

ENSINAR CONCEITOS DE CIÊNCIAS EM UMA PERSPECTIVA DESENVOLVIMENTAL: PROPOSTA DE UM EXPERIMENTO DIDÁTICO FORMATIVO

Teaching science concepts from a developmental perspective: proposal for a formative didactic experiment

Eude de Sousa Campos

Universidade Estadual de Goiás

Raquel Aparecida Marra da Madeira Freitas

Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Valéria Soares de Lima

Universidade Estadual de Goiás

RESUMO

A investigação buscou esclarecer como organizar o ensino de conceitos de ciências no Ensino Fundamental, visando contribuir para que os alunos aprendam por meio da formação teórica dos conceitos, conforme os princípios da teoria do ensino desenvolvimental de Davydov. Para isso, foi realizado um experimento didático-formativo que incluiu revisão de literatura, análise lógico-histórica do conceito selecionado e pesquisa de campo, esta última conduzida em uma escola pública da rede estadual de Goiás. O estudo teve como objetivo organizar, desenvolver e analisar o processo de ensino e aprendizagem do conceito de "animal vertebrado". Participaram da pesquisa estudantes de uma turma do 6º ano e a professora regente. Os resultados proporcionaram reflexões críticas sobre os desafios do ensino escolar e ofereceram contribuições que reforçam a defesa de uma educação que promova a emancipação humana. As reflexões foram fundamentadas na perspectiva histórico-cultural, que sustenta a organização de um ensino capaz de estimular o desenvolvimento intelectual humano.

Palavras-chaves: ensino de ciências; ensino desenvolvimental; formação de conceitos.

ABSTRACT

The investigation aimed to clarify how to organize the teaching of science concepts in elementary education, with the goal of helping students learn through the theoretical formation of concepts, according to the principles of Davydov's developmental teaching theory. For this purpose, a didactic-formative experiment was conducted, which included a literature review, logical-historical analysis of the selected concept, and field research, the latter being carried out in a public school in the state education network of Goiás. The study aimed to organize, develop, and analyze the teaching and learning process of the concept "vertebrate animal." Participants included students from a 6th-grade class and their teacher. The research generated critical reflections on the challenges of school teaching and offered contributions to support the advocacy of an education that fosters human emancipation. These reflections were grounded in the historical-cultural perspective, which underpins the organization of teaching capable of promoting intellectual development.

Keywords: science teaching; Developmental teaching; concept formation.

INTRODUÇÃO

No cenário da educação escolar brasileira, a lógica formal de ensino desenvolvida nas aulas contempla planejamento e propostas de atividades que promovem a aprendizagem por meio da memorização. No entanto, essa abordagem não contribui para o desenvolvimento mais amplo do pensamento dos alunos, em particular o pensamento científico e as capacidades de análise mais aprofundada, crítica e reflexiva da realidade social. Pesquisadores brasileiros interessados nesse cenário têm apresentado reflexões relevantes ao problema e buscam oferecer contribuições que abrangem desde questões didáticas gerais a diversos aspectos das didáticas disciplinares e de conteúdos específicos nas áreas de conhecimento.

Assumindo, dessa forma, uma posição teórica que defende, como principal contribuição da educação escolar, a promoção do desenvolvimento dos alunos, alguns autores buscam evidenciar contribuições da vertente histórico-cultural para um ensino que cumpra esse papel (Libâneo, 2004; 2008; 2014; 2015; 2016; Libâneo & Freitas, 2007; Freitas, 2011; 2016; Peres & Freitas, 2013; 2014; Freitas & Rosa, 2015; Rosa & Sylvio, 2016; Rosa & Damazio, 2016). Em seus estudos, apontam possibilidades de mudanças no ensino escolar para promover o desenvolvimento dos alunos, a partir dos princípios da teoria do ensino desenvolvimental e indicam formas de organização das atividades de estudo.

A pesquisa justificou-se, no âmbito do ensino de ciências, diante das dificuldades de aprendizagem evidenciadas. O problema está no formato e no planejamento de como os conteúdos são ensinados, pois as aprendizagens alcançadas não possibilitam aos alunos relacionarem os conteúdos escolares aprendidos com as situações concretas da vida. Trata-se de uma lógica de ensino formal, na qual o aluno apenas ouve o professor explanar o conteúdo ou simplesmente transcreve o que lhe é demandado, sem considerar motivos e necessidades reais. Isso reflete aprendizagens que não promovem o desenvolvimento humano.

Outro aspecto imprescindível que justificou o estudo refere-se ao fato de que a teoria de Davydov, como fundamentação teórica e metodológica, trata do ensino em sua relação com o desenvolvimento do aluno, permitindo sua aplicação a todas as áreas de conhecimento e séries da educação básica e superior. Nesse contexto, a pesquisa contribuiu para o avanço do ensino desenvolvimental, reforçando a necessidade de repensar a educação escolar em sua lógica formal e as consequentes mudanças na forma como o professor aborda o conteúdo, considerando sua análise lógico-histórica, bem como a formulação da estrutura da atividade de estudo de conceitos específicos de ciências.

Nesse sentido, conforme Libâneo (1990), o ensino escolar, com compromisso político e ético, deve propiciar aos alunos a apropriação do conhecimento em um movimento dinâmico constituído nas relações sociais. Para Freitas (2004), o ensino escolar deve organizar-se como um processo que proporcione aos alunos a recriação crítica da cultura. Assim, é nessa direção que o ensino de ciências necessita avançar.

Crestana afirma que, no Brasil, não há "uma tradição importante e consistente de educação em ciências", embora haja muitas experiências parciais "que datam pelo menos da década de 1950" (Crestana et al., 1998, apud Schwartzman e Christophe, 2009, p. 5). Schwartzman e Christophe (2009, p. 8) apontam três razões para que a educação em ciências seja compreendida como parte fundamental da educação geral: a) a necessidade de formar, desde cedo, as futuras gerações de pesquisadores e cientistas; b) proporcionar a todo cidadão a compreensão das implicações mais gerais que impactam a vida das pessoas e dos países; c) possibilitar a todos a aquisição dos métodos e atitudes científicas como requisito para o desenvolvimento do pensamento crítico e da autonomia intelectual. Corroborando os autores, entende-se que o ensino de ciências é relevante para promover tais competências e habilidades, desde que esteja fundamentado em uma referência teórica que permita alcançar tais objetivos.

Quando se busca compreender especificamente as pesquisas e estudos sobre o ensino de conteúdos de ciências, em particular a formação de conceitos científicos, verifica-se que pesquisadores têm realizado investigações com relevantes contribuições. Soares et al. (2007) mostram que, no período de 2000 a 2009, o tema "aprendizagem de conceitos científicos" correspondeu a 21% das produções científicas em Ensino de Biologia, mas este relevante percentual tem enfoque teórico construtivista. Em uma perspectiva desenvolvimental, a teoria de ensino de Davydov (1988) possui elevado potencial para promover o pensamento científico dos alunos em ciências, devido à sua matriz materialista dialética.

Apesar de o número de pesquisas sobre o ensino de ciências ser grande, como mostram Soares et al. (2007), em particular de Biologia, a dificuldade de aprendizagem dos conteúdos é concreta. O principal motivo é a forma como os conteúdos são organizados e ensinados, uma vez que não têm privilegiado a compreensão dos conceitos em seu movimento dialético e sua relação com a vida em sociedade. Ou seja, os alunos não aprendem os conceitos em seu contexto sociocultural vivenciado concretamente.

Diante disso, a pesquisa buscou esclarecer a seguinte questão: como pode ser organizado o ensino de um conceito de ciências, visando contribuir para que os alunos o aprendam por um processo de formação do conceito teórico? A partir dessa problemática, a pesquisa objetivou organizar, desenvolver e analisar o processo de ensino e aprendizagem do conceito "animal vertebrado" em uma escola pública de Ensino Fundamental, tendo como referência princípios e conceitos da teoria de V. V. Davydov. O objetivo deste texto é compartilhar os resultados alcançados em todas as etapas da pesquisa.

Como desdobramentos do estudo investigativo, foi possível descrever a estrutura do conceito teórico "animal vertebrado" como base para a elaboração de uma atividade de estudo fundamentada em princípios da teoria do ensino desenvolvimental. Além disso, foi possível formular e desenvolver o ensino desse conceito por meio de uma atividade de estudo, na forma de experimento didático-formativo fundamentado nos

princípios da teoria de Davydov, bem como discutir as influências dessa atividade de estudo na aprendizagem do conceito teórico "animal vertebrado", apontando contribuições para o ensino de ciências.

PRECEITOS TEÓRICOS DA TEORIA DO ENSINO DESENVOLVIMENTAL

Os estudos realizados baseiam-se nos princípios defendidos por Davydov em relação ao ensino escolar e ao desenvolvimento das crianças, fundamentando-se principalmente em Vygotsky e Leontiev. Esses autores adotaram concepções teóricas da vertente histórico-cultural, que tem como matriz epistemológica o materialismo histórico-dialético. Os principais conceitos teóricos destacados para orientar a pesquisa, a partir de Vygotsky, Leontiev e Davydov, são: a) conceitos cotidianos e conceitos científicos; b) ensino escolar, aprendizagem e desenvolvimento; c) zona de desenvolvimento proximal; d) mediação; e) conceitos teóricos e conceitos empíricos; f) atividade principal; g) atividade de estudo; h) motivo, desejo e atividade de estudo.

Conforme afirma Leontiev (1978), os motivos das ações de estudo impulsionam os estudantes a assimilarem os procedimentos de reprodução desses conhecimentos. Dessa forma, a necessidade de realizar a atividade de estudo estimula os alunos à aprendizagem dos conteúdos teóricos (Leontiev, 1978, p. 14).

Nesse sentido, a relação entre os aspectos Interpsíquicos e intrapsíquicos defendidos por Vygotsky (1992) corrobora a ideia de que a aprendizagem não ocorre "a priori". A apropriação do objeto de conhecimento acontece por meio de processos internos ao sujeito, referindo-se a um longo período de apropriação e transformação de conhecimentos, que ocorre na atividade mediada com os outros. Sendo assim, o professor deve estar comprometido com a organização das atividades de estudo, uma vez que isso implicará no desenvolvimento das funções "psicointellectuais" de cada aluno (Davydov, 1988).

A função do ensino escolar para Davydov é propiciar ao aluno o desenvolvimento de capacidades criativas e a independência cognitiva, de forma que passem a realizar operações mentais com conceitos científicos interiorizados. O cerne do ensino em Davydov (1988a, p. 91) inicia-se com a reprodução do "conhecimento historicamente construído", que constitui a base da consciência e do pensamento teórico, ou seja, "capacidade de reflexão, análise e transformação mental".

Davydov afirma que:

[...] os conhecimentos de um indivíduo encontram-se em unidade com suas ações mentais (abstração, generalização, dentre outros). Portanto, é legítimo considerar os conhecimentos, por um lado, como o resultado das ações mentais que, implicitamente, contêm em si e, por outro, como um processo de obtenção desse resultado, no qual se expressa o funcionamento das ações mentais. Consequentemente, é totalmente aceitável usar o termo "conhecimento" para designar tanto o resultado do pensamento (o reflexo da realidade) quanto o processo pelo qual se obtém esse resultado (ou seja, as ações mentais).

Deste ponto de vista, um conceito é, ao mesmo tempo, um reflexo do ser e um procedimento da operação mental (Davydov, 1988a, p. 165-166).

A teoria do ensino desenvolvimental se apresenta como uma alternativa ao ensino tradicional de ciências, que se estrutura principalmente pela preparação da aula pelo professor e pela exposição oral do conteúdo, restringindo-se a apresentar as conclusões historicamente obtidas pelos cientistas da área. Ao aluno não é oportunizado realizar o percurso histórico que levou a tais conclusões, prevalecendo a mera transmissão dos resultados dos conteúdos, o que implica em pouco ou nenhum significado para quem aprende.

O aluno ouve de forma passiva a explanação do professor e, em seguida, para a memorização do conteúdo apresentado, são preparadas extensas listas de tarefas que forçam e condicionam a uma aprendizagem mecânica e por repetição. Para Davydov (1988), o início da aprendizagem e da educação escolar são momentos de mudanças essenciais na vida dos alunos, pois começam a participar de novas atividades que influenciam diretamente seu desenvolvimento, a partir de tipos de pensamento e reflexões, até então, não requeridas. Essas atividades são denominadas atividades de estudo.

Assim, a aprendizagem escolar consiste em um processo de desenvolvimento psíquico, e a atividade de estudo é, portanto, o movimento de formação do pensamento teórico, amparado na reflexão, análise e planejamento, que conduz ao desenvolvimento psíquico (Davydov, 1988).

Corroborando com as premissas do ensino desenvolvimental, Hedegaard (1996) afirma que a pesquisa de ensino se caracteriza como um movimento de exploração que os estudantes realizam a partir das tarefas preparadas pelo professor, partindo de conceitos cotidianos e retornando a eles de forma transformada, denominados conceitos teóricos. Para a autora, é imprescindível que o motivo do aluno seja considerado na realização do experimento de ensino. Mediante tarefas preparadas para o conteúdo, o aluno deve ser instigado com questionamentos relacionados ao princípio geral do conteúdo e analisar questões que explorem o problema apresentado.

Hedegaard (2008b) destaca que o pesquisador precisa ter rigor metodológico ao desenvolver a pesquisa. É importante a utilização de modelos que considerem as práticas institucionais, de vida em contextos locais e os valores principais a serem apropriados pelos alunos, nos quais o conteúdo de aprendizagem promoverá o desenvolvimento deles (Hedegaard, 2008b).

Portanto, esta teoria fundamenta o ensino para o desenvolvimento do pensamento teórico, organizado com foco na formação de conceitos. Esta forma de organização pode substanciar as diferentes disciplinas escolares. No que concerne ao ensino de ciências, é preciso avançar sua contribuição para o desenvolvimento dos sujeitos, conectando fins de desenvolvimento da consciência crítica dos alunos, objetivos de formação do pensamento teórico e método de ensino para formação de conceitos.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA INVESTIGAÇÃO

A pesquisa bibliográfica utilizou periódicos científicos, teses, dissertações e publicações nos anais do Encontro Nacional de Pesquisa de Educação em Ciências (Enpec) com recorte temporal entre 2006 e 2016, com o objetivo de identificar estudos e pesquisas sobre o ensino de ciências, especialmente o método de ensino sob a perspectiva da teoria de Davydov.

A escolha do conceito de animal vertebrado para a análise lógico-histórica justificou-se pela sua interconexão com outros conceitos e conteúdos ensinados no ensino fundamental, como ecologia, origem da vida, fisiologia animal, evolução e zoologia. A análise lógico-histórica do conceito é uma condição preliminar importante para a organização da atividade de estudo e posterior concretização pelos alunos, utilizando como referencial Pough et al. (2003), Storer (2002) e Orr (2009).

A etapa final de coleta de dados foi a realização do experimento didático formativo, que teve como objetivos organizar, desenvolver e analisar o processo de ensino e aprendizagem do conceito de animal vertebrado em ciências, em uma escola pública de ensino fundamental, com base nos princípios e conceitos da teoria de Davydov. A pesquisa incluiu a estruturação e implementação do ensino para a formação de conceitos teóricos na perspectiva desenvolvimental.

Todos os procedimentos foram rigorosamente planejados em parceria com a professora regente da turma participante, incluindo tarefas diagnósticas e atividades de estudo sobre o conceito escolhido. Ressalta-se que o processo de ensino e aprendizagem, em uma perspectiva materialista histórica dialética, indica que o aluno, diante de uma tarefa proposta, deve ser capaz de questionar, investigar, analisar, sintetizar e recriar seu próprio conceito, considerando suas práticas sociais e seu universo real.

A coleta de dados para a pesquisa experimental de ensino incluiu: a) avaliação diagnóstica do conhecimento prévio dos alunos, por meio de um instrumento qualitativo, demonstrando que os alunos possuíam conceitos cotidianos de senso comum relacionados ao ensino de ciências; b) observação direta das aulas de ciências, durante a realização da atividade de estudo pelos alunos, focando na situação social da turma, relações entre estudantes e professora, interações sociais, diálogo, participação e relações entre tipos de conhecimentos (cotidiano e científico); c) análise documental dos materiais didáticos relacionados às tarefas e ações dos alunos, considerando o projeto e propostas pedagógicas da escola; d) entrevista semiestruturada com a professora e alunos, enfatizando aspectos socioculturais, relações com a escola, conhecimento científico e processo de aprendizagem em ciências no contexto dos alunos. Para a professora regente, enfatizou-se sua formação e prática docente, condições do exercício do magistério, concepções sobre ensino de ciências e desenvolvimento intelectual dos alunos.

Os dados coletados foram analisados qualitativamente, considerando o contexto sociocultural dos alunos e suas relações com a

escola, situações de aprendizagem, práticas institucionais e motivos dominantes dos alunos para a aprendizagem. Os dados amostrais foram apresentados ao software webQDA para facilitar a investigação qualitativa geral. Os participantes do experimento foram inquiridos sobre seus contextos socioculturais de vida, como importância da família, valores sociais, expectativas futuras de vida e relação entre os conteúdos aprendidos na escola e a vida cotidiana.

O critério geral usado para selecionar os participantes foi a seriação escolar padrão em que o conteúdo de animal vertebrado era desenvolvido na escola. Todas as atividades de estudo planejadas estiveram em consonância com o que propõe Davydov. Para a formação do conceito teórico, o aluno precisa investigar o objeto. Essa investigação é organizada pelo professor como atividades de estudo que objetivam fazer com que o aluno se aproprie das ações mentais conexas ao conceito teórico. Ao se apropriar desses processos mentais, o aluno torna-se capaz de transformar o objeto. Para Davydov, a atividade de estudo deve propiciar a transformação do material de estudo durante a resolução da tarefa (Davydov, 1996).

Por fim, vale ressaltar que o estudo foi rigorosamente submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, o que possibilitou a realização e conclusão da pesquisa dentro de rigor acadêmico científico requerido para a investigação proposta.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

No que se refere à pesquisa bibliográfica realizada, considerando as fontes utilizadas, não foram localizadas pesquisas voltadas ao ensino de ciências embasadas na concepção teórica do ensino desenvolvimental de Davydov. Foram identificados 56 trabalhos, sendo 45 dissertações e 11 teses. Destes, apenas 04 trabalhos apresentaram proximidade temática ao ensino de ciências. Nos periódicos científicos, foram localizados 1997 trabalhos, sendo apenas 07 com abordagem sobre o ensino de zoologia (vertebrados). Contudo, nenhum artigo foi fundamentado na teoria de Davydov. Finalmente, nos anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (Enpec), foram localizados 1053 trabalhos, sendo 06 deles com abordagem sobre o ensino de zoologia e nenhum fundamentado na teoria de Davydov.

Assim, a revisão de literatura realizada confirmou o que já se imaginava quanto à fundamentação teórica das pesquisas relacionadas ao ensino de ciências: nenhum trabalho foi fundamentado especificamente na teoria de Davydov. Contudo, é importante ressaltar que, dentro do que se propuseram os autores, todos os trabalhos identificados apresentaram contribuições significativas voltadas ao ensino de ciências. Dentre elas: a) defesa de finalidades de formação do cidadão crítico; b) pistas para projetos interdisciplinares em educação ambiental e para práticas de ensino em laboratório; c) problematização da formação bioética dos professores de ciências; d) desmistificação de representações pejorativas dos alunos sobre certas espécies animais; e) pistas para a

realização de experimentos didáticos em disciplinas científicas; f) defesa da escola como lócus de superação do conhecimento empírico, por meio da aprendizagem das relações internas e externas do objeto de estudo; g) defesa da necessidade de que o ensino estabeleça as relações entre conhecimento cotidiano e conhecimento científico; h) busca de construção de modelos para a formação de conceitos em ciências; i) problematização do desinteresse do aluno em aprender ciências; j) esforço de organização do ensino e de produção de materiais didáticos para a atividade investigativa e a criatividade do estudante, entre outras.

Em contraposição, os estudos também apresentaram limitações, dentre elas: a) permanência do foco no ensino do pensamento empírico; b) propostas de organização do ensino em que o aluno inicia a aprendizagem pela particularidade do objeto, mesmo quando o objetivo foi a aprendizagem das relações internas e externas do objeto; c) ausência de clareza sobre a forma de organização do ensino e sobre sua influência na aprendizagem dos alunos; d) ausência de clareza sobre a forma de elaboração da atividade de estudo do aluno e sua conexão com os objetivos do ensino; e) desconsideração das relações entre finalidades educativas, objetivos e métodos no ensino de ciências, entre outras.

Para Freitas (2010), o experimento didático formativo consiste em um conjunto de atividades realizadas em situações concretas de ensino e aprendizagem, intencionalmente planejadas e fundamentadas na teoria do ensino desenvolvimental, para verificar possíveis mudanças intelectuais nos alunos resultantes desse ensino. A análise lógico-histórica do conceito de animal vertebrado precedeu a organização do experimento didático formativo com o objetivo de identificar a relação geral básica, da qual se iniciou toda a organização da atividade de estudo dos alunos, por meio de ações para compor a tarefa, conforme a teoria de Davydov pressupõe.

Esta análise permitiu elucidar que, de um ponto de vista teórico dialético, o surgimento dos vertebrados envolveu processos climáticos e geológicos do planeta que promoveram rupturas naturais, criando condições para que o primeiro animal vertebrado se desenvolvesse e sobrevivesse no planeta. A vida em terra firme requereu especializações e um sistema de comando corporal complexo, o qual envolveu a formação do tubo dorsal para a proteção do sistema nervoso central, com conseqüente formação da coluna vertebral. Concluiu-se que, na atividade de estudo, as ações deveriam requerer dos alunos, antes de tudo, que compreendessem essa relação geral básica, como um “conceito nuclear”, para que percebessem a formação do tubo dorsal essencial à proteção do sistema nervoso central, com conseqüente formação da coluna vertebral. Daí em diante, as conexões com diversas situações particulares concretas envolvendo os animais vertebrados aconteceram, e os alunos conseguiram deduzir incontáveis casos, analisando e compreendendo as variações dos vertebrados.

A partir do resultado dessa análise, o experimento didático formativo foi estruturado com atividades de estudo planejadas e embasadas nas seis ações propostas por Davydov (1988, p.187), cujo

caminho para a aprendizagem está organizado em uma lógica de estudo investigativo do objeto científico a ser interiorizado.

Na realização da 1ª ação, ou seja, a identificação, pelos alunos, da relação geral do conceito de animal vertebrado, a atividade proposta incluiu ações coletivas, intenso diálogo e discussões entre os alunos e a professora regente. O material didático utilizado consistiu em dois vídeos inicialmente apresentados (“A origem dos vertebrados” e “Maior animal do mundo”), além do livro didático da turma. Após a apresentação dos vídeos, foram estabelecidas problematizações para que os alunos pudessem reunir os dados presentes, transformá-los e descobrir a relação geral constitutiva desse grupo animal. Assim, a organização proposta para essa ação teve o objetivo de incentivar os alunos a pensar investigativamente sobre o animal vertebrado.

Para a realização da 2ª ação, ou seja, a construção do modelo do conceito de animal vertebrado, a tarefa realizada coletivamente ocorreu em um contexto de intenso diálogo, com convergência e divergência de ideias e discussões entre os estudantes e a professora regente. A modelação exigiu dos alunos a construção objetal da coluna vertebral. Eles foram provocados a pensar sobre a relação abstrata e geral entre coluna vertebral e canal vertebral que abriga a medula espinhal dos vertebrados, buscando representar essa relação em um modelo objetal.

Durante a realização da atividade, as expressões mais utilizadas pelos grupos foram: “vértebra, coluna vertebral, medula espinhal”. Vale ressaltar que tais termos não apareceram na tarefa diagnóstica aplicada anteriormente ao experimento didático. Um dos grupos (G04) disse: “[...] construímos o que é mais importante de um vertebrado. A coluna sustenta o corpo e protege a medula espinhal, que envia informações ao corpo”. Outro grupo (G06) afirmou: “[...] a coluna é feita de vértebras que, juntas, guardam a medula espinhal no corpo. Sem isso, o vertebrado não existe”.

Enfatiza-se aqui que a tarefa não consistiu apenas em reproduzir um “esquema” da coluna vertebral, mas exigiu dos alunos criatividade para representar de forma material a relação geral abstrata, como um princípio geral comum aos vertebrados.

Para a realização da 3ª ação, isto é, a transformação do modelo para estudo de suas propriedades de forma pura, a tarefa introduziu uma modificação no modelo para que os alunos refletissem sobre as consequências dessa modificação na relação geral explicativa e no animal vertebrado concreto.

A realização da tarefa ocorreu com intenso diálogo entre os alunos, cujo trabalho de análise da modificação do modelo aconteceu de diversas formas. Um dos grupos (G02) interpretou: “[...] a coluna está torta, provavelmente deve ter acontecido algum acidente ou ele pode ter nascido assim”; “ele está na cadeira de rodas, por isso deve ser paraplégico, talvez por problema na coluna ou na perna”. Para o grupo (G06), a transformação do modelo possibilitou a seguinte interpretação: “[...] o médico está colocando o colar porque provavelmente ela não pode movimentar o pescoço”. A professora regente perguntou: “Por que não pode

movimentar o pescoço?” G06 respondeu: “[...] esse acidente danificou a medula espinhal e a coluna vertebral”.

Assim, os alunos utilizaram as perguntas “por que?” e “como?” inúmeras vezes, havendo indícios de um pensamento investigativo sobre as relações presentes no conceito teórico abstrato e sua manifestação em vertebrados concretos, sob circunstâncias que modificam essa relação.

Na 4ª ação, ou a generalização do conceito de animal vertebrado, a tarefa apresentou aos alunos situações particulares envolvendo animais vertebrados. O objetivo proposto aos alunos foi a capacidade de utilizar a relação geral entre coluna vertebral e canal vertebral como princípio para analisar situações concretas com animais vertebrados, desde peixes, anfíbios, répteis e aves até mamíferos. Em um intenso diálogo entre a professora regente e os alunos, assim foi registrado:

Regente pergunta: “Como o homem, as rãs, as cobras e a vaca possuem relações de semelhança ou não?”

G03: “todos fazem parte do mesmo grupo”. A regente diz: “Expliquem isso melhor”.

G03: “Alguns são grandes e outros pequenos, mas são todos vertebrados”. Regente: “E por que são vertebrados?”

G03 e G05: “porque possuem coluna vertebral e a medula espinhal e precisa ter isso para ser vertebrado”.

Desta forma, o acompanhamento e avaliação da professora regente e do pesquisador focaram no uso da relação geral pelos alunos e na busca de indícios de mudanças no método de pensamento deles. Os alunos conseguiram identificar, em cada tipo particular de animal, um vertebrado em geral.

Com a 5ª ação, de avaliação da aprendizagem por meio do monitoramento e controle das ações anteriores, buscou-se verificar se os alunos conseguiam assimilar a relação principal dos vertebrados como procedimento geral para análise e compreensão do conceito, além de analisar a correspondência entre o que faziam e pensavam e os objetivos definidos na tarefa, relacionando com sua aprendizagem. Quando o aluno não conseguia atender ao objetivo, era convidado a refazer todo o percurso mental anterior realizado desde a 1ª ação.

As intervenções da professora regente e do pesquisador tiveram o intuito de fazer com que os alunos refletissem sobre o percurso de estudo em cada ação, buscando-se, como descreve Freitas (2016), caracterizar-se como um exame qualitativo do resultado da aprendizagem, em forma de autoavaliação do aluno.

Finalmente, a 6ª ação, ou avaliação individual da aprendizagem, aconteceu de forma individualizada. A avaliação é a aferição qualitativa substantiva do resultado da apropriação do conhecimento (do procedimento geral da ação e do conceito correspondente), em sua comparação com a finalidade proposta (Davydov, 1988a). Foi a tarefa em que houve maior resistência por parte dos alunos, compreendida pelo fato de que foram provocados individualmente. Essa tarefa foi composta por seis questões relacionadas ao conceito estudado.

Quinze (15) alunos conseguiram resolver as seis questões-problema, envolvendo o conceito de animal vertebrado, e demonstraram um procedimento de pensamento que superou o conhecimento cotidiano e de senso comum, anteriormente expresso na tarefa diagnóstica. Outros quatro alunos responderam com dificuldades em demonstraram que aprenderam com dificuldades a matéria ensinada e estabeleceram limitadas associações do conteúdo à sua realidade concreta. Três alunos conseguiram responder e demonstraram elevada capacidade de estabelecer relações com diversos contextos particulares dos vertebrados em situações concretas (Campos, 2019).

O quadro abaixo demonstra algumas percepções sobre o conceito de animal vertebrado, por parte dos alunos, durante as ações iniciais coletivas e individualizada na ação final:

Quadro 01 - Percepção dos alunos sobre o conceito animal vertebrado

Aluno (E)	Percepção inicial sobre os animais vertebrados (coletivo)	Percepção após a realização do experimento didático (individual)
E04	"[...] não sei falar sobre eles".	"[...] está errado porque o sapo não é vertebrado. Ele tem o corpo mole. Acho que tem coluna vertebral, mas não tenho certeza. Não entendi direito".
E05	"[...] não sei falar muito. Só que o corpo é duro".	"[...] o que o colega disse não está correto. O sapo tem coluna vertebral e isso o define como vertebrado. Sempre que for investigar um animal para saber como ele é precisa olhar se possui a coluna vertebral. Os tubarões são peixes que vivem no mar e usam nadadeiras para se movimentar. Já a cobra para saber se é perigosa precisa olhar se tem dentes para morder e passar o veneno. O beija-flor ajuda a natureza a florescer e é um vertebrado. Mas precisa lembrar que antes da coluna se formar teve a notocorda. Ainda precisa saber que a coluna protege a medula espinhal que ajuda a enviar informações a todo o corpo. É isso que aprendi com essas aulas".
E10	"[...] tem o corpo duro. Só sei dizer isso sobre eles".	"[...] o sapo é vertebrado e anfíbio, a vaca é mamífero, as cobras são carnívoras e todos tem de igual a coluna vertebral".
E19	"[...] sei que esses animais têm o corpo forte".	"[...] o sapo é anfíbio, o tubarão é um peixe que vive no mar e come outros peixes. Eles são vertebrados porque possuem a coluna vertebral".
E23	"[...] nunca estudei sobre ele	"[...] para saber se o sapo é invertebrado você pega um galho e aperta para saber se é mole. O peixe é invertebrado" (respondeu incorretamente todas as questões).

Fonte: Campos (2019).

Assim, a direção da atividade de estudo dos alunos para a aprendizagem do conceito de animal vertebrado, do coletivo para o individual, do abstrato para o concreto, com interação e diálogo, trabalho mental e material, promoveu uma importante mudança na turma e

em seu lugar no contexto sociocultural e institucional da escola. Uma turma indisciplinada passou a ser observada, durante o experimento didático, como dedicada, envolvida e compromissada com a tarefa.

Atribuiu-se tais mudanças ao novo papel que os alunos passaram a ocupar no processo de ensino e aprendizagem. As ações exigiram que eles ocupassem o lugar de sujeitos em busca do conceito, conscientes de sua aprendizagem, capazes de colaborar e contribuir uns com os outros. A mudança no comportamento da turma chamou a atenção das outras turmas e das equipes gestora e pedagógica da escola. As outras turmas expressaram desejo de realizar esse tipo de atividade, e a equipe pedagógica reconheceu que o experimento de ensino se destacou dentro da unidade escolar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A fundamentação teórica utilizada na pesquisa experimental de ensino baseou-se na perspectiva Davydoviana de um ensino escolar voltado para o desenvolvimento humano. Nessa estruturação, o professor deve organizar a sequência da aprendizagem dos alunos, tendo o ensino como uma atividade mediada para formar ações mentais que levem ao desenvolvimento cognitivo deles. Ao analisar e organizar o conteúdo científico, o professor precisa ter clareza dos motivos, necessidades e desejos de quem aprende, considerando a atividade principal e o período de desenvolvimento dos alunos.

Assim, a organização do ensino do conceito de animal vertebrado, na perspectiva da teoria de Davydov, oportunizou aos alunos a apreensão teórica deste objeto de conhecimento, compreendendo-o em seu movimento contraditório e dialético, de modo a contribuir para ampliar as capacidades psíquicas dos alunos e enriquecer sua compreensão crítica do mundo natural em relação ao mundo social.

A investigação produziu reflexões críticas sobre o problema do ensino escolar e buscou oferecer contribuições voltadas ao papel primordial da escola. A pesquisa e o pesquisador defendem uma escola que contribua para a emancipação humana, sustentada na vertente histórico-cultural para um ensino que cumpra esse papel (Libâneo & Freitas, 2013; Freitas, 2011). A organização do ensino na perspectiva de Davydov oportunizou aos alunos a apropriação do objeto de conhecimento e seu conceito teórico com o intuito de ampliar suas capacidades psíquicas e enriquecer sua compreensão crítica do mundo real. É uma ruptura com o modelo formal do pensamento para uma lógica dialética. Compreender o objeto como conceito teórico capacita o aluno a uma percepção que ultrapassa a aprendizagem de conteúdos de forma fragmentada, promovendo seu desenvolvimento humano integral.

Nesse contexto, a teoria de Davydov é uma referência teórico-metodológica para a organização do ensino de ciências, que contribui para constituir o lugar do aluno como alguém que investiga para aprender. Para isso acontecer, é necessário considerar as questões socioculturais presentes no contexto social, familiar e pessoal, o que possibilita que

o ensino de ciências mobilize os motivos dos alunos para a aprendizagem, contribuindo para superar o problema do desinteresse nessa disciplina.

Por isso, o ensino de ciências por meio da atividade de estudo, como propõe Davydov, contribuiu para despertar nos alunos a colaboração, solidariedade e generosidade com os colegas, constituindo uma zona de desenvolvimento proximal e configurando a aula como uma situação social de aprendizagem. É uma teoria que vem contribuir para esclarecer a forma de organização do ensino de ciências, tendo como objetivo a superação do foco apenas em conceitos empíricos.

Como limitações evidenciadas pela investigação, destacam-se: a) o contexto da pesquisa: escola pública estadual com condições materiais limitadas para promover um ensino de qualidade, falta de formação pedagógica e específica da professora regente, foram fatores limitadores das possibilidades de organização e concretização do ensino; b) o domínio teórico dos pesquisadores, que mesmo estudando a teoria há alguns anos, se consideram aprendizes em ensino desenvolvimental de orientação Davydoviana; c) trata-se de uma teoria de ensino rica, que não desvincula teoria de prática, individual de social, pensamento de ação, porém requer interesse e empenho em compreender sua matriz epistemológica materialista dialética, o que pode ser difícil para muitos; d) assumir a orientação teórica de Davydov requer superar conscientemente a lógica formal, ir além dela, no exame dos conceitos de ciências, tendo em vista organizar o ensino. No entanto, essa superação é processual e histórica para cada sujeito que se envolva com essa teoria; e) a professora regente colaboradora da pesquisa teve grande empenho em colaborar, mas em diversos momentos explicitou dificuldade em compreender e executar a atividade de estudo proposta.

Diante do exposto, vale ressaltar que os resultados desta pesquisa sugerem a necessidade de novos estudos sobre o ensino de ciências, que busquem realizar o estudo lógico-histórico dos diversos conceitos dessa matéria, a fim de elucidar suas relações gerais e, assim, contribuir para que professores e pesquisadores delineiem o ensino desenvolvimental dos conteúdos de ciências.

Portanto, como possibilidade de superação de uma educação pública deficitária e excludente, as contribuições de Vygotsky e Davydov são "preciosas", na perspectiva de um ensino capaz de promover, por meio da escola, uma aprendizagem que garanta o desenvolvimento das capacidades intelectuais dos alunos através dos conteúdos. A formação do pensamento teórico possibilita ao aluno desenvolver sua autonomia e capacidade de atuação consciente e reflexiva em seu ambiente social.

Sendo assim, enfatiza-se que a importância de uma formação cultural e científica que propicie o desenvolvimento intelectual dos alunos de forma investigativa é um ensino à luz do conhecimento teórico que promove a aprendizagem pela formação de conceitos. Além disso, as reflexões no campo da didática, para a promoção de mudanças nas concepções epistemológicas dos cursos de formação docente, são imperativas. Elas devem contemplar as práticas docentes e representar mudanças significativas no contexto da educação pública.

REFERÊNCIAS

DAVYDOV, Vasili Vasilievich. A atividade de estudo no primeiro período escolar. In: Problemas do ensino desenvolvimental: a experiência da pesquisa teórica e experimental na psicologia. Trad. José Carlos Libâneo e Raquel Aparecida Marra da Madeira Freitas. Textos publicados na **Revista Soviet Education**, August/Vol. XXX - N° 8, sob o título: “Problems of Developmental Teaching. The Experience of Theoretical and Experimental Psychological Research - Excerpts”, de V.V. Davydov”, a partir do original russo. 1988. (Capítulo V). p. 158-183.

DAVYDOV, Vasili Vasilievich. Problems of developmental Teaching – The experience of theoretical and experimental psychological research. Tradução por José Carlos Libâneo e Raquel Aparecida Marra da Madeira Freitas. **Soviet Education**, v. XXX, n. 8, 1988a.

DAVYDOV, Vasili Vasilievich. Atividade de estudo e ensino desenvolvimental. In: **Associação de Ensino desenvolvimental**, 26 de agosto 1996, Letônia, 1996.

CAMPOS, Eude de Sousa. **ENSINO PARA A FORMAÇÃO DE CONCEITOS EM CIÊNCIAS: CONTRIBUIÇÕES DA TEORIA DO ENSINO DESENVOLVIMENTAL DE DAVYDOV**. 2019. 266f. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós Graduação em Educação, Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC GOIÁS), Goiânia, 2019.

FREITAS, Raquel Aparecida Marra da Madeira. Cultura e Aprendizagem: Contribuições de Vygotsky e teóricos atuais da cultura. Goiânia, **Educativa**, v. 7, n.2, 2004.

FREITAS, Raquel Aparecida Marra da Madeira. Pesquisa em Didática: O experimento didático formativo. In: **X Encontro de pesquisa em educação da Anped Centro-Oeste**, Uberlândia, 2010.

FREITAS, Raquel Aparecida Marra da Madeira. Aprendizagem e formação de conceitos na teoria de Vasili Davydov. In: LIBÂNEO, José C., SUANNO, Marilza V., LIMONTA, Sandra V. (orgs.). **Concepções e práticas de ensino num mundo em mudança: diferentes olhares para a didática**. Goiânia: CEPED Publicações, 2011.

FREITAS, Raquel Aparecida Marra da Madeira. Formação de conceitos na aprendizagem escolar e atividade de estudo como forma básica para organização do ensino. **Educativa** (Goiânia. Online), v. 19, p. 388-418, 2016.

FREITAS, Raquel Aparecida Marra da Madeira; ROSA, Sandra Valéria Limonta. Ensino Desenvolvimental: contribuições à superação do dilema da didática. In: **Educação e Realidade**, v. 40, n. 2 (2015).

HEDEGAARD, Mariane. A Zona de desenvolvimento proximal como base para a instrução. In: MOLL, L.C. **Vygotsky e a educação**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

HEDEGAARD, Mariane. The educational experiment. In: Hedegaard, M. & Fleer, M. *Studying children. A cultural-historical approach* (pp. 181-201). London: Open University Press, 2008b

LEONTIEV, Alexei Nikolaevich. **O Desenvolvimento do Psiquismo**. Lisboa: Horizonte Universitário, 1978.

LIBÂNEO, José Carlos. **Democratização da Escola Pública**. São Paulo: Loyola, 1990.

LIBÂNEO, José Carlos. A didática e a aprendizagem do pensar e do aprender: a teoria histórico-cultural da atividade e a contribuição de Vasili Davydov. *Revista Brasileira de Educação*, Rio de Janeiro, n. 27, 2004.

LIBÂNEO, José Carlos. Didática e epistemologia: para além do debate entre a didática e as didáticas específicas. In: VEIGA, Ilma P. A.; D'ÁVILA, Cristina (orgs.). **Profissão docente: novos sentidos, novas perspectivas**. Campinas (SP): Papirus, 2008.

LIBÂNEO, José Carlos. Didática e docência: formação e trabalho de professores da Educação Básica. In: CRUZ, Giseli B. et. alii (orgs.). **Ensino de didática: entre recorrentes e urgentes questões**. Rio de Janeiro: FAPERJ/Quartet, 2014.

LIBÂNEO, José Carlos. Antinomias na formação de professores e a busca de integração entre o conhecimento pedagógico-didático e o conhecimento disciplinar. In: MARIN, A. J. E PIMENTA, S. G. (orgs.). **Didática: pesquisa e teoria**. Araraquara: Junqueira & Marin Editores, 2015.

LIBÂNEO, José Carlos. A teoria do ensino para o desenvolvimento humano e o planejamento de ensino. *Educativa*, Goiânia, v. 19, n. 2, p. 353-387, maio/ago. 2016.

LIBÂNEO, José Carlos & FREITAS, Raquel Aparecida Marra da Madeira. Vygotsky, Leontiev, Davydov: contribuições da teoria histórico-cultural para a didática. In: SILVA, C. C.; SUANNO, M. V. R. (orgs.). **Didática e interfaces**. Rio de Janeiro/Goiânia: Descubra, 2007.

LIBÂNEO, José Carlos; FREITAS, Raquel Aparecida Marra da Madeira. Vasily Vasilyevich Davydov: a escola e a formação do pensamento teórico-científico. In: LONGAREZI, Andréa Maturano; PUENTES, Roberto Valdes (Orgs.). **Ensino desenvolvimental: vida, pensamento e obra dos principais representantes russos**. Uberlândia: Editora Edufu, 2013, v. 1, p. 275-305.

OLIVEIRA, Luís Sérgio; SOUZA, Maria Lúcia. Articulando o ensino de zoologia com a etnozootologia: análise de uma proposta educativa com estudantes do ensino fundamental. *Revista da SEnBIO*, n. 7, p.5470-5481, 2014.

ORR, Robert Thomas. **Biologia dos Vertebrados**. São Paulo: Roca Ltda, 5 ed., 1986, 508p.

PERES, Tatiane Ferreira Costa; FREITAS, Raquel Aparecida Marra da Madeira. Matemática no Ensino Médio: ensino para a formação de conceitos e desenvolvimento dos alunos. **Praxis Educativa**, Ponta Grossa, v.8, n.1, p.173-196, jan./jun. 2013.

PERES, Tatiane Ferreira Costa; FREITAS, Raquel Aparecida Marra da Madeira. Ensino desenvolvimental: uma alternativa para a educação matemática. **Poiésis - Revista do Programa de Pós-Graduação em Educação** (Unisul), v. 8, p. 10-28, 2014.

POUGH, F. Harvey; JANIS, Christine. M; HEISER, John. B. **A vida dos vertebrados**. Terceira Edição. Coord. Editorial: Ana Maria de Souza. São Paulo: Atheneu Editora. 2003.

ROSA, Sandra Valéria Limonta; SYLVIO, Mara Cristina. Teoria histórico-cultural e teoria do ensino desenvolvimental: bases para uma epistemologia psicológico-didática do ensino. **Educativa**, Goiânia, v. 19, n. 2, p. 419-448, maio/ago. 2016.

ROSA, Josélia Euzébio da; DAMAZIO, Ademir. Movimento conceitual proposto por Davydov e colaboradores para o ensino. **Educativa**, Goiânia, v. 19, n. 2, p. 449-473, maio/ago. 2016.

SCHWARTZMAN, Simon; CHRISTOPHE, Micheline. **A educação em ciências no Brasil**. Instituto de Estudos do Trabalho e Sociedade, Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <http://www.abc.org.br/IMG/pdf/doc-210/pdf>. Acesso em 11 de abril de 2018.

SOARES, Maria Nunes; LABARCE, Eliane Cristina; BONZANINI, Fernando Carvalho; NARDI, Roberto. Perspectivas atuais da pesquisa em ensino de Biologia. In: ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, VI, Florianópolis. **Anais eletrônicos**, Belo Horizonte: ABRAPEC, 2007. Disponível em: <http://www.fae.ufmg.br/abrapec/viempec/viempec/index.html>. Acesso em: 05 abr. 2018.

STORER, Tracy Irwin. (2002). **Zoologia Geral**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2002, 451p.

VYGOTSKY, Lev Semionovitch. Aprendizagem e Desenvolvimento Intelectual na Idade Escolar. In: VYGOTSKY, L. S.; LURIA, A. R; e LEONTIEV, A. N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. Trad. 131 Maria de Penha Villalobos. 4ª ed. São Paulo: Ícone, 1992.

Contato do autor e das autoras:

Autor: Eude de Sousa Campos
e-mail: eudecampos38@gmail.com

Autora: Raquel Aparecida Marra da Madeira Freitas
e-mail: raquelmarram@gmail.com

Autora: Valéria Soares de Lima
e-mail: valeria.lima@ueg.br

Manuscrito aprovado para publicação em: 17/06/2025