



CIÊNCIAS HUMANAS

Animais têm sangue frio ou quente? Uma proposta didática para o ensino de Ciências***Are animals cold-blooded or warm-blooded? A didactic sequence for Science classes***Lucken Bueno Lucas¹, Rosa Shizue Abe², Simone Luccas³,
Hilda Helena Sovierzoski⁴**RESUMO**

Este artigo aborda o ensino da termorregulação animal a partir de uma sequência didática baseada nos estudos de Zabala e em cuidados metodológicos da transposição didática (Chevallard). A sequência foi implementada com alunos do 7º ano do Ensino Fundamental (anos finais) de uma escola pública da região norte do Paraná. As atividades por eles desenvolvidas, ao longo da sequência, foram analisadas segundo os pressupostos da Análise Textual Discursiva. Os dados evidenciaram as contribuições da sequência para a aprendizagem da termorregulação animal, sobretudo considerando o contingente progressivo de respostas cujos conteúdos se apresentaram mais próximos das noções fisiológicas recentes nas atividades finais da proposta didática.

Palavras-chave: Termorregulação animal; sequência didática; transposição didática; ensino de Ciências.

ABSTRACT

This article approaches the theme of animal thermoregulation, proposing, through a didactic sequence based on didactic presuppositions of Zabala and methodological care of didactic transposition (Chevallard), a more appropriate approach to the teaching of this subject in the context of Basic Education. The sequence was applied to 26 students of the 7th year of Elementary School II of a public school in a municipality in the northern region of the State of Paraná, Brazil. The activities developed for the students throughout the implementation were analyzed according to the assumptions of Discursive Textual Analysis. As a result, the data showed the contributions of the sequence to the learning of animal thermoregulation, especially considering the progressive contingent of responses whose contents were closer to recent physiological contexts in the final activities of the didactic proposal.

Keywords: Animal thermoregulation; didactic sequence; didactic transposition; science teaching.

¹ Programa de Pós-Graduação em Ensino, Universidade Estadual do Norte do Paraná - UENP, Campus Cornélio Procópio/PR – Brasil. E-mail: luckenlucas@uenp.edu.br

² Colégio Estadual Zulmira Marchesi da Silva, Programa de Pós-graduação em Ensino – UENP, Campus Cornélio Procópio/PR – Brasil. E-mail: rosacontardi@yahoo.com.br

³ Universidade Estadual do Norte do Paraná - UENP, Campus Cornélio Procópio/PR – Brasil. E-mail: simoneluccas@uenp.edu.br

⁴ Universidade Federal de Alagoas - UFAL, Maceió/AL – Brasil. E-mail: hsovierzoski@gmail.com



1. INTRODUÇÃO

No âmbito do Ensino Fundamental (anos finais) muitos são os questionamentos dos alunos acerca dos conteúdos trabalhados na disciplina de Ciências. Segundo nossa experiência, uma boa parte das perguntas está relacionada à utilização de vocabulário técnico em definições e descrições de estruturas ou processos biológicos, dificultando a compreensão de muitos dos assuntos abordados. Assim como outros autores, Krasilchik (2005) evidencia essa problemática ao dizer que “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).

Segundo nossa visão, o cenário fica ainda mais adverso quando lidamos com temáticas que além de aportarem o uso excessivo de vocabulário técnico, contrapõem-se a conhecimentos prévios dos alunos, muitas vezes distantes dos conceitos estabelecidos nos atuais estatutos epistemológicos das ciências.

Todavia, embora na opinião de diversos alunos o emprego desse tipo de vocabulário pode gerar consequências negativas ao processo de aprendizagem, é preciso considerar o papel das terminologias, as quais constam nos programas curriculares e conferem significados à estruturas e processos que precisam ser diferenciados. Entendemos, portanto, que esse assunto demanda uma discussão de âmbito didático, pois o “[...] uso adequado da terminologia científica está estreitamente ligado ao processo de formação de conceitos.” (KRASILCHIK, 2005, p.56).

Neste trabalho, abordamos o exemplo do ensino da *termorregulação animal*. Nossa experiência docente na disciplina de Ciências nos mostrou por muito tempo que o ensino do controle da temperatura corpórea dos animais se apresenta como um desafio aos professores. Não apenas por concentrar um uso excessivo de terminologias específicas, mas por evidenciar problemas conceituais da Fisiologia Animal (confusões) que se estendem às salas de aula, impactando tanto no ensino quanto na aprendizagem desse conteúdo.

Nossa intenção consiste, portanto, em apresentar aspectos básicos da termorregulação animal segundo pressupostos da Fisiologia Animal recente, evidenciando dificuldades encontradas pelos fisiologistas nas explicações desse assunto para, em seguida, mostrar os resultados da implementação de uma proposta didática (sequência didática) balizada em pressupostos da transposição didática, aportando noções mais adequadas para ensino da termorregulação animal, no âmbito do Ensino Fundamental (anos finais).

2. APORTES DA TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA PARA O ENSINO DE TERMORREGULAÇÃO ANIMAL

Para a sistematização de nossa sequência didática sentimos a necessidade de buscar subsídios teórico-metodológicos que orientassem uma adequação dos conceitos encontrados nos livros técnicos (Ensino Superior) para uma linguagem escolar, apropriada ao Ensino Fundamental.



Nesse sentido, investigamos as teorizações de Chevallard (1991) sobre transposição didática, ou seja, adaptações/transformações do *saber sábio* (conhecimento científico) em *saber a ensinar* (conhecimento escolar), culminando no *saber ensinado* (conhecimento abordado na sala de aula). Em termos gerais, a transposição didática aborda a transformação do conhecimento acadêmico, dentro dos sistemas didáticos, investigando sua transformação em conteúdo curricular e tornando-o objeto de ensino, sendo essa transformação necessária uma vez que o “[...] saber sábio não foi produzido com o objetivo principal de ser ensinado.” (POLIDORO; STIGAR, 2010, p.155).

Um dos principais cuidados a serem observados na transposição didática dos conteúdos consiste no que se denomina *vigilância epistemológica*, pois segundo Chevallard “[...] entre o objeto de saber e o objeto de ensino há uma distância enorme.” (1991, p.50).

Assim, aplicando essa ideia de vigilância epistemológica à nossa pesquisa, reconhecemos a necessidade de sermos coerentes com os conceitos da literatura de referência (Fisiologia Animal) para a construção de uma sequência didática que oferecesse noções conceituais mais apropriadas para o ensino de termorregulação animal âmbito da Educação Básica.

Adicionalmente, ponderamos ao fato de que os docentes não reproduzem fielmente o que está escrito nos materiais didáticos, pois, imbuídos de sua subjetividade sobre o conhecimento a ser ensinado, ao selecionar materiais e contextualizar o conteúdo em sala de aula eles acabam por empreender uma *criação didática*. Para Chevallard “[...] quando o professor prepara o curso, a transposição didática já começou a fazer tempo.” (CHEVALLARD, 1991, p.20).

A seguir, descrevemos as bases teórico-metodológicas que balizaram a sistematização estrutural de nossa sequência didática.

3. SUBSÍDIOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS PARA A CONSTRUÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A organização de nossa sequência didática se baseou nas orientações de Lucas (2010) e de Zabala (1998). De acordo com este segundo autor, as sequências didáticas apresentam atividades organizadas e articuladas entre si que as caracterizam como “[...] 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).

Essa organização possibilita aos professores um olhar estrutural de sua prática por meio dos componentes que constituem a sequência didática, possibilitando a justificativa de cada um de seus elementos constituintes.

Nossa sequência foi inspirada no quarto exemplar genérico de Zabala (1998, p.58). Segundo ele a estrutura geral dessa sequência sugere uma composição de atividades/conteúdos que podem ser classificadas em três tipos: I) Atividades/conteúdos conceituais – relacionados a fatos, conceitos e princípios, são os conteúdos relacionados ao saber; II) Atividades/conteúdos procedimentais – relativos



aos modos de construir o conhecimento, são os conteúdos relacionados ao saber fazer; e, III) Atividades/conteúdos atitudinais – conteúdos relacionados aos valores e atitudes desenvolvidos na construção dos conhecimentos, são os conteúdos relacionados ao saber ser.

Assim, empreendemos adaptações necessárias a fim de que nossa sequência pudesse favorecer aos estudantes uma aprendizagem mais efetiva do controle da temperatura corpórea dos animais. É importante evidenciar, também, que adotamos como referencial de elaboração dos instrumentos avaliativos os encaminhamentos propostos por Zabala (1998).

Por fim, após uma evidenciação dos cuidados teórico-metodológicos que fundamentaram a construção de nossa sequência didática, apresentamos no Quadro 1 uma síntese de suas etapas e atividades.

Quadro 1 – Etapas gerais da sequência didática.

1ª ETAPA	Problematização e apresentação do tema com explicitação das respostas intuitivas	Atividade 1 – Avaliação diagnóstica inicial; Atividade 2 – Problematização, observação de imagens; Atividade 3 – Questões problematizadoras; e, Atividade 4 – Deliberação das respostas em grupo.
2ª ETAPA	Pesquisa em fontes variadas	Atividade 5 – Pesquisa; Atividade 6 – Socialização da pesquisa; e, Atividade 7 – Avaliação formativa.
3ª ETAPA	Introdução do conhecimento científico	Atividade 8 – Leitura e interpretação de texto (em quadrinhos); Atividade 9 – Vídeos e questões; e, Atividade 10 – Avaliação formativa.
4ª ETAPA	Exercícios e simulações	Atividade 11 – Discussão (com registro) e jogos; e, Atividade 12 – Avaliação formativa.
5ª ETAPA	<i>Feedback</i> e síntese	Atividade 13 – Confecção de glossário; e, Atividade 14 – Avaliação diagnóstica final.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A versão completa da sequência com suas respectivas atividades e orientações gerais aos docentes interessados em sua aplicação pode ser acessada por meio do endereço eletrônico <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/203824> (repositório de produções técnicas educacionais). A seguir, detalhamos os subsídios metodológicos gerais da pesquisa.

4. APORTES METODOLÓGICOS DA PESQUISA

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. (BOGDAN; BIKLEN, 1994). Nessa perspectiva, iniciamos com uma revisão bibliográfica ampla em livros técnicos do Ensino Superior das áreas de Fisiologia Animal, transposição didática e sequência didática.

Posteriormente, sistematizamos nossa sequência didática para o ensino de termorregulação animal, a qual foi avaliada por integrantes do grupo de pesquisa GPEFOP (Grupo de Pesquisa em Ensino e Formação de Professores), cadastrado no



Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), ocasião em que foram sugeridas e implementadas pequenas alterações/correções.

A referida sequência foi aplicada no ano de 2017 em uma escola pública da região norte do Estado do Paraná, especificamente em uma turma de 7^o ano do Ensino Fundamental (anos finais), do período matutino, composta por vinte e seis alunos. A escola está localizada no perímetro central do município, atendendo alunos de bairros próximos e também periféricos.

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

Quanto ao critério de *saturação*, nos baseamos nos pressupostos de Pires (1997) segundo os quais ao perceber que os dados passam a replicar determinado sentido, o pesquisador pode cessar a recolha de mais dados para a análise, podendo ele “[...] generalizar os resultados ao universo do trabalho (população) a que o grupo analisado pertence (generalização empírico-analítica).” (PIRES, 1997, p.157).

Assim, nosso *corpus* de análise foi composto pelas atividades de sete alunos, concentrando nas mesmas *diversidade* e *saturação* para sustentar que elas fossem representativas (mais ou menos proporcionais) das atividades que os demais estudantes realizaram. Para a análise das atividades (dos alunos participantes) utilizamos referencial da *Análise Textual Discursiva* que:

[...] pode ser compreendida como um processo auto-organizado de construção de compreensão em que novos entendimentos emergem de uma sequência 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).

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

5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Mesmo com o compromisso de analisarmos a produção de apenas sete alunos, o volume de dados foi expressivo. Por este motivo, apresentamos neste trabalho somente o contingente de duas das quatro categorias geradas ao longo da análise (pormenorização da produção discente, codificação e organização dos excertos textuais por relação semântica), a saber: I. Noções distantes da Fisiologia Animal recente; e, II. Noções próximas à Fisiologia Animal recente.

Nas transcrições dos dados (atividades realizadas pelos alunos), os discentes foram codificados com a letra D (discentes) e um número ordinal: D1, D2, D3, até D7. Já as

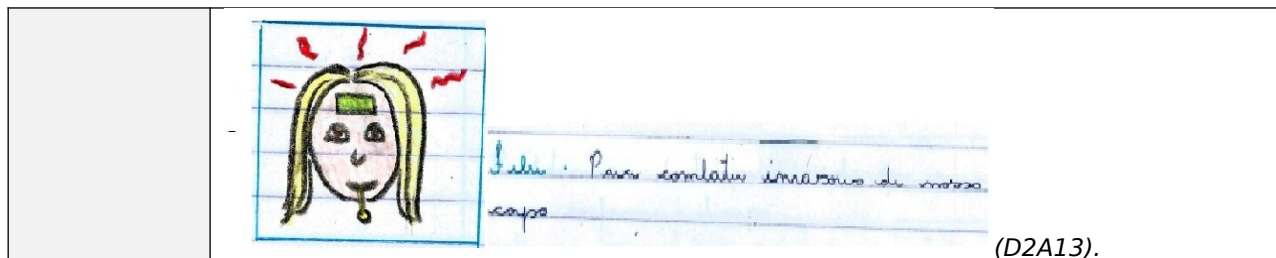


atividades seguiram a numeração elencada na própria sequência didática: A1 (atividade 1), A2 (atividade 2), até A14.

A seguir, apresentamos as categorias de análise e suas respectivas subcategorias, seguidas dos excertos textuais dos alunos. Também foram inseridas algumas das figuras desenhadas pelos alunos por ocasião de uma das atividades (atividade 5) que solicitava a representação do conteúdo trabalhado.

Quadro 2 – Primeira categoria de análise.

CATEGORIA 1: Noções distantes da Fisiologia Animal recente	
Subcategoria: Animal de sangue frio e animal de sangue quente	<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). Eu acho que os mamíferos são animais de sangue quente, e os não mamíferos, não. (D3A3). 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>
Subcategoria: Adaptações fisiológicas dos animais em ambientes de temperatura extremas	<i>Se o ambiente apresentar uma temperatura muito baixa como no Pólo Norte, o ser humano não consegue sobreviver porque a gente tem uma temperatura (corporal) certa. (D1A1). [...] no Pólo Norte, o ser humano não consegue sobreviver porque estamos acostumados com temperaturas normais. (D3A1). 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). O ser humano consegue sobreviver no deserto porque nosso corpo muda de temperatura. (D7 A1). O camelo consegue sobreviver em ambientes muito quentes, como nos desertos porque armazena água e comida nas corcovas. (D1 D4 A1). O urso polar consegue sobreviver no Pólo por causa de seu sangue quente. (D5 A3). O urso polar consegue sobreviver no Plo por causa dos pelos que o esquentam. (D2, D 4 D7 A3).</i>
Subcategoria: Endotermia	<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). Nós seres humanos somos quentinhos porque temos que deixar a temperatura do nosso corpo alta, pois se estiver muito baixa podemos pegar hipotermia. (D6A1). No inverno costumamos comer mais do que no verão porque não tem nada para fazer na rua. (D 7 A1).</i>
Subcategoria: Ectotermia	<i>O jacaré fica tomando sol para trocar de pele. (D3A1). O jacaré fica tomando sol para secar sua pele e não machucar sua pele. (D4A1).</i>
Subcategoria: Heterotermia	<i>Nossos pés ficam frios geralmente na época do inverno porque pega muita friagem. (D1A3). Nossos pés ficam frios geralmente na época do inverno porque ficam gelados conforme a temperatura geral do corpo. (D4A3). Eu acho que nossos pés ficam frios geralmente na época do inverno porque geralmente as pessoas ficam com os pés no chão. (D6A3). A febre acontece porque vão bactérias quentes para a pele, eu acho. (D7A3). A febre acontece pelo calor do corpo quando ficamos doentes, nós esquentamos mais. (D2A3).</i>



(D2A13).

Fonte: Elaborado pelos autores.

Nessa categoria, observamos que ao participarem das atividades iniciais da sequência os alunos evidenciaram considerar os mamíferos como animais de sangue quente, e os não mamíferos, animais de sangue frio, como sugere o excerto D3A3 na primeira subcategoria de análise. Essa noção prévia é coerente com os apontamentos de Randall, Burggren e French (2000, p.636) de que os fisiologistas mais antigos consideravam peixes, anfíbios, répteis e invertebrados como peilotérmicos ou animais de *sangue frio*.

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 estruturas corporais que possibilitam essa sobrevivência: *o camelo consegue sobreviver em ambientes muito quentes, como nos desertos porque armazena água e comida nas corcovas* (D1, D4A3) ou mesmo no trecho: *o urso polar consegue sobreviver no Polo por causa dos pelos que o esquenta* (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 no inverno porque pegam muita friagem (D1A3) e as pessoas ficam com os pés no chão (D6A3). Na mesma subcategoria, demonstraram compreender a febre como o aumento da temperatura corpórea quando se está doente, em que D2 afirmou: *a febre acontece pelo calor do corpo quando ficamos doentes, nós esquentamos mais* (D2A3). Já D7 sugeriu que a febre acontece pela temperatura alta das bactérias: *a febre acontece porque vão bactérias quentes para a pele, eu acho* (D7A3).

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

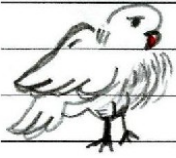


A apropriação do conhecimento científico pelo estudante no contexto escolar implica a superação dos obstáculos conceituais. Para que isso ocorra, o conhecimento anterior do estudante, construído nas interações e nas relações que estabelece na vida cotidiana, num primeiro momento, deve ser valorizado. 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 também 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. Cabe ressaltar, portanto, a relevância das avaliações diagnósticas (A1 e A3) no intuito de obter informações acerca das noções prévias dos alunos em relação a um determinado conteúdo para o planejamento de intervenções didáticas. (HAYDT, 2000).

A seguir, apresentamos a segunda categoria que trata das noções dos alunos (quanto à termorregulação animal) próximas à Fisiologia Animal recente.



Quadro 3 – Segunda categoria de análise.

CATEGORIA 2: Noções próximas à Fisiologia Animal recente	
Subcategoria: Adaptações fisiológicas dos animais em ambientes de temperatura extremas	<p><i>Se o ambiente apresentar uma temperatura muito baixa como no Pólo 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 Pólo 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 Pólo 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>  <i>Isolante térmico: Para que o calor do corpo não seja perdido para o meio ambiente, utilizamos como pelos, penas e gordura corporal substâncias de isolante térmico.</i> (D4A13). </p>



<p>Subcategoria: Endotermia</p>	<p><i>O animal endotérmico tem a temperatura interna; come o alimento que é digerido e se transforma em energia. (D3 A14).</i></p> <p><i>O animal endotérmico sua fonte de calor é interna, precisa comer para se aquecer. (D1, D2, D3, D4, D5, D6A14).</i></p> <p><i>O animal endotérmico tem calor próprio em seu corpo quando come (D7 A14).</i></p> <p><i>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).</i></p> <p><i>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).</i></p> <p><i>A maioria dos mamíferos é endotérmica e homeotérmica, não são todos, é a maioria. (D1A14).</i></p> <p><i>Não posso classificar todos os mamíferos em endotérmicos ou homeotérmicos, existem exceções. (D7A14).</i></p> <p><i>Nós seres humanos somos quentinhos porque o alimento se transforma em calor. (D3, D7A14).</i></p> <p><i>No inverno é muito frio e precisamos de muito calor através da alimentação, por isso costumamos comer mais do que no verão. (D3A14).</i></p> <p><i>Nós seres humanos somos quentinhos porque nós comemos para aquecer nosso corpo. (D4A14).</i></p> <p><i>No inverno costumamos comer mais do que no verão porque nossa fonte de calor é a comida. (D6A14).</i></p> <p><i>No inverno costumamos comer mais do que no verão porque nosso corpo precisa produzir mais calor por causa do frio. (D7A14).</i></p> <p><i>Quanto à fonte de calor, o animal que produz calor internamente para se manter aquecido chama-se endotérmico. (D1....D7A14).</i></p> <div data-bbox="491 1093 1061 1227" style="text-align: center;"> <p><i>Endotérmico: ele precisa de alimentos para produzir calor internamente</i> (D5A13).</p> </div>
<p>Subcategoria: Ectotermia</p>	<p><i>O jacaré fica tomando sol para deixar seu corpo quente pois na água é muito frio. (D6 A1).</i></p> <p><i>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).</i></p> <p><i>O animal ectotérmico não consegue produzir calor e tem que receber calor de outra coisa quente, exemplo, o sol. (D7 A14).</i></p> <p><i>O ectotérmico vai para o sol quando está com frio, e o calor (solar) passa para o corpo do animal. (D1 A14).</i></p> <p><i>Ectotérmico, a fonte de calor é externa, como os répteis que precisam do sol para se aquecer. (D6 A14).</i></p> <p><i>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).</i></p> <p><i>Um réptil come, mas demora para digerir, então depende do sol para se aquecer. (D3 A14).</i></p> <p><i>O jacaré fica tomando sol porque precisa de uma fonte externa de calor. (D1, D2, D5, D6 A14).</i></p> <p><i>O jacaré fica tomando sol para se aquecer quando está com frio, pois o jacaré não consegue produzir calor internamente. (D4A14).</i></p> <p><i>O jacaré fica tomando sol porque ele fica no rio, ele fica com frio e precisa de uma fonte externa para se esquentar. (D7A14).</i></p> <p><i>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).</i></p>



	 <p><i>Ectotermos: É um animal que precisa de uma fonte externa para ter calor (ex: sol)</i> (D7A13).</p>
<p>Subcategoria: Heterotermia</p>	<p><i>As abelhas para se aquecerem na época do inverno ficam bem juntinhas das outras no interior da colmeia. (D1, D3, D4, D5, D6 A9).</i></p> <p><i>Para conservar o calor no interior da colmeia na época do inverno, as abelhas vibram os músculos de seus corpos. (D1.....D7A9).</i></p> <p><i>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).</i></p> <p><i>A abelha é classificada como heterotérmica regional no caso de defender sua colmeia. (D1...D6A9).</i></p> <p><i>As abelhas juntam em cima de seu adversário e se esquentam para o adversário morrer. (D7A14).</i></p> <p><i>A abelha rainha pode aumentar a temperatura de seu abdomen do que o restante do corpo para incubar seus ovos. (D1, D3, D4, D5, D6A14).</i></p> <p><i>A abelha consegue aquecer seu tórax para voar. (D2A14).</i></p> <p><i>A maioria dos répteis, não todos, não consegue produzir calor internamente. (D1A14).</i></p> <p><i>As serpentes são répteis são classificadas como ectotérmicas, mas, em certas condições conseguem gerar calor por meio de contrações rítmicas de seus músculos. (D2A14).</i></p> <p><i>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).</i></p> <p><i>O urso não hiberna, ele apenas dorme no inverno para economizar energia. (D1, D7A14).</i></p> <p><i>O urso não hiberna, só dorme um sono de inverno e pode acordar a qualquer momento. (D A14).</i></p> <p><i>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).</i></p> <p><i>Tem partes do corpo que o sangue é mais quente. A 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>  <p><i>fibré É uma condição que o temperatura do corpo aumenta para se combater dos vírus.</i> (D1A13).</p>

Fonte: Elaborado pelos autores.



Na subcategoria *Adaptações fisiológicas dos animais em ambientes de temperatura extremas* observamos que os alunos concebem a possibilidade de o ser humano sobreviver em ambientes de temperaturas muito baixas mantendo-se bem aquecido e nutrido, como transcrito nos trechos de D2 e D5A1. Nessa mesma subcategoria, os alunos recorrem a termos como *adaptado* para justificar a sobrevivência do ser vivo em regiões frias: *o urso consegue sobreviver em regiões muito frias porque ele tem muitos pelos ou já é adaptado* (D3A1). 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).

Ainda nessa subcategoria evidenciamos que os alunos conseguem conceituar cobertores e agasalhos como isolantes térmicos, conforme os excertos 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 isolamento térmico também foi evidenciado na atividade 13 (construção de um glossário) pelo aluno D4: *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 de noções importantes do assunto, sobretudo no “[...] 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*, identificamos o uso do termo *endotérmico* e a relação com a fonte de calor, conforme segue: *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 conseguiram explicar o motivo de sermos *quentinhos* (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 esquentam* (D1A14); [...] *o alimento se transforma em calor* (D3, D7A14). Igualmente, consideramos que os discentes D1, D3 e D7 se apropriaram do conhecimento de que a digestão é um processo metabólico formador de calor (no ser humano) como visto em Hill, Wyse e Anderson (2012).



Quanto ao fato da ingestão de maior quantidade de alimentos no inverno, os alunos argumentaram que essa época do ano é muito fria e que por isso precisamos dos alimentos para nos manter aquecidos: *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 utilizaram de locuções como *por isso, porque* para justificar suas respostas, estabelecendo relações importantes. Esse apontamento deve ser considerado tão importante quanto à apreensão da terminologia científica, como nos recomenda 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 tenham conseguido responder assertivamente que, quanto à fonte de calor, animal endotérmico é aquele que produz calor internamente para se manter aquecido (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 compreenderam as proposições dos fisiologistas, por meio das atividades propostas, quanto ao cuidado da classificação da maioria das aves e mamíferos ser homeotérmica e também endotérmica. (MOYES; SCHULTE, 2010).

Em adição, mais relevante que usar essa ou aquela terminologia é o cuidado que os professores de Ciências devem ter para que seus alunos compreendam o que os fisiologistas Pough, Janis e Heiser alertaram quanto à temperatura dos animais e sua classificação “[...] não ser (é) um fenômeno de tudo-ou-nada.” (2008, p.95). 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(m) o(s) indivíduo(s) estudado(s).

Também é pertinente evidenciar as reflexões de Bizzo (2012) quanto ao uso excessivo de terminologia técnica: “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 mostraram que os alunos apresentaram o conceito de animal ectotérmico e sua relação com fontes externas de calor, 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 argumentou 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 exemplificaram 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 D6 citou como exemplos de ectotérmicos os répteis: *Ectotérmico, a fonte de calor é externa, como os répteis que precisam do sol para se aquecer. (D6 A14)*, enquanto D3 justificou 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 os alunos empreenderam relação entre o comportamento da exposição solar do jacaré com a necessidade de aquecimento do corpo por meio de uma fonte externa (D1, D2, D4, D5, D6 e D7).

Analisando os excertos da subcategoria *Heterotermia* notamos a relação epistêmica nos trechos em que os alunos empregaram terminologias da Fisiologia Animal, como *heterotérmico regional e temporal*, conforme os 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 recorremos 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 consideraram as adaptações da abelha quanto ao aumento de temperatura de certas regiões de seu corpo, em diferentes situações, assim como para se aquecerem no inverno (D1...D7A9), matar vespas invasoras da colmeia com o calor de seus corpos (D1...D7A9), incubação dos ovos pela rainha (D1, D3, D4, D5, D6, D7A4) e aquecimento do tórax para levante do voo (D2A4). Desse modo, pelos trechos analisados, entendemos que os alunos se apropriaram das asserções da literatura de Fisiologia Animal, especificamente quanto ao exemplo da abelha ser ectotérmica quando inativa, mas apresentar heterotermia regional e temporal em determinadas situações. (RANDALL; BURGGREN; FRENCH, 2000; HILL; WYSE; ANDERSON, 2011; SCHMIDT-NIELSEN, 2011).

As análises mostraram, ainda, 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 conseguem gerar calor, enrolar em volta dos seus ovos, vibrando seu corpo para produzir calor (D4, D5, D6A14)*, além do que, atentaram para a não generalização quando empregaram 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 uma apropriação 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 discentes também registraram que os ursos não hibernam no inverno, apenas dormem para economizar energia, como visto nas transcrições de D1, D2, D4, D7A14; e que a hibernação só ocorre em animais pequenos, como indicou D4A14: *a hibernação só ocorre em mamíferos pequenos. Ursos não hibernam ao contrário do que muitos pensam*, atribuindo ao esquilo-do-solo essa condição hibernante.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio de nossas análises foi possível evidenciar que nas atividades iniciais da sequência didática os alunos apresentaram, em geral, noções muito distantes da Fisiologia Animal recente, como no exemplo de D1A3 que inferiu: *a febre acontece por causa do tempo, porque esfria você, você pega friagem*. No entanto, em atividades mais avançadas da sequência (atividades finais), a noção de febre do mesmo discente foi diferente: [...] *condição que a temperatura do corpo aumenta para o combate de vírus. (D1A13)*.

Também nas atividades iniciais D2A3 argumentou que: *a febre acontece pelo calor do corpo, quando ficamos doentes nós esquentamos mais*. Porém, na atividade A13, embora sua ilustração deixe margem ao aumento da temperatura corporal, o mesmo discente discorreu da seguinte forma: *febre, para combater invasores do nosso corpo*.

Outro exemplo a ser citado é 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, enfatizou: *no inverno costumamos comer mais do que no verão porque nosso corpo precisa produzir mais calor por causa do frio. (D7A14)*.

Segundo nossa visão, essas noções diferentes apresentadas pelos alunos nas atividades finais da sequência (mais próximas dos conceitos fisiológicos recentes) evidenciam os efeitos positivos de nossa intervenção pedagógica indicando que os conteúdos, as tipologias de atividades e a sistematização do percurso didático contribuíram para uma ampliação das noções dos alunos no que diz respeito à termorregulação animal.

Ao finalizar este artigo, consideramos ser importante pontuar alguns aspectos quando do ensino da termorregulação animal. Entendemos que professores de Ciências precisam estar atentos (evitar) a generalizações e ao uso adequado de terminologias relacionadas à classificação da temperatura dos animais, 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. (p.218).

A termorregulação em animais 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 importante que professores de Ciências estejam atentos ao conhecimento técnico oriundo de pesquisas atuais acerca da termorregulação animal, haja vista que a própria literatura técnica de Fisiologia Animal evidencia que esse assunto é repleto de *confusões*. Expressões como *animais de sangue quente* e *animais de sangue frio* são formas insuficientes e inapropriadas de classificação da temperatura corpórea dos animais.

Finalmente, indicamos aos professores a necessidade de esclarecer aos alunos que os animais podem ser classificados quanto à sua temperatura corporal mediante dois critérios básicos (e que um mesmo animal pode variar de classificação), sendo eles:

- Constância da temperatura corpórea, podendo ser *homeotérmicos*: que apresentam temperatura corporal constante, independente do meio em que se encontram; *peilotérmicos*: que apresentam temperatura corporal variável segundo o meio ambiente;

- Origem da fonte de calor, podendo ser *endotérmicos*: que possuem fonte de calor própria, isto é, proveniente de seu metabolismo; *ectotérmicos*: que dependem de fontes de calor externas (sol, rochas aquecidas, entre outros) para aquecer seus corpos.

7. REFERÊNCIAS

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

BIZZO, Nélio. **O ensino de Ciências e os erros conceituais**: reconhecer e evitar. São Paulo: Editora do Brasil, 2012.

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

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

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 de Alan Gomes Pöppel *et al.*; Revisão técnica de Anapaula Sommer Vinagre, Luciano Sturmer de Fraga, Luiz Carlos Rios Kucharski. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2012.

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

LUCAS, L. B. **Contribuições axiológicas e epistemológicas ao ensino da teoria da evolução de Darwin**. 2010. 209 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2010.



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.

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: SLED, 2012.

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. **Ciberteologia Revista de Teologia & Cultura**, n.27, jan./fev. 2010.

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.

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

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

Submetido em: **30/07/2019**

Aceito em: **25/08/2020**