você sabe explicar por que um jacaré fica tomando sol? Ele faz isso sempre? Justifique.</p> <p>j) Você sabe dizer por que no inverno costumamos comer mais do que no verão? Explique.</p> <p><b>ATIVIDADE 2</b></p> <p>2.1 O(a) professor(a) avisa aos alunos que deverão observar algumas imagens e atentar-se nas colorações que aparecem nas figuras.</p> <p>2.2 Explica então que as cores das imagens tratam-se de uma técnica chamada termografia obtidas de uma máquina específica que fotografa as emissões de calor de um determinado corpo. A temperatura do corpo é analisada pelas cores e suas tonalidades (vermelho, mais quente; azul, mais frio).</p> <p>2.3 Chama a atenção para as diferentes colorações relacionadas às diversas temperaturas corporais.</p> <p><b>Imagem 1</b> - Imagem de uma pessoa suada e outra tremendo de frio (sem uso de câmera termográfica). Disponível em &lt;<a href="http://www.webarcondicionado.com.br/voce-sabe-por-que-trememos-no-frio-e-suamos-no-calor">http://www.webarcondicionado.com.br/voce-sabe-por-que-trememos-no-frio-e-suamos-no-calor</a>&gt; acesso em 17 jun 2017.</p> <p><b>Imagem 2</b> - Imagem termográfica de atleta exercitando na esteira. Disponível em &lt;<a href="http://www.efdeportes.com/efd190/a-termografia-no-tratamento-de-lesoes.htm">http://www.efdeportes.com/efd190/a-termografia-no-tratamento-de-lesoes.htm</a>&gt; acesso em 10 jun</p>	<p><b>ATIVIDADE 2</b></p> <p>A observação de figuras é defendida por Krasilchik (2005, p. 51), pois auxilia na obtenção de uma “[...] parcela significativa das informações de biologia”, no nosso caso de ciências.</p> <p><b>Conteúdo procedimental:</b> Segundo Zabala (1998, p.43) um conteúdo procedimental<sup>21</sup> é um conjunto de ações ordenadas e com um fim, dirigidas para a realização de um objetivo. Sendo assim, nessa atividade solicita-se ao aluno o procedimento de <b>observação</b> das imagens apresentadas.</p>
--	---	--

<sup>21</sup> Inclui, entre outras coisas, as regras, as técnicas, os métodos, as destrezas ou habilidades, as estratégias, os procedimentos que devem ser executados para seu domínio competente, portanto a realização dessas ações é uma condição *sine qua non* para a aprendizagem (ZABALA, 1998, p.44-45).

	<p>2017.</p> <p><b>Imagem 3</b> - Imagens termográficas de um homem, uma mulher e uma criança. Disponível em &lt;  <a href="http://erempljunior.blogspot.com.br/2012_10_01_archive.html">http://erempljunior.blogspot.com.br/2012_10_01_archive.html</a>&gt;          acesso em 17 jun 2017.</p> <p><b>ATIVIDADE 3</b>          Problematização quanto à relação da temperatura do ambiente e a temperatura corpórea do ser humano e outros seres vivos em situações variadas, por meio de questões escritas planejadas.</p> <p>3.1 O (a) professor (a) pede aos alunos que respondam às questões em folha separada individualmente, sem consulta ao professor, colega ou outro meio.</p> <p>3.2 Alerta-os da importância de respostas em todas as questões e que toda resposta será considerada:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Você já ouviu falar das expressões “animal de sangue frio” e “animal de sangue quente”? Se sim, explique com suas palavras o que as expressões significam.</li> <li>b) Nós, seres humanos, somos quentinhos? Explique.</li> <li>c) Como os animais conseguem sobreviver em ambientes muito quentes, como nos desertos? Explique dando exemplos.</li> <li>d) Como os animais conseguem sobreviver em ambientes muito frios, como nos polos? Explique dando exemplos.</li> <li>e) Será que a temperatura do corpo do ser humano é sempre a mesma ou varia conforme a situação? Explique.</li> <li>f) Será que a temperatura do corpo humano é a mesma em suas diferentes partes? Justifique sua resposta.</li> <li>g) Por que nossos pés ficam frios geralmente na época do inverno?</li> </ul>	<p><b>ATIVIDADE 3</b>          Para Carvalho e Gil-Pérez (2011, p. 49) cabe ao docente o papel de propor situações problemáticas com o intuito de gerar interesse nos alunos para que explicitem suas ideias. Nesse sentido, a abordagem problematizadora possui caráter dual: além de motivação para iniciar um novo conteúdo, “[...] possibilita a aproximação entre o conhecimento alternativo dos estudantes e o conhecimento científico escolar que se pretende ensinar” (PARANÁ, 2008, p. 74). A problematização inicial instiga o aluno à aquisição de conhecimentos que ainda não possui para resolver os problemas propostos (DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2009, p. 201).</p> <p><b>Conteúdos conceitual, procedimental e atitudinal:</b> a atividade 3 ao utilizar-se da problematização por meio de questões específicas vem ao encontro do que Zabala afirma sobre ensinar conteúdo conceitual (temperatura), ou seja, as condições necessárias para a significância na aprendizagem: “[...] atividades que possibilitem o reconhecimento dos conhecimentos prévios, que assegurem a significância e a funcionalidade, que sejam adequadas ao nível de desenvolvimento, que provoquem uma atividade mental no aluno” (ZABALA, 1998, p. 81). Paralelo ao conteúdo conceitual, o ato do aluno <b>responder por</b></p>
--	---	---

	<p>h) Para você o que é e por que acontece a febre?</p> <p><b>ATIVIDADE 4</b> Deliberação em grupo das respostas intuitivas tendo o professor como mediador (sem interferência nas respostas).</p> <p>4.1 O (a) professor (a) organiza a turma em grupo de 4 ou 5 alunos para que discutam as respostas da atividade 3, observando semelhanças ou diferenças nas respostas obtidas.</p> <p>4.2 Cada grupo expõe suas respostas para o restante da turma.</p> <p>4.3 O professor direciona a atividade fazendo uma síntese dos resultados.</p>	<p><b>escrito de acordo com suas concepções</b> é um tipo de conteúdo procedimental e ao mesmo tempo atitudinal<sup>22</sup>. Pois segundo Zabala (1998, p.91) ao ensinar conteúdo procedimental, o professor deve atentar para que a atividade parta de situações significativas e funcionais (temperatura corpórea do ser humano).</p> <p><b>ATIVIDADE 4</b> Segundo as DCE de Ciências, o trabalho em grupo oportuniza a troca de experiências e apresentação das proposições dos alunos aos demais, permitindo o confronto de ideias (PARANÁ, 2008, p. 75). Esse tipo de atividade permite que o docente tome conhecimento de como os alunos falam e o que pensam, além de oportunizar aos jovens melhoria na sua capacidade de expressão (KRASILCHIK, 2005, p. 58).</p> <p><b>Conteúdos conceitual, procedimental e atitudinal:</b> ao deliberar suas respostas, ainda que intuitivas, o aluno apresenta o que Zabala refere-se à aprendizagem de conceitos: “[...] atividade mental e conflito cognitivo” ao se dar conta que suas concepções são diferentes ou não dos demais (ZABALA, 1998, p. 80). Ao expor oralmente suas concepções sobre temperatura corpórea e sua relação com o ambiente, o aluno está aprendendo um conteúdo procedimental enquanto que o exercício de esperar a vez de falar, ouvir e respeitar a concepção dos outros são conteúdos atitudinais, pois, Segundo</p>
--	---	---

<sup>22</sup> Conforme Zabala, “[...] o termo conteúdos atitudinais engloba uma série de conteúdos que por sua vez podemos agrupar em valores, atitudes e normas” (ZABALA, 1998, p. 46).

		Zabala: “[...] a maneira de organizar as atividades e os papéis que cada um dos meninos e meninas deve assumir pode promover ou não atitudes como as de cooperação, tolerância e solidariedade” (ZABALA, 1998, p. 84).
<p><b>2ª Etapa-</b> Pesquisa em fontes variadas (4ª + 5ª+ 6ª etapas de Zabala, 1998)</p>	<p><b>ATIVIDADE 5</b> Retomada da problematização inicial.</p> <p>5.1 O (a) professor (a) questiona os alunos das possibilidades de outras respostas para as questões da atividade 3 em outras fontes.</p> <p>5.2 Sugere que cada equipe de alunos pesquise em determinada fonte: um grupo utiliza a Internet, outro, os livros didáticos da escola, outro grupo pesquisa entre familiares, um outro grupo pode entrevistar alunos de outras classes da escola, professores e funcionários, etc.</p> <p>5.3 Determina data para apresentação oral e entrega dos resultados por escrito.</p>	<p><b>ATIVIDADE 5</b> Ao valorizar o contexto em que o aluno está inserido quando busca informações em fontes variadas, o mesmo participa ativamente na construção do conhecimento científico. Essa estratégia é elencada nas DCE quando da importância de se contextualizar o conteúdo e se pensar na ciência que se pode aprender a partir do cotidiano e da realidade do aluno (2008, p. 74-75).</p> <p><b>Conteúdos conceitual, procedimental e atitudinal:</b> de acordo com Zabala (1998, p.80) a pesquisa direcionada refere-se à etapa de elaboração de conteúdo conceitual pelo aluno, momento em que o discente toma consciência do processo de elaboração dos conceitos. O mesmo autor designa a “linha contínua motor/cognitivo”, aqui representada pela busca, registro escrito, compreensão da atividade proposta como conteúdo procedimental (ZABALA, 1998, p. 44). Os conteúdos atitudinais propostos aos alunos sugerem: respeito aos outros, responsabilidade, cooperação com o grupo, ajuda os colegas, participação nas atividades escolares, entre outros, a fim de realizar a pesquisa proposta (ZABALA, 1998, p. 46).</p>

	<p><b>ATIVIDADE 6</b> Apresentação (oral) dos resultados e conclusões da pesquisa, para a classe, e entrega dos resultados da pesquisa para o professor.</p> <p>6.1 Breve apresentação das pesquisas.</p> <p>6.2 O professor, juntamente com os alunos, registra no quadro de giz uma síntese dos resultados apresentados.</p> <p><b>ATIVIDADE 7</b> Avaliação formativa – análise dos processos e resultados da pesquisa proposta.</p>	<p><b>ATIVIDADE 6</b> <b>Conteúdos conceitual, procedimental e atitudinal:</b> como afirma Zabala “[...] uma das características dos conteúdos conceituais é que a aprendizagem quase nunca pode ser considerada acabada, já que sempre existe a possibilidade de ampliar ou aprofundar seu conhecimento, de fazê-la mais significativa” (ZABALA, 1998, p. 43). Nos embasamos nessa citação para justificar a atividade 6 quanto ao conteúdo conceitual: a apresentação e conclusão das pesquisas visa possibilitar aos alunos a compreensão de que os resultados poderiam ter ido mais além do que os já obtidos (relação com a atividade 8). Mais uma vez, a expressão oral é tida como ação do conteúdo procedimental (como visto na atividade 4) pois como advoga Zabala “[...] não basta realizar uma vez as ações do conteúdo procedimental, mas tantas vezes quantas forem necessárias até que seja suficiente para chegar a dominá-lo”. (1998, p. 45). Para o autor o conteúdo atitudinal não deve ser contemplado somente nas situações estanques das exposições, debates ou diálogos em sala de aula, mas toda a rede de relações que se estabelece, ou seja, a interação entre professores e alunos, alunos entre alunos durante as aulas (p. 83).</p> <p><b>ATIVIDADE 7</b> A avaliação aqui não está atrelada à nota pela entrega escrita da pesquisa, mas, pela mobilização dos alunos em busca de informações na construção do conhecimento. O professor deve atentar ao processo e não ao resultado (HOFFMANN, 2014).</p>
--	---	---

<p style="text-align: center;"><b>3ª Etapa-</b> Introdução do conhecimento científico</p>	<p><b>ATIVIDADE 8</b> Leitura dirigida e interpretação de texto informativo (em quadrinhos) sobre a regulação da temperatura corpórea dos animais (adaptado).</p> <p><b>Obs.: O texto em quadrinhos está disponível integralmente no volume da Produção Técnica Educacional que acompanha esta dissertação.</b></p> <p><b>ATIVIDADE 9</b> 9.1 O (a) professor (a) anuncia aos alunos que irão assistir trechos selecionados de vídeos que tratam da temperatura dos animais, em especial, a abelha.</p>	<p><b>ATIVIDADE 8</b> Nessa etapa atentamos para os cuidados da transposição didática na elaboração do texto (pelo professor/pesquisador) para que seja compreensível aos alunos do 7º ano do Ensino Fundamental, mediante o cuidado com “vigilância epistemológica” evidenciada por Chevallard (1991) para que o assunto não seja “deformado” no processo de adaptação à ciência escolar. Concordamos com Carvalho (2013) sobre a necessidade de um texto de sistematização do conteúdo numa linguagem mais formal, visto que nas atividades (1ª e 2ª etapas), durante o processo de conhecimento do tema, pelos alunos, empregamos uma abordagem informal e cotidiana. A atividade 8, orientada pelo professor, oportuniza ao aluno buscar conhecimentos e reformular suas hipóteses prefiguradas nas atividades anteriores. O aprendente compromete-se com seus progressos e dificuldades, o que para Hoffmann (2014) caracteriza a avaliação contínua.</p> <p><b>Conteúdos conceitual, procedimental e atitudinal:</b> para Zabala (1998, p. 80), ler e interpretar são conteúdos de cunho procedimental, que nessa atividade poderão contribuir para a construção pessoal de conceitos (atividade mental com “[...] síntese que integra a nova informação com os conhecimentos anteriores”) sobre termorregulação, abordados no texto. O mesmo autor elenca a participação das tarefas escolares como conteúdo atitudinal (p. 46).</p> <p><b>ATIVIDADE 9</b> A atividade 9 contempla a orientação das DCE de explorar os diversos recursos pedagógicos/tecnológicos que enriqueçam a prática docente (PARANÁ, 2008, p. 73), assim como na</p>
---	---	--

	<p>9.2 Antes da sessão é entregue um roteiro com questões sobre o tema que devem ser respondidas individualmente e entregue ao professor.</p> <p><b>Obs.: As questões da atividade 9 estão disponíveis integralmente no volume da Produção Técnica Educacional que acompanha esta dissertação.</b></p> <p><b>Vídeo 1: O Mundo Secreto dos Jardins 01- Abelhas</b> Disponível em &lt; <a href="https://www.youtube.com/watch?v=7hS6HBPcyh4">https://www.youtube.com/watch?v=7hS6HBPcyh4</a>&gt;, acesso em 02 abr 2017.</p> <p>O vídeo de duração total de 22min e 22s trata da formação de uma colmeia, características das abelhas, sua vida em sociedade e os desafios para sobreviver. É no intervalo de 20min e 43s a 22min e 22s que o vídeo explica sobre a estratégia das abelhas de baterem suas asas dentro da colmeia gerando calor para se aquecerem no inverno.</p> <p><b>Vídeo 2: O mundo dos insetos –documentário</b> O vídeo de 45min trata da vida dos insetos em geral. Somente no intervalo de 14min e 43s a 16min e 34s que se encontra a explicação do calor gerado pelo agrupamento dos corpos de abelhas para matar uma vespa invasora da colmeia. Disponível em &lt; <a href="https://www.youtube.com/watch?v=rXRhQ9z9_XE">https://www.youtube.com/watch?v=rXRhQ9z9_XE</a>&gt;, acesso em 02 abr 2017.</p> <p><b>ATIVIDADE 10</b> Avaliação formativa: a critério do professor.</p>	<p>opinião de Krasilchik (2004, p. 64) os vídeos podem ser utilizados como elementos que podem complementar as explicações, durante as aulas.</p> <p><b>ATIVIDADE 10</b> A avaliação formativa tem o caráter de “[...] informar o aluno e o professor sobre os resultados que estão sendo alcançados durante o desenvolvimento das atividades” (BLOOM <i>apud</i> SANT’ANNA, 2014, p. 39).</p>
--	---	--

<p><b>4ª Etapa-</b> Exercícios e simulações</p>	<p><b>ATIVIDADE 11</b> Atividades de discussão em geral e jogos didáticos com as terminologias envolvidas no estudo da termorregulação.</p> <p><b>Obs.: As atividades estão disponíveis no volume da Produção Técnica Educacional que acompanha esta dissertação.</b></p> <p><b>ATIVIDADE 12</b> Avaliação formativa: a critério do professor, por meio de instrumentos variados (atividades escritas, exposição oral, jogos, etc.).</p> <p>12.1 O (a) professor (a) comunica aos alunos que devem se preparar para um jogo didático com os conteúdos estudados de temperatura corporal dos animais.</p> <p>12.2 Providencia os materiais para a execução do jogo em sala de aula.</p> <p><b>Jogo didático:</b> Jogo da velha “Temperatura corporal dos animais”</p> <p><b>Obs.: O jogo está disponível integralmente no volume da Produção Técnica Educacional que acompanha esta dissertação.</b></p>	<p><b>ATIVIDADE 11</b> Para além das atividades de lápis e papel, as DCE (2008) elencam o lúdico como instrumento a ser considerado na prática pedagógica possibilitando interações do aluno com o mundo e os conteúdos escolares.</p> <p><b>Conteúdos conceitual e procedimental:</b> essa atividade caracteriza-se como fase de exercitação do conteúdo conceitual fazendo uso de “estratégias de codificação e retenção” dos conceitos aprendidos até o momento (ZABALA, 1998). Ler, escrever, expressar oralmente e jogar são procedimentos também contemplados.</p> <p><b>ATIVIDADE 12</b> Como na atividade 10, a avaliação formativa tem o caráter de “[...] informar o aluno e o professor sobre os resultados que estão sendo alcançados durante o desenvolvimento das atividades” (BLOOM <i>apud</i> SANT’ANNA, 2014, p. 39).</p>
---	---	---



## 7 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

No transcorrer da leitura e análise das produções textuais dos alunos, notamos que as categorias prévias anteriormente elencadas como “explicações apropriadas”, “explicações inapropriadas” e “explicações pouco apropriadas” não se efetivaram.

Portanto, houve a necessidade, ao longo do processo e análise dos dados, de sistematizar novas categorias. Sendo assim, organizamos as seguintes: I. Noções distantes da Fisiologia Animal recente; II. Noções incompletas em relação à Fisiologia Animal recente; III. Noções completas em relação à Fisiologia Animal recente; e IV Contribuições das atividades da sequência didática.

Nas transcrições de dados para a análise (atividades realizadas pelos alunos), os discentes foram codificados com a letra D (discentes) e um número ordinal: D1, D2, D3... D7 (indicando o número total dos participantes cujas atividades foram analisadas).

As atividades seguiram a numeração elencada na própria sequência didática, exemplo: A1 (atividade 1), A2 (atividade 2) e assim por diante.

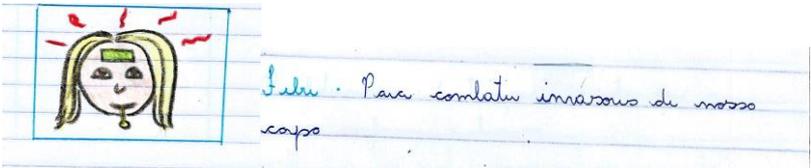
Das quatorze atividades que compuseram a sequência didática, as respostas de apenas seis delas foram tomadas para comporem o *corpus* de análise em função da produção textual ou imagética que as mesmas possibilitaram, considerando todas as etapas da sequência. Foram elas:

- Atividade 1: Avaliação diagnóstica (1ª Etapa);
- Atividade 3: Problematização (2ª Etapa);
- Atividade 9: Questões dos vídeos (3ª Etapa);
- Atividade 11: Exercícios de construção (4ª Etapa);
- Atividade 13: Glossário (5ª Etapa);
- Atividade 14: Avaliação diagnóstica final (5ª Etapa).

A seguir, apresentamos os excertos textuais dos alunos dispostos nas categorias de análise e suas respectivas subcategorias, conforme Quadro 09. Também foram inseridas, nos quadros categoriais, as figuras desenhadas pelos alunos por ocasião da atividade 13 da sequência.

**Quadro 08 – Categoria 1**

<b>Categoria 1: Noções distantes da Fisiologia Animal recente</b>	
<p><b>Subcategoria</b> Animal de 'sangue frio' e animal de 'sangue quente'</p>	<p><i>Eu já ouvi falar das expressões 'animal de sangue quente' e 'animal de sangue frio', eu acho que é por causa da espécie. (D1A3)</i></p> <p><i>Eu acho que os mamíferos são animais de sangue quente, e os não mamíferos, não. (D3A3)</i></p> <p><i>Sim, eu já ouvi falar das expressões 'animal de sangue quente e 'animal de sangue frio'. É quando o animal mata tranquilo e com sentimento é de sangue quente. (D6A3)</i></p>
<p><b>Subcategoria</b> Adaptações fisiológicas dos animais em ambientes de temperatura extremas</p>	<p><i>Se o ambiente apresentar uma temperatura muito baixa como no Polo Norte, o ser humano não consegue sobreviver porque a gente tem uma temperatura (corporal) certa. (D1A1)</i></p> <p><i>[...] no Polo Norte, o ser humano não consegue sobreviver porque estamos acostumados com temperaturas normais. (D3A1)</i></p> <p><i>Os animais conseguem sobreviver em ambientes muito frios porque pode ser que o sangue deles é quente... e outros animais conseguem sobreviver no deserto pode ser porque seu sangue é frio. (D3 A3)</i></p> <p><i>O ser humano consegue sobreviver no deserto porque nosso corpo muda de temperatura. (D7 A1)</i></p> <p><i>O camelo consegue sobreviver em ambientes muito quentes, como nos desertos porque armazena água e comida nas corcovas. (D1 D4 A1)</i></p> <p><i>O urso polar consegue sobreviver no Polo por causa de seu sangue quente. (D5 A3)</i></p> <p><i>O urso polar consegue sobreviver no Polo por causa dos pelos que o esquentam. (D2, D 4 D7 A3)</i></p>
<p><b>Subcategoria</b> Endotermia</p>	<p><i>No inverno costumamos comer mais do que no verão porque quase todas as comidas são quentinhas. No calor quase ninguém quer comer coisa quente. (D1A1)</i></p> <p><i>Nós seres humanos somos quentinhos porque temos que deixar a temperatura do nosso corpo alta, pois se estiver muito baixa podemos pegar hipotermia. (D6A1)</i></p> <p><i>No inverno costumamos comer mais do que no verão porque não tem nada para fazer na rua. (D 7 A1)</i></p>
<p><b>Subcategoria</b> Ectotermia</p>	<p><i>O jacaré fica tomando sol para trocar de pele. (D3A1)</i></p> <p><i>O jacaré fica tomando sol para secar sua pele e não machucar sua pele. (D4A1)</i></p>

<p><b>Subcategoria</b> Heterotermia</p>	<p><i>Nossos pés ficam frios geralmente na época do inverno porque pega muita friagem. (D1A3)</i></p> <p><i>Nossos pés ficam frios geralmente na época do inverno porque ficam gelados conforme a temperatura geral do corpo. (D4A3)</i></p> <p><i>Eu acho que nossos pés ficam frios geralmente na época do inverno porque geralmente as pessoas ficam com os pés no chão. (D6A3)</i></p> <p><i>A febre acontece porque vão bactérias quentes para a pele, eu acho. (D7A3)</i></p> <p><i>A febre acontece pelo calor do corpo quando ficamos doentes, nós esquentamos mais. (D2A3)</i></p> <div data-bbox="619 719 1430 887">  </div> <p>D2A13</p>
---	---

Fonte: Dos autores.

Nessa categoria observamos que os alunos ao responderem o questionário inicial (avaliação diagnóstica) consideraram os mamíferos animais de sangue quente, e os não mamíferos, animais de sangue frio, como visto no excerto D3A3. Essa noção prévia vem de encontro aos apontamentos de Randall, Burggren e French (2000, p. 636), de que os fisiologistas mais antigos consideravam peixes, anfíbios, répteis e invertebrados como pecilotérmicos ou animais de 'sangue frio'.

Na mesma questão, de modo interessante, percebemos que D6 associa animal de sangue quente e sangue 'frio', com sentimentos à matança: *Sim, eu já ouvi falar das expressões 'animal de sangue quente e 'animal de sangue frio'. É quando o animal mata tranquilo e com sentimento é de sangue quente (D6A3).*

Na subcategoria *Adaptações fisiológicas dos animais em ambientes de temperatura extremas*, os alunos fazem alusão ao fato de que o ser humano não consegue viver em ambientes de temperaturas muito baixas, como podemos notar nos excertos de D1A1 e D3A1, mas conferem aos animais a condição de sobreviver em ambientes de temperaturas extremas, justificando com as estruturas corporais dessa sobrevivência, como no excerto: *O camelo consegue sobreviver em ambientes muito quentes, como nos desertos porque armazena água e comida nas corcovas (D1 D4 A3) ou mesmo no trecho: O urso polar consegue sobreviver no Polo por causa dos pelos que o esquentam. (D2, D4, D7A3).*

Na subcategoria *Endotermia* D1 relaciona temperatura do ambiente com preferência de alimentos ao afirmar que: *No inverno costumamos comer mais do que no verão porque quase todas as comidas são quentinhas. No calor quase ninguém quer comer coisa quente (D1A1).*

Nos excertos da subcategoria *Ectotermia* notamos que D3 e D4 buscam explicar o fato do jacaré ficar exposto ao sol *para trocar de pele (D3A1)* e até mesmo, *secar a pele e não machucá-la (D4A1).*

Por fim, na subcategoria *Heterotermia* notamos que os alunos inferem o fato dos pés serem frios geralmente no inverno *porque pegam muita friagem (D1A3)* e *as pessoas ficam com os pés no chão (D6A3)*. Na mesma subcategoria, demonstram compreender a febre como o aumento da temperatura corpórea quando estamos doentes, em que D2 afirma: *A febre acontece pelo calor do corpo quando ficamos doentes, nós esquentamos mais (D2A3)*. Já D7 sugere que a febre acontece pela temperatura alta das bactérias como podemos observar em: *A febre acontece porque vão bactérias quentes para a pele, eu acho (D7A3).*

Nosso entendimento dos fragmentos textuais analisados nessa categoria é de que os alunos (nas atividades executadas A1 e A3), possuem noções distantes da Fisiologia Animal recente. Todavia, apesar desse distanciamento, embasamo-nos nas premissas das Diretrizes Curriculares da Educação Básica (DCE), que nos alertam:

A apropriação do conhecimento científico pelo estudante no contexto escolar implica a superação dos obstáculos conceituais. Para que isso ocorra, o conhecimento anterior do estudante, construído nas interações e nas relações que estabelece na vida cotidiana, num primeiro momento, deve ser valorizado. Denominam-se tais conhecimentos como alternativos aos conhecimentos científicos e, por isso, podem ser considerados como primeiros obstáculos conceituais a serem superados. [...] Valorizá-los e tomá-los como ponto de partida terá como consequência a formação dos conceitos científicos, para cada estudante, em tempos distintos (PARANÁ, 2008, p.60).

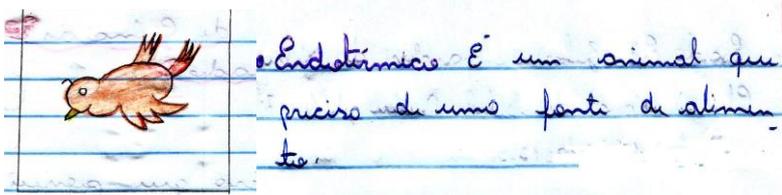
Essa recomendação está presente nos estudos de Almeida (2011) quanto à sequência de introduzir um conteúdo novo: resgate dos conhecimentos prévios dos alunos sobre o assunto, motivar e contextualizar fazendo do conhecimento trazido pelos alunos como fio condutor ao novo conhecimento, como visto no Capítulo 4 referente à Transposição Didática.

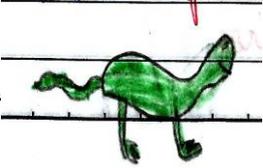
Aqui cabe acrescentarmos a intencionalidade da aplicação da avaliação diagnóstica (A1 e A3), no intuito de obter informações acerca do que os alunos sabem quanto ao conteúdo, para possíveis intervenções e avanços (SANTOS, 2008; HAYDT, 2000), já especificados no Capítulo 7.

No entanto, detectamos nas atividades iniciais do aluno D2 seu conceito de febre: *A febre acontece pelo calor do corpo quando ficamos doentes, nós esquentamos mais (D2A3)*, e já na atividade A13, embora sua ilustração deixe margem ao aumento da temperatura corporal, discorre: *Febre: Para combater invasores do nosso corpo (D2A13)*.

A seguir, apresentamos a segunda categoria que trata das noções que os alunos possuem quanto à temperatura corporal animal, porém incompletas em relação à Fisiologia Animal recente.

#### Quadro 09 – Categoria 2

<b>Categoria 2:</b> Noções incompletas em relação à Fisiologia Animal recente	
<p><b>Subcategoria</b> Animal de 'sangue frio' e animal de 'sangue quente'</p>	<p><i>Eu já ouvi falar das expressões 'animal de sangue quente' e 'animal de sangue frio', mas não sei explicar, mas sei um exemplo: o jacaré. (D4A3)</i></p> <p><i>Eu já ouvi falar que a barata é um animal de sangue frio. (D7 A3)</i></p>
<p><b>Subcategoria</b> Adaptações fisiológicas dos animais em ambientes de temperatura extremas</p>	<p><i>É muito difícil o ser humano conseguir sobreviver em um deserto com temperatura alta. (D5A1)</i></p> <p><i>Eu acho que os animais conseguem sobreviver em regiões mais frias melhor do que a gente. (D1A1)</i></p>
<p><b>Subcategoria</b> Endotermia</p>	<p><i>Nós somos quentinhos porque eu acho que a gente tem alguma coisa dentro do nosso corpo que deixa quente. (D1A1)</i></p> <p><i>Nós seres humanos somos quentinhos porque temos calor próprio. (D7A1)</i></p>  <p><i>Endotermico é um animal que precisa de uma fonte de alimento.</i></p> <p><i>(D1A13)</i></p>
	<p><i>O jacaré fica tomando sol porque embaixo da água é frio, ele sai para se esquentar. (D7 A1)</i></p>

<p><b>Subcategoria</b> Ectotermia</p>	<p>O jacaré toma sol para deixar seu corpo quente porque na água a (temperatura) é muito fria. (D6A1)</p>  <p><i>Ectotermia: Ele precisa do sol para se aquecer</i></p> <p>(D6A13)</p>
<p><b>Subcategoria</b> Heterotermia</p>	<p>Cada parte do corpo humano tem uma temperatura. (D1A3)</p> <p>Nossos pés ficam frios geralmente na época do inverno porque é menos sangue circulante. (D5A3)</p> <p>A temperatura do corpo humano não é a mesma em suas diferentes partes. A parte da cintura para baixo é mais gelada do que o tronco. (D4A3)</p> <p>A febre acontece por causa do tempo, porque esfria você, você pega friagem. (D1A3)</p> <p>Não sei porque nossos pés ficam frios geralmente na época do inverno. (D2, D3 A3)</p> <p>A febre acontece por causa das bactérias. (D5A3)</p> <p>É porque tem uma inflamação interna e os anticorpos tentam tirar ela de qualquer jeito e aí que acontece a febre. (D6A3)</p> <p>Somos mais quente no tronco eu acho porque tem órgãos (D7 A3)</p> <p>Mãos e pés são mais frios, e no tronco é mais quente porque tem órgãos se mexendo. (D7 A3)</p>  <p><i>Hibernação: É uma forma do animal pequeno se aquecer.</i></p> <p>(D3A13)</p>

Fonte: Dos autores.

Nessa segunda categoria analisamos respostas incompletas dos alunos em relação à Fisiologia Animal recente. Assim, D4 declara já ter ouvido falar

de animal de 'sangue quente' e 'sangue frio', embora não saiba explicar. Cita até um exemplo: *Eu já ouvi falar das expressões 'animal de sangue quente' e 'animal de sangue frio', mas não sei explicar, mas sei um exemplo: o jacaré (D4A3)*. D7 também cita: *Eu já ouvi falar que a barata é um animal de sangue frio (D7A3)*.

Na subcategoria *Adaptações fisiológicas dos animais em ambientes de temperatura extremas* percebemos que os alunos consideram muito difícil o ser humano sobreviver em ambiente de temperatura alta, *como um deserto (D5A1)*, mas em *ambientes de temperaturas baixas, os animais conseguem sobreviver melhor do que nós (D1A1)*, sem pormenorizar as justificativas da sobrevivência ou não nesses locais mencionados.

Na subcategoria *Endotermia*, notamos que os alunos mencionam o *calor próprio (D7A1)* ou *algo dentro do nosso corpo que nos deixa quente (D1A1)*, o fato de nós sermos quentinhos, apesar de não haver explicação da fonte desse calor do corpo humano. Já no andamento da sequência didática, especificamente na Atividade 13 (glossário), observamos que o aluno D1 entende animal endotérmico como aquele *que precisa de uma fonte de alimento (D1A13)*, embora não faça relação com a fonte de alimento para produzir calor e aquecer o animal.

Tanto D6 quanto D7 na subcategoria *Ectotermia* explicam em seus trechos textuais o fato do jacaré ficar exposto ao sol devido à temperatura da água ser fria, e precisa se esquentar, mas sem alusão do animal necessitar de uma fonte externa de calor.

Identificamos nessa mesma atividade que o aluno D6, embora empregue o termo *ectotérmico* e o ilustre com um réptil, mantém sua noção de que esse animal necessita do sol para se aquecer, sem citação da fonte externa.

Já na subcategoria *Heterotermia*, evidenciamos que os alunos possuem a noção prévia de que a temperatura do corpo é diferente em suas diferentes partes, como no trecho: *A temperatura do corpo humano não é a mesma em suas diferentes partes. A parte da cintura para baixo é mais gelada do que o tronco (D4A3)*. Alguns alunos justificam essa diferença de temperatura da seguinte forma: *Somos mais quentes no tronco eu acho porque tem órgãos (D7 A3); mãos e pés são mais frios, e no tronco é mais quente porque tem órgãos se mexendo (D7 A3); nossos pés ficam frios geralmente na época do inverno porque é menos sangue circulante (D5A3)*.

O mesmo ocorre, ainda nessa subcategoria, quanto à febre: *A febre*

*acontece por causa das bactérias (D5A3). Já D6 justifica: É porque tem uma inflamação interna e os anticorpos tentam tirar ela de qualquer jeito e aí que acontece a febre (D6A3).*

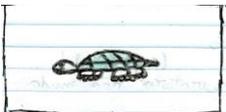
Em seu glossário (Atividade 13), D3 distingue hibernação como uma forma do animal pequeno (esquilo-do-solo) se aquecer, porém não oferece maiores explicações sobre esse processo.

A seguir, demonstramos a terceira categoria e suas análises.

### Quadro 10 – Categoria 3

<b>Categoria 3:</b> Noções próximas à Fisiologia Animal recente	
<p><b>Subcategoria</b> Adaptações fisiológicas dos animais em ambientes de temperatura extremas</p>	<p><i>Se o ambiente apresentar uma temperatura muito baixa como no Polo Norte, o ser humano consegue sobreviver se estiver bem aquecido e tiver muitos alimentos quentes. (D2A1)</i></p> <p><i>Há animais que conseguem sobreviver em regiões muito frias como o urso polar devido aos pelos e calor do corpo. (D2A1)</i></p> <p><i>O urso consegue sobreviver em regiões muito frias porque ele tem muitos pelos ou já é adaptado. (D3 A1)</i></p> <p><i>O ser humano consegue se adaptar em qualquer ambiente como o Polo Norte. (D4 A1)</i></p> <p><i>O urso polar consegue sobreviver em regiões muito frias porque ele tem seus pelos que consegue manter a temperatura do corpo. (D4A1)</i></p> <p><i>O ser humano consegue sobreviver em ambiente de temperatura muito baixa como o Polo Norte se manter-se aquecido. (D5A1)</i></p> <p><i>Um animal que tem muitos pelos consegue sobreviver em regiões muito frias (D6 A1)</i></p> <p><i>Cobertores e agasalhos não esquentam o corpo humano no inverno, eles só ajudam para o calor não sair de nós. (D1A14)</i></p> <p><i>Cobertores e agasalhos não esquentam o corpo humano no inverno, são apenas isolantes térmicos. (D2, D4, D7A14)</i></p> <p><i>Cobertores e agasalhos não esquentam o corpo humano no inverno, eles só isolam o calor porque é sempre (transferência de calor) do mais quente para o mais frio (D3A14)</i></p>

	 <p>• <u>Isolante térmico</u>: Para que o calor de seus corpos não seja perdido para o meio ambiente, estruturas como pelos, penas e gordura corporal servem de isolantes térmicos</p> <p>(D4A13)</p>
<p><b>Subcategoria</b> Endotermia</p>	<p>O animal endotérmico tem a temperatura interna; come o alimento que é digerido e se transforma em energia. (D3 A14)</p> <p>O animal endotérmico sua fonte de calor é interna, precisa comer para se aquecer. (D1, D2, D3, D4, D5, D6A14)</p> <p>O animal endotérmico tem calor próprio em seu corpo quando come (D7 A14)</p> <p>Nós seres humanos somos quentinhos por causa que a gente usa muitas roupas que isolam o calor e também porque a gente come e se esquenta. (D1A14)</p> <p>No inverno costumamos comer mais do que no verão para se esquentar, porque a gente é endotérmico, precisamos de alimentos para nos esquentar. (D1 A14)</p> <p>A maioria dos mamíferos é endotérmica e homeotérmica, não são todos, é a maioria. (D1A14)</p> <p>Não posso classificar todos os mamíferos em endotérmicos ou homeotérmicos, existem exceções. (D7A14)</p> <p>Nós seres humanos somos quentinhos porque o alimento se transforma em calor. (D3, D7A14)</p> <p>No inverno é muito frio e precisamos de muito calor através da alimentação, por isso costumamos comer mais do que no verão. (D3A14)</p> <p>Nós seres humanos somos quentinhos porque nós comemos para aquecer nosso corpo. (D4A14)</p> <p>No inverno costumamos comer mais do que no verão porque nossa fonte de calor é a comida. (D6A14)</p> <p>No inverno costumamos comer mais do que no verão porque nosso corpo precisa produzir mais calor por causa do frio. (D7A14)</p>

	<p>Quanto à fonte de calor, o animal que produz calor internamente para se manter aquecido chama-se endotérmico. (D1....D7A14)</p>  <p>Endotérmico: ele precisa de alimento para produzir calor internamente</p> <p>(D5A13)</p>
<p><b>Subcategoria</b> Ectotermia</p>	<p>O jacaré fica tomando sol para deixar seu corpo quente pois na água é muito frio. (D6 A1)</p> <p>Os animais ectotérmicos não conseguem produzir seu próprio calor internamente, depende de uma fonte externa de seu corpo. Ele precisa do sol para se aquecer. (D5 A14)</p> <p>O animal ectotérmico não consegue produzir calor e tem que receber calor de outra coisa quente, exemplo, o sol. (D7 A14)</p> <p>O ectotérmico vai para o sol quando está com frio, e o calor (solar) passa para o corpo do animal. (D1 A14)</p> <p>Ectotérmico, a fonte de calor é externa, como os répteis que precisam do sol para se aquecer. (D6 A14)</p> <p>O animal ectotérmico tem a fonte de calor de fora do corpo, ele precisa da energia solar ou de uma rocha quente para se aquecer. (D3 A14)</p> <p>Um réptil come, mas demora para digerir, então depende do sol para se aquecer. (D3 A14)</p> <p>O jacaré fica tomando sol porque precisa de uma fonte externa de calor. (D1, D2, D5, D6 A14)</p> <p>O jacaré fica tomando sol para se aquecer quando está com frio, pois o jacaré não consegue produzir calor internamente. (D4A14)</p> <p>O jacaré fica tomando sol porque ele fica no rio, ele fica com frio e precisa de uma fonte externa para se esquentar. (D7A14)</p> <p>Quanto à fonte de calor, o ser vivo que necessita de uma fonte externa de calor, como os raios de sol, para se manter aquecido chama-se ectotérmico. (D1,D2,...D7A14)</p> 

	<p><u>Ectotérmica: É um animal que precisa de uma fonte externa para ter calor (Ex: rã)</u> (D7A13)</p>
<p><b>Subcategoria</b> Heterotermia</p>	<p>As abelhas para se aquecerem na época do inverno ficam bem juntinhas das outras no interior da colméia (D1, D3, D4, D5, D6 A9)</p> <p>Para conservar o calor no interior da colmeia na época do inverno, as abelhas vibram os músculos de seus corpos. (D1.....D7A9)</p> <p>Quando uma vespa tenta invadir a colmeia, as abelhas iniciam uma dança de guerra, balançam as asas bem forte, avançam sobre a invasora, cobrindo-a numa temperatura de 45° C, para matá-la porque a vespa só aguenta a 41° C. (D1....D7A9)</p> <p>A abelha é classificada como heterotérmica regional no caso de defender sua colmeia. (D1...D6A9)</p> <p>As abelhas juntam em cima de seu adversário e se esquentam para o adversário morrer. (D7A14)</p> <p>A abelha rainha pode aumentar a temperatura de seu abdômen do que o restante do corpo para incubar seus ovos. (D1, D3, D4, D5, D6A14)</p> <p>A abelha consegue aquecer seu tórax para voar. (D2A14)</p> <p>A maioria dos répteis, não todos, não consegue produzir calor internamente. (D1A14)</p> <p>As serpentes são répteis são classificadas como ectotérmicas, mas, em certas condições conseguem gerar calor por meio de contrações rítmicas de seus músculos. (D2A14)</p> <p>Existem répteis como a cobra píton que consegue gerar calor, enrola em volta dos seus ovos, vibrando seu corpo para produzir calor (D4, D5, D6A14)</p> <p>O urso não hiberna, ele apenas dorme no inverno para economizar energia. (D1, D7A14)</p> <p>O urso não hiberna, só dorme um sono de inverno e pode acordar a qualquer momento. (D2 A14)</p> <p>A hibernação só ocorre em mamíferos pequenos. Ursos não hibernam ao contrário do que muitos pensam. Eles apenas dormem no inverno para economizar energia. (D4A14)</p> <p>Tem partes do corpo que o sangue é mais quente. A</p>

	<p><i>temperatura do corpo humano não é a mesma em suas diferentes partes. (D5, D6A3)</i></p> <p><i>A temperatura do corpo humano é diferente em suas diferentes partes, por exemplo, minha mão é mais fria que minha axila. (D1A6)</i></p> <p><i>A temperatura do corpo humano não é a mesma em suas diferentes partes porque somos heterotérmico regional. (D2 D4A14)</i></p> <p><i>A temperatura do corpo humano não é a mesma em suas diferentes partes, mãos e pernas são mais frias e o resto do corpo é mais quente. (D7A14)</i></p> <p><i>O atum é um peixe que possui regiões do seu corpo mais aquecidas do que o restante. Nessa condição ele é classificado como heterotérmico temporal. (D1...D7A14)</i></p> <p><i>O esquilo-do solo é um mamífero que no inverno deixa de controlar a temperatura de seu corpo que iguala a temperatura baixa do ambiente. Seu batimento cardíaco, respiração, seu metabolismo são diminuídos para reduzir seu gasto de energia entrando em hibernação. Nessa condição ele é classificado como heterotérmico temporal. (D1...D7A14)</i></p> <div data-bbox="1193 1173 1452 1317" style="text-align: right;"> </div> <p><i>• febre é uma condição que a temperatura do corpo aumenta para se combater dos vírus.</i></p> <p><i>(D1A13)</i></p>
--	---

Fonte: Dos autores (2017)

Nessa categoria, podemos observar na subcategoria *Adaptações fisiológicas dos animais em ambientes de temperatura extremas*, que os alunos concebem a possibilidade do ser humano sobreviver em ambientes de temperaturas muito baixas se manter-se bem aquecido e tiver alimentos quentes, como transcritos no trechos textuais de D2 e D5A1. Nessa mesma subcategoria, os alunos recorrem a termos como adaptado para justificar a sobrevivência do ser vivo em regiões frias, como pode ser visto no excerto: *O urso consegue sobreviver em regiões muito frias porque ele tem muitos pelos ou já é adaptado (D3A1)*. E também relacionam o fato

do urso polar possuir pelos no corpo e conseguir sobreviver nesses lugares, como exemplificam os trechos: *Há animais que conseguem sobreviver em regiões muito frias como o urso polar devido aos pelos e calor do corpo (D2A1), [...] porque ele tem seus pelos que consegue manter a temperatura do corpo (D4A1).*

Observamos que os alunos D2 e D4 das transcrições acima conseguiram fazer associações dos cinco conteúdos Estruturantes (Astronomia, Matéria, Sistemas Biológicos, Energia e Biodiversidade) abordados nas atividades da sequência didática aplicada, de forma integradora, como contemplado no Capítulo 2.

Ainda nessa subcategoria, evidenciamos que os alunos conseguem conceituar cobertores e agasalhos como isolantes térmicos, como observamos no excerto de D2, D4, D7A14, além do que, conseguem explicar a transferência de calor, como relatam D1 e D3A14: *Cobertores e agasalhos não esquentam o corpo humano no inverno, eles só ajudam para o calor não sair de nós (D1A14), [...] eles só isolam o calor porque é sempre [transferência de calor] do mais quente para o mais frio (D3A14).*

Esse conceito de isolante térmico se mantém na atividade da construção do glossário (A13) pelo aluno D4, quando descreve: *Isolante térmico - para que o calor de seus corpos não seja perdido para o meio ambiente, estruturas como pelos, penas e gordura corporal servirão de isolante térmico (D4A13).*

Esses fragmentos textuais demonstram que os alunos D1, D3 e D4 apropriaram-se da expectativa de aprendizagem proposta pelas DCE de Ciências (Capítulo 2), quanto ao “[...] entendimento do conceito de calor com energia térmica e suas relações com sistemas endotérmicos e ectotérmicos” (PARANÁ, 2008, p. 84).

Passando para a subcategoria *Endotermia*, notoriamente identificamos o uso do termo ‘endotérmico’ e a relação com sua fonte de calor, como no fragmento textual: *No inverno costumamos comer mais do que no verão para se esquentar, porque a gente é endotérmico, precisamos de alimentos para nos esquentar (D1 A14),* ou mesmo nas afirmações: *O animal endotérmico tem a temperatura interna; come o alimento que é digerido e se transforma em energia (D3 A14); o animal endotérmico sua fonte de calor é interna, precisa comer para se aquecer. (D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7A14).*

Outrossim, mediante a análise dos excertos supracitados, percebemos que o termo ‘endotérmico’ começa a fazer parte do repertório de

vocábulos dos alunos (pelo menos na atividade A4). Pois como afirma Krasilchik “[...] a palavra só passa a ter significado quando o aluno tem exemplos e oportunidades suficientes para usá-las, construindo sua própria moldura de associações” (2005, p. 57).

Contextualizando para o ser humano, os alunos conseguem explicar o motivo de sermos quentinhos, com o calor corporal interno advindo da alimentação, conforme os excertos: *Nós seres humanos somos quentinhos por causa que a gente usa muitas roupas que isolam o calor e também porque a gente come e se esquenta (D1A14); [...] o alimento se transforma em calor (D3, D7A14).*

De certa forma, podemos considerar que os alunos D1, D3 e D7 se apropriaram do conhecimento de que a digestão é um processo metabólico formador de calor do ser humano como visto em Hill, Wyse e Anderson (2012, p. 213), no Capítulo 3.

Quanto ao fato da ingestão de maior quantidade de alimentos no inverno do que no verão, os alunos explicam que essa época do ano é muito fria e precisamos dos alimentos para nos manter aquecidos, como percebemos nos trechos: *No inverno é muito frio e precisamos de muito calor através da alimentação, por isso costumamos comer mais do que no verão (D3A14); [...] porque nossa fonte de calor é a comida (D6A14); já D7 anuncia a necessidade de produzirmos mais calor: No inverno costumamos comer mais do que no verão porque nosso corpo precisa produzir mais calor por causa do frio (D7A14).*

Importante evidenciar que nos excertos acima os alunos utilizam de locuções como ‘*por isso*’, ‘*porque*’ para justificar suas respostas, estabelecendo relações causais. Esse apontamento deve ser considerado tão importante quanto aprender a terminologia científica, como nos adverte Krasilchik (2005):

É importante considerar o papel do desenvolvimento da linguagem no aprendizado das ciências e também o papel do potencial desse aprendizado no desenvolvimento das habilidades para expressar ideias e pensamentos ou para argumentar nos níveis mais complexos do raciocínio (p. 57-58).

Embora os sujeitos envolvidos consigam responder assertivamente que, quanto à fonte de calor, animal endotérmico é aquele que produz calor internamente para se manter aquecido, *como no excerto de D1...D7A14*, também fazem ressalvas valiosas quanto às generalizações: *A maioria dos mamíferos é*

*endotérmica e homeotérmica, não são todos, é a maioria (D1A14); já D7 complementa: Não posso classificar todos os mamíferos em endotérmicos ou homeotérmicos, existem exceções (D7A14).*

Sendo assim, evidenciamos que D1 e D7 abarcaram as proposições dos fisiologistas quanto ao cuidado da classificação da maioria das aves e mamíferos ser homeotérmica e também endotérmica (MOYES; SCHULTE, 2010, p.633), como já descrito no Capítulo 3.

Em adição, ressaltamos que mais importante do que usar essa ou aquela terminologia, é o cuidado de que os alunos compreendam o que os fisiologistas Pough, Janis e Heiser alertam quanto à temperatura dos animais e sua classificação “[...] *não ser (é) um fenômeno de tudo-ou-nada*” (2008, p. 95), como relatado no Capítulo 3. Em outras palavras, que os alunos compreendam que a classificação dos animais quanto à temperatura corporal não deve ser engessada, considerando apenas o grupo de animais a que pertence.

Também é pertinente evidenciar reflexões de Bizzo (2012) quanto às ponderações dos termos técnicos, ao pontuar:

Isso não significa menosprezar a nomenclatura científica e sua terminologia própria, mas apenas reconhecer que a real aprendizagem de habilidades científicas vai além de repetir nomes memorizados (p. 46).

Na subcategoria Ectotermia, os comentários dos fragmentos textuais analisados mostram que os alunos apresentam o conceito de animal ectotérmico e sua relação com a fonte externa de calor para se manter aquecido, como no excerto: *Os animais ectotérmicos não conseguem produzir seu próprio calor internamente, depende de uma fonte externa de seu corpo. Ele precisa do sol para se aquecer. (D5A14).* Já D1 argumenta quanto à transferência de calor: *O ectotérmico vai para o sol quando está com frio, e o calor (solar) passa para o corpo do animal (D1A14).*

Os alunos D7 e D3 exemplificam outras fontes externas dos ectotérmicos, além do sol: *O animal ectotérmico não consegue produzir calor e tem que receber calor de outra coisa quente, exemplo, o sol (D7 A14); O animal ectotérmico tem a fonte de calor de fora do corpo, ele precisa da energia solar ou de uma rocha quente para se aquecer (D3 A14).*

O aluno E6 cita como exemplo de ectotérmico, os répteis: *Ectotérmico, a fonte de calor é externa, como os répteis que precisam do sol para se aquecer. (D6 A14)*, enquanto E3 justifica o motivo do animal necessitar de uma fonte externa de seu corpo: *Um réptil come, mas demora para digerir, então depende do sol para se aquecer. (D3 A14)*.

Evidenciamos também que conseguem fazer relação do comportamento de exposição solar do jacaré com a necessidade de esquentar seu corpo por meio de uma fonte externa (D1, D2, D4, D5, D6, D7).

Analisando os excertos da subcategoria *Heterotermia*, evidenciamos a relação epistêmica nos trechos em que os alunos empregam terminologias da Fisiologia Animal, como *heterotérmico regional e temporal*, como pode ser visto nos excertos de D1...D7A9: *A abelha é classificada como heterotérmica regional no caso de defender sua colmeia. E em: A temperatura do corpo humano não é a mesma em suas diferentes partes porque somos heterotérmico regional (D2, D4A14)*.

Mais uma vez recorreremos a Krasilchik (2005) referindo-nos ao aprendizado de conceitos, em que:

Conhecendo as conexões que os alunos fazem entre uma palavra e outra, pode-se ter uma melhor ideia se o conceito desejado foi realmente aprendido, isto é, se pode se adequadamente aplicado em situações novas (p. 57).

Ainda nessa subcategoria, percebemos que os alunos consideram as adaptações da abelha quanto ao aumento de certas regiões de seu corpo em diferentes situações, como para se aquecerem no inverno (D1...D7A9), matar vespa invasora da colmeia com o calor de seus corpos (D1...D7A9), incubação dos ovos pela rainha (D1, D3, D4, D5, D6, D7A4), aquecimento do tórax para levante do voo (D2A4).

Desse modo notamos, pelos trechos analisados, que os alunos se apropriaram das asserções da literatura de Fisiologia animal, especificamente do exemplo da abelha ser ectotérmica quando inativa, mas apresentar heterotermia regional e temporal em determinadas situações (RANDALL, BURGGREN, FRENCH, 2000; HILL, WYSE, ANDERSON, 2012; SCHMIDT-NIELSEN, 2011), como relatado no Capítulo 3.

As análises mostraram que os alunos passaram a classificar os répteis como ectotérmicos, mas com a indicação de exceções: *As serpentes são répteis e são classificadas como ectotérmicas, mas, em certas condições conseguem gerar calor por meio de contrações rítmicas de seus músculos (D2A14); Existe répteis, como a cobra píton, que consegue gerar calor, enrola em volta dos seus ovos, vibrando seu corpo para produzir calor (D4, D5, D6A14)*, além do que, atentaram para a não generalização quando empregam termos como *a maioria*, observado no trecho: *A maioria dos répteis, não todos, não consegue produzir calor internamente (D1A14)*.

Assim, observamos que os alunos na atividade A14 evidenciaram se apropriar das enunciações de Pough, Janis e Heiser (2008, p.191) quanto ao fato de que os répteis não são totalmente ectotérmicos, mas que há espécies desses animais que regulam, de certo modo, a temperatura corpórea.

Os alunos também registraram que o urso não hiberna no inverno, apenas dorme para economizar energia, como percebemos nos transcritos de D1, D2, D4, D7A14; e que a hibernação só ocorre em animais pequenos, como na transcrição de D4A14: *A hibernação só ocorre em mamíferos pequenos. Ursos não hibernam ao contrário do que muitos pensam*, atribuindo ao esquilo-do-solo essa condição de hibernante.

Gostaríamos de evidenciar que, de forma geral, foi possível notar que os alunos apresentaram nas atividades iniciais noções muito distantes da Fisiologia animal recente, como no caso de D1A3 quando inferiu: *A febre acontece por causa do tempo, porque esfria você, você pega friagem*. No entanto, em atividades da sequência didática, mais avançadas, sua noção de febre foi: *condição que a temperatura do corpo aumenta para o combate de vírus (D1A13)*.

Outro exemplo dessa alternância de conceitos foi do aluno D7A1: *No inverno costumamos comer mais do que no verão porque não tem nada para fazer na rua. (D7 A1)*; já em uma das atividades finais da sequência, enfatiza: *No inverno costumamos comer mais do que no verão porque nosso corpo precisa produzir mais calor por causa do frio (D7A14)*.

A seguir, apresentamos os relatos dos alunos quanto às atividades propostas na sequência didática trabalhadas, compondo a categoria 4.

**Quadro 11 – Categoria 4****Categoria 4:** Contribuições das atividades da sequência didática

*Eu adorei essas aulas de ciências que aprendemos, foi muito gostoso saber mais sobre a temperatura do nosso corpo e do corpo dos animais. Eu gostei muito das brincadeiras e dos vídeos, eu amei demais essas aulas e as explicações da professora. D1A14*

*Eu adorei tudo!!! Porque aprendi bastante, tudo que vi eu aprendi. Eu gostei muito do glossário porque a gente desenhou e aprendemos mais sobre os animais. D2A14*

*Eu gostei de tudo porque eu aprendi muita coisa e gostei muito do jogo, pois foi uma atividade diferente. D3A14*

*Eu gostei porque eu aprendi muitas coisas diferentes, principalmente a temperatura corporal que é muito importante saber. É muito bom aprender ciências, esses estudos vão me ajudar lá na frente. D4A14*

*Gostei das entrevistas, vídeos, das atividades em participação e também muito do jogo da aula passada. D5A14*

*Foi muito legal, principalmente a pergunta do jogo que eu acertei, foi muito interessante, foi de + D6A14*

*Eu gostei de tudo porque eu desenhei, participei, interagi. D7A14*

**Fonte:** Dos autores (2017)

Em análise, evidenciamos nos excertos dos alunos que as atividades propostas pela sequência didática tiveram apreciação e contribuição para a aprendizagem de termorregulação corporal, ao afirmarem, por exemplo: *Eu adorei essas aulas de Ciências que aprendemos, foi muito gostoso saber mais sobre a temperatura do nosso corpo e do corpo dos animais D1A14.*

Outros trechos relatam o juízo de valor que os alunos fazem do estudo da temperatura corporal dos animais, quando mencionaram: *Eu gostei porque eu aprendi muitas coisas diferentes, principalmente a temperatura corporal que é muito importante saber. É muito bom aprender ciências, esses estudos vão me ajudar lá na frente D4A14.*

Ao propor um material diferenciado para a instrução de temperatura corpórea dos animais, por meio de uma sequência didática, observamos a aquiescência das atividades propostas pelos alunos, como em: *Gostei muito do jogo, pois foi uma atividade diferente, D3A6;* e também em: *Gostei das entrevistas, vídeos, das atividades em participação e também muito do jogo da aula passada, D5A14.*

Os comentários dos alunos mostraram, ainda, a importância de sua participação durante as atividades, ao registrarem: *Eu gostei muito do glossário porque a gente desenhou e aprendemos mais sobre os animais, D2A14*; o aluno D7 corrobora em seu apontamento: *Eu gostei de tudo porque eu desenhei, participei, interagi D7A14*.

De forma geral, em nosso entendimento, evidenciamos aspectos contributivos da sequência didática no ensino (de nossa parte) e na aprendizagem (como evidenciou a análise das atividades dos alunos) dos conceitos de termorregulação animal. Defendemos nosso propósito, no esteio de Garcia e Bizzo (2010, p. 20) ao defenderem as inovações para o ensino de Ciências de forma horizontal e interna, ou seja, não impostas de cima para baixo por instâncias superiores, mas oriundas das necessidades do professor, que porventura podem ser oportunamente continuadas, adaptadas.

Por fim, apresentamos a seguir as considerações finais de nossa pesquisa.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Iniciamos nossa pesquisa desenvolvendo uma revisão teórica nos documentos oficiais do Paraná (DCE e Caderno de Expectativas de Aprendizagem) e em livros didáticos de Ciências, a fim de situarmos de que maneira o assunto de termorregulação animal seria abordado nesses materiais.

Como resultado, evidenciamos que o tema deveria ser trabalhado no 7º ano do Ensino Fundamental II, com orientações para sua abordagem de forma integralizada nos cinco Conteúdos Estruturantes da disciplina de Ciências. Contudo, quanto à análise de alguns livros didáticos, encontramos apontamentos inapropriados ou incompletos sobre o assunto investigado.

Paralelamente, empreendemos uma pesquisa em livros técnicos do Ensino Superior, mais especificamente em teóricos da Fisiologia Animal que trazem informações do conhecimento científico mais atual (até o momento) quanto a esse tema; elencando inclusive a problemática das 'terminologias confusas' encontradas nesse âmbito educacional.

A partir dessas evidências, reconhecemos a viabilidade de uma proposta pedagógica diferenciada dos materiais usados convencionalmente pelo professor, ou seja, para além do apoio exclusivo em livros didáticos, a fim de contribuir para o Ensino de Ciências quanto ao conteúdo em questão.

Nesse sentido, trouxemos como proposição a sistematização e aplicação de uma sequência didática para o ensino de termorregulação corporal dos animais, apresentando o conteúdo apropriadamente, conforme a Fisiologia Animal atual, com aplicação em uma turma regular de 7º ano de uma escola pública da região norte do Estado do Paraná.

Após reflexões da problemática da pesquisa referente ao tema, nos alicerçamos nos cuidados da Transposição Didática de Chevallard (1991), para que o conhecimento científico (termorregulação animal) fosse possível de ser ensinado e aprendido, em nossa proposta pedagógica, mas sem passar por deformações.

Dessa forma, inspirados em um exemplar de sequência didática de Zabala (1998) e suas tipologias de atividades, elaboramos nosso material pedagógico organizado em cinco etapas, com atividades diferenciadas e suas respectivas avaliações, distribuídas em 14 hora/aulas. Optamos em elencar em cada

atividade proposta, as justificativas dos componentes didático-pedagógicos adotados, apoiados nos documentos norteadores da Educação Básica do Paraná, em autores especialistas em avaliação educacional e pesquisadores da área de didática formação docente, principalmente no âmbito do Ensino de Ciências.

Posteriormente a aplicação das atividades, essas foram analisadas segundo o referencial da Análise Textual Discursiva; os fragmentos textuais de sete alunos representativos da turma na qual a sequência foi implementada, segundo critérios de Guerra (2006) e Pires (1997), foram tipificados em quatro categorias pormenorizadas a emergentes.

Na Categoria intitulada *Noções distantes da Fisiologia Animal recente*, os excertos mostraram que, para aquele momento, os alunos apresentavam noções alternativas díspares quanto à endotermia, ectotermia, heterotermia, bem como as adaptações fisiológicas dos animais em ambientes de extremas temperaturas.

Por sua vez, na Categoria *Noções incompletas em relação à Fisiologia Animal recente*, os discentes inferiram em suas respostas, informações parciais do controle da temperatura dos animais.

Seguidamente, na Categoria *Noções próximas à Fisiologia Animal recente*, identificamos respostas dos alunos com o emprego de termos como *endotermia*, *ectotermia* e *heterotermia* com conceitos, exemplos e justificativas, aproximando-se do conhecimento científico de controle térmico corporal dos animais (atual).

Considerando tais colocações, avaliamos a proposta construída como contributiva ao ensino de termorregulação corporal dos animais. Dizemos isso, citando exemplos que ilustram tal asserção, como a fala do discente D4 na atividade A1: *O jacaré fica tomando sol para secar sua pele e não machucar sua pele (D4A1)*. Em atividades mais avançadas da sequência didática, o mesmo aluno diz que: *O jacaré fica tomando sol para se aquecer quando está com frio, pois o jacaré não consegue produzir calor internamente (D4A14)*.

De modo geral, registramos que a sequência didática teve uma boa aceitação pelos alunos, ora pelo conteúdo considerado interessante e relevante, ora pelas atividades diferenciadas, de acordo com as falas dos alunos.

Cabe destacar, também, que o referencial da Transposição Didática contribuiu para que o conteúdo abordado na pesquisa fosse transposto para o nível

do Ensino Fundamental II, com cuidados pedagógicos que nos ajudaram a sistematizar uma versão não deformada do conteúdo, ou seja, uma atenção aos conhecimentos científicos atuais da Fisiologia; atentando à linguagem utilizada, aos exemplares conceituais (como o atum e a abelha) e as atividades factuais, procedimentais e atitudinais que compuseram a sequência. Isto também foi primeiramente ponderado por docentes do Ensino Superior e da Educação Básica que analisaram previamente a sequência antes de sua aplicação.

Acerca da proposta educacional, há por bem assinalarmos além dos seus pontos positivos, as limitações por nós encontradas. No transcorrer da implementação, observamos e mui humildemente compartilhamos com o leitor nossas evidências quanto:

- *Organização do tempo previsto*: compreendendo a dinâmica do contexto escolar, repleta de imprevistos inerentes ao cotidiano desse ambiente, deparamo-nos com a questão do tempo gasto com orientações da Direção e Equipe Pedagógica no início de cada aula, prejudicando a duração das aulas para a realização das atividades propostas. Esse fator implicou em uma prorrogação compensatória da aplicação da sequência, infelizmente interrompida pelo recesso escolar de julho de 2017, exigindo de nossa parte uma significativa retomada do conteúdo quando do retorno das aulas.

- *Organização da Atividade 5 (Pesquisa em fontes variadas)*: Por se tratar de uma tarefa em que as equipes de alunos buscavam respostas às questões pré-estabelecidas em fontes diversas, percebemos que uma equipe realizou em menos tempo (entrevista com funcionários da escola) e as que buscaram consulta em livros didáticos e sites da Internet demandaram mais tempo, inclusive finalizando em período alternado. Sendo assim, sugerimos que essa atividade seja realizada como tarefa de casa para todos e que tragam as respostas para a aula subsequente.

- *Escassez de material tecnológico*: a busca de vídeos que abordassem a termorregulação animal, para o nível de ensino ao qual a sequência didática foi planejada, consistiu em uma tarefa desgastante, mostrando a escassez desse tipo de recurso não apenas para o Ensino Fundamental, mas para os demais níveis de ensino. Visto de outro ângulo, concluímos que pesquisas voltadas ao desenvolvimento desses materiais poderão contribuir para o ensino do assunto.

Por fim, sabendo que essa pesquisa não termina aqui e que a partir dos resultados e experiências vivenciadas, novas propostas surgirão, nos sentimos

realizados com a finalização desta dissertação e nos direcionamos à divulgação e compartilhamento dos resultados alcançados e seus desdobramentos.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Geraldo Peçanha de. **Transposição didática**: por onde começar? São Paulo: Cortez, 2011.

ALMEIDA, Maria Camila. **Vias Efetoras no Controle da Termogênese e Termorregulação Comportamental**: participação do *Locus Coeruleus* e Núcleo Hipotalâmico Dorsomedial, Ribeirão Preto, 2006. Tese (Doutorado Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/USP – Área: Fisiologia)

ASTOLFI, Jean-Pierre; DEVELAY, Michel, **A didática das ciências**. Tradução de Magda Sento Sé Fonseca. 4 ed. Campinas, SP: Papirus, 1995.

BATISTETI, Caroline Belotto; ARAÚJO, Elaine Sandra Nicolini Nabuco de; CALUZI, João José. Os experimentos de griffith no ensino de biologia: a transposição didática do conceito de transformação nos livros didáticos. **Revista Ensaio Belo Horizonte** v. 12 n.01 jan-abr 2010 acesso em 23 mar 2017

BIZZO, Nélio. **Mais Ciência no Ensino Fundamental**: metodologia de ensino em foco. São Paulo: Editora do Brasil, 2009.

\_\_\_\_\_. **O ensino de Ciências e os erros conceituais**: reconhecer e evitar. 1 ed. São Paulo: Editora do Brasil, 2012.

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Portugal: Porto, 1994.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Calor e temperatura**: um ensino por investigação. Anna Maria Pessoa de Carvalho (Org). São Paulo: Livraria da Física, 2014.

\_\_\_\_\_. **Ensino de Ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

\_\_\_\_\_; GIL-PÉREZ, Daniel. **Formação de professores de ciências**: tendências e inovações. 10 ed. São Paulo: Cortez, 2011.

CHEVALLARD, Yves. **La transposición didáctica**: del saber sábio al saber enseñado. Tradução de Claudia Gilman. Buenos Aires: Aique Grupo Editor, 1991.

\_\_\_\_\_. **La transposición didáctica**: del saber sábio al saber enseñado. Buenos Aires: Aique Grupo Editor, 2005.

CIVIERO, Paula Andreia Grawieski, **Transposição didática reflexiva**: um olhar voltado para a prática pedagógica, 2009.

CRUZ, José André Bezerra da. Investigando o processo de transposição didática interna referente à operação de divisão de números naturais. In: XX **EBRAPEM-**

**Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática**, Curitiba, 2016.

COLL, César. **O Construtivismo na sala de aula**. Ática, São Paulo, 1998.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 3ed., São Paulo: Cortez, 2009.

FRANZOLIN, Fernanda. **Conceitos de biologia na educação básica e na Academia: aproximações e distanciamentos**. Dissertação de Mestrado, São Paulo, 2007.

GARCIA, Paulo Sérgio; BIZZO, Nelio. A pesquisa em livros didáticos de ciências e as inovações no ensino. In: **Educação em foco** V.13 n.15 2010

GUERRA, Isabel Carvalho. **Pesquisa qualitativa e análise de conteúdo: sentido e formas de uso**. Portugal: Principia Editora, 2006.

HAYDT, Regina Cazaux. **Avaliação do processo ensino-aprendizagem**. São Paulo: Ática, 2000.

HILL, Richard W., WYSE, Gordon A., ANDERSON, Margaret. **Fisiologia Animal**. Tradução: Alan Gomes Pöppl et al; revisão técnica: Anapaula Sommer Vinagre, Lucinao Sturmer de Fraga, Luiz Carlos Rios Kucharski, 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2012.

HOFFMANN, Jussara. **Avaliar para promover: as setas do caminho**. 15.ed. Porto Alegre: Mediação, 2014

HOUAISS, A.; VILLAR, M. S. **Dicionário Houaiss de Língua Portuguesa**. Elaborado pelo Instituto Antônio Houaiss de Lexicografia e Banco de Dados da Língua Portuguesa S/C Ltda. Rio de Janeiro: Objetiva, 2009.

KRASILCHIK, Myriam. **Prática de Ensino de Biologia**, 4.ed. 1 reimpr. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2005.

LUCAS, Lucken Bueno. **Contribuições axiológicas e epistemológicas ao ensino da teoria da evolução de Darwin**, 2010. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática). Disponível em <<http://www.bibliotecadigital.uel.br/document/list.php?tid=39>> Acesso em 10 mar 2017.

LUCCAS, S. **Abordagem Histórico-Filosófica na Educação Matemática: apresentação de uma proposta pedagógica**, 2004. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática). Disponível em <<http://www.bibliotecadigital.uel.br/document/list.php?tid=39>>, acesso em 19 mar 2017.

MATOS FILHO, Maurício A. Saraiva de; MENEZES, Josivalda Estácio; SILVA, Ronald de Santana da; QUEIROZ, Simone Moura. **Transposição didática em**

**Chevallard:** as deformações/transformações sofridas pelo conceito de função em sala de aula, 2008.

MENEZES, Anna Paula de Avelar Brito. **Contrato Didático e Transposição Didática:** inter-relações entre os fenômenos didáticos na iniciação à álgebra na 6ª série do Ensino Fundamental, 2006. Tese (Doutorado em Educação). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2006.

MORAES, Roque. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, v.9, n. 2, p.191-211, 2003.

MOYES, Christopher D., SCHULTE, Patricia M., **Princípios de fisiologia animal.** 2.ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

NEVES, Késia Caroline Neves; BARROS, Rui Marcos de Oliveira. Diferentes olhares acerca da transposição didática. **Investigações em Ensino de Ciências – V16(1)**, pp. 103-115, 2011.

PARANÁ, Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes Curriculares Orientadoras da Educação Básica do Estado do Paraná.** Ciências. Curitiba: SEED, 2008.

PARANÁ, Secretaria de Estado da Educação. **Cadernos de Expectativa de aprendizagem.** Curitiba: SEED, 2012.

PARRAT-DAYAN, Silvia. Trad. Silvia Beatriz Adoue e Augusto Juncal – **Como enfrentar a indisciplina na escola**. São Paulo: Contexto, 2008.

PIRES, A. De quelques enjeux épistémologiques d'une méthodologie générale pour les sciences sociales. In: DANS POUPART, J., DESLAURIERS, J.-P., GROULX, L.-H., LAPERRIERE, A., MAYER, R., PIRES, A.. **La recherche qualitative, enjeux épistémologiques et méthodologiques**. Canadá: Gaëtan Morin, 1997.

POLIDORO, Lurdes de Fátima; STIGAR, Robson. A Transposição Didática: a passagem do saber científico para o saber escolar. Disponível em <**Ciberteologia Revista de Teologia & Cultura** Edição nº 27 – Ano VI – Janeiro/Fevereiro 2010 > acesso em 15 mar 2017.

POUGH, F. H.; JANIS, C. M.; HEISER, J. B. **A vida dos vertebrados** 4. ed. São Paulo: Atheneu, 2008.

RANDALL, David; BURGGREN, Warren, FRENCH, Kathleen. **Fisiologia Animal: mecanismos e adaptações (ECKERT)**. 4. ed., Rio de Janeiro: Guanabara & Koogan, 2000

RISSI, Debora Regina da Silva; ABE, Rosa Shizue; LUCAS, Lucken Bueno; RISSI, Paula da Silva. **Análise do conteúdo termorregulação animal em livros didáticos de ciências**. Disponível em: < I CONGRESSO INTERNACIONAL DE ENSINO CONIEN 2017> acesso em 10 out 2017.

SANT'ANNA, Ilza Martins. **Por que avaliar? Como avaliar? Critérios e instrumentos**. 17. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014.

SANTOS, Jussara Gabriel dos. História da avaliação: do exame à avaliação diagnóstica. In: **4ª Semana do Servidor e 5ª Semana Acadêmica**, Uberlândia, 2008.

SCHMIDT-NIELSEN, Knut, **Fisiologia animal: adaptação e meio ambiente**, 3.reimpr. São Paulo: Santos, 2011.

SOARES, José Luís, **Dicionário etimológico e circunstanciado de Biologia**, 5 impr. São Paulo: Scipione, 2005.

TIPLER, Paul Allan, MOSCA, Gene. **Física para cientistas e engenheiros**, V 1: mecânica, oscilações e ondas, termodinâmica; tradução Fernando Ribeiro da Silva, Gisele Maria Ribeiro Vieira. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

ZABALA, Antoni (Org.). **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

**ANEXOS**

**ANEXO A**

Termo de Consentimento/Assentimento

## TERMO DE CONSENTIMENTO/ASSENTIMENTO

*(No caso do menor entre 12 a 18 anos)*

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da aplicação da sequência didática intitulada “**Controle da temperatura corpórea dos seres vivos: construção e aplicação de uma sequência didática para alunos do Ensino Fundamental II**”, desenvolvida pela professora e pesquisadora **Rosa Shizue Abe** no Colégio Estadual **Zulmira Marchesi da Silva**, no município de Cornélio Procópio, Paraná. Nesta pesquisa pretendemos investigar as contribuições de uma sequência didática, por nós elaborada, para o ensino da temperatura corporal dos seres vivos.

Para participar desta pesquisa, seu responsável (maior de idade) deverá autorizar e assinar este termo de consentimento. Você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Você será esclarecido(a) em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se. Seu responsável poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento. Sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido(a) pelo pesquisador que irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Você não será identificado(a) em nenhuma publicação. Os resultados desse trabalho estarão à sua disposição quando finalizado. A pesquisadora tratará sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Eu, \_\_\_\_\_,  
portador (a) do documento de Identidade \_\_\_\_\_ **(se já tiver documento)**,  
fui informado(a) dos objetivos da presente pesquisa, de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações, e o meu responsável poderá modificar a decisão de permitir minha participação. Tendo o consentimento do meu responsável já assinado, declaro que concordo em participar dessa pesquisa. Recebi uma cópia deste termo de assentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Cornélio Procópio, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do(a) aluno(a)

\_\_\_\_\_  
Assinatura do(a) responsável do(a) aluno(a)

\_\_\_\_\_  
Assinatura da professora e pesquisadora

