

Implicações da análise do conteúdo de ensino em seu aspecto lógico-histórico para a definição de ações didáticas

Implications of analyzing the content of teaching in its logical-historical aspect for the definition of didactic actions

Marta Sueli de Faria Sforni¹

Cleder Mariano Belieri²

Carlos Roberto Beleti Júnior³

RESUMO

Este ensaio visa apresentar como a análise do movimento lógico-histórico do conteúdo a ser ensinado instrumentaliza teoricamente o professor na definição das ações de ensino que visam o desenvolvimento do pensamento teórico dos estudantes. O manuscrito fundamenta-se na Lógica Dialética, na Teoria Histórico-Cultural e na Teoria do Ensino Desenvolvimental. Para a compreensão das implicações dessa análise na definição das ações de ensino, é apresentado, como exemplo, um exercício de análise do conteúdo mudanças de estado físico da água, do componente curricular Ciências da Natureza. A análise do movimento lógico-histórico permite identificar o que é nuclear para a compreensão do sistema conceitual objeto de ensino, bem como reconhecer os diversos objetos e fenômenos que podem ganhar inteligibilidade por meio da sua apropriação. Essa análise altera o modo de se conceber o conteúdo e a forma de ensino.

Palavras-chave: Ensino; Aprendizagem Conceitual; Didática.

ABSTRACT

This article discusses how the analysis of the logical-historical movement of the content to be taught instrumentalizes the teacher in defining teaching actions aimed at developing students' theoretical thinking. The manuscript is based on Dialectical Logic, Historical-Cultural Theory, and Developmental Teaching Theory. To understand the implications of this analysis in defining teaching actions, an exercise analyzing the content of changes in the physical state of water, from the Natural Sciences curriculum, is presented as an example. The analysis of the logical-historical movement allows identifying what is essential for understanding the conceptual system object of teaching, as well as recognizing the various objects and phenomena that can gain intelligibility through their appropriation. This analysis changes the way content and teaching methods are conceived.

Keywords: Teaching; Conceptual Learning; Didactic.

¹ Doutora em Educação pela USP, Pós-Doutora em Educação pela Unicamp e Professora Aposentada do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Estadual de Maringá - UEM. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9614-2075>. E-mail: martasforni@uol.com.br.

² Doutor em Educação pela Universidade Estadual de Maringá; Professor da Educação Básica e Docente no Centro Universitário UNIFATECIE. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0693-7235>. E-mail: belieri@seed.pr.gov.br.

³ Doutor em Educação pela Universidade Estadual de Maringá - UEM, Professor da Universidade Federal do Paraná - UFPR, Campus Jandaia do Sul. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0158-8673>. E-mail: carlosbeleti@ufpr.br.

1 Introdução

Quem já preparou uma aula, uma unidade de ensino ou um curso, sabe que no seu planejamento temos que levar em conta vários aspectos: tempo disponível para o desenvolvimento do conteúdo, tempo das aulas, número de alunos, infraestrutura física e materiais didáticos disponíveis. Esses são aspectos importantes, ligados ao campo operacional da organização de ensino. Mas, antecede às decisões de caráter operacional, a clareza sobre a qualidade (tipo) da formação que desejamos propiciar aos estudantes.

Autores da Teoria Histórico-Cultural ressaltam o papel da educação escolar no desenvolvimento integral do sujeito, pois consideram que é por meio da aprendizagem conceitual, propiciada sobretudo pelas instituições de ensino, que o sujeito tem a possibilidade de desenvolvimento, já que “[...] a tomada de consciência humana passa pelos portões dos conceitos científicos” (Vigotski, 2001, p. 290). Posição semelhante é assumida por Davídov (1988, p. 172) ao afirmar que “o ensino realiza seu papel direcionador no desenvolvimento mental, antes de tudo, por meio do conteúdo dos conhecimentos assimilados”.

Se concordamos com a ideia de que essa é a formação a ser propiciada no contexto escolar, temos que analisar como contemplar esse potencial formativo ao planejar o ensino dos conceitos científicos. Essa análise deve contemplar três elementos que são estruturantes do modo de organização do ensino: conteúdo, sujeito e forma. Em outras palavras, faz parte das ações para a elaboração de um planejamento de ensino a análise do que ensinar (conteúdo de ensino), para quem ensinar (sujeito da aprendizagem) e a forma de ensinar (percurso metodológico).

A análise de cada um desses elementos separadamente já sinaliza percursos didáticos favoráveis e não favoráveis ao ensino de conceitos científicos, mas, é no conjunto deles que buscamos apoio para a organização do ensino. Neste texto, trataremos, especificamente, da análise do conteúdo de ensino.

Quando afirmamos que a primeira ação a ser realizada pelo docente é a análise do conteúdo, isso significa que não basta a ele definir, elencar o(s) conceitos científicos que serão ensinados para, em seguida, selecionar ou elaborar tarefas a serem realizadas, em sala de aula, pelos estudantes. Entre a definição do conteúdo e a seleção dessas tarefas, faz-se necessário o estudo do conteúdo pelo próprio professor.

Muito já foi dito que o professor deve dominar os conteúdos que ensina. Mas dominar um conteúdo significa não apenas compreender o que está nos livros didáticos, ter condição de expô-lo com desenvoltura e orientar os estudantes na realização das tarefas que neles se encontram. Para o professor ensinar os conceitos presentes nas diferentes áreas do conhecimento, de modo que sejam apropriados pelos estudantes como instrumentos que permitam a compreensão dos fenômenos do mundo em que vivem, é necessário que ele tenha o domínio do conceito em profundidade para ensiná-lo com essa qualidade.

Kopnin (1978) nos aponta um caminho para ter esse domínio. Ele afirma que o ponto de partida para o estudo de um conceito é a compreensão do seu movimento lógico-histórico. Por esse caminho é possível compreender o que é nuclear no conceito a ser ensinado, ou seja, o que é o seu núcleo geral, sua origem e seus nexos com outros conceitos.

Mas, o que é o aspecto lógico-histórico do conceito? Como esse conhecimento pode nos ajudar a pensar o modo de organizar o ensino? Essas questões direcionaram nossos estudos e a elaboração deste artigo de natureza teórica que visa apresentar como a análise do movimento lógico-histórico do conteúdo a ser ensinado instrumentaliza teoricamente o professor na definição das ações de ensino que visam o desenvolvimento do pensamento teórico dos estudantes.

A primeira parte deste ensaio, apoia-se em Kopnin (1978) para o entendimento do movimento lógico-histórico como meio para compreendermos o conteúdo de ensino, e na segunda parte, como exemplo, analisamos um conteúdo curricular para expressar como essa compreensão afeta o modo de planejar o ensino.

2. Fundamentos teóricos orientadores da análise do conteúdo a ser ensinado

Em primeiro lugar, é preciso compreender o que são conceitos e por que eles são necessários à formação dos estudantes. Essa discussão, aparentemente periférica, é o que nos ajuda a definir o que é central ao ensiná-los na escola. Vigotski afirma: “A relação recíproca dos conceitos, seu pertencimento interno a um mesmo sistema convertem o conceito em um dos meios mais fundamentais para sistematizar e conhecer o mundo exterior” (Vygotski, 2012, p. 27).

É comum considerar que a aprendizagem dos conteúdos curriculares é importante para que o estudante tenha bom desempenho dentro da escola, em processos seletivos ou concursos que venha realizar. Assim, a aprendizagem de conceitos teria valor apenas no interior da própria escolarização ou para atender as exigências formais para o ingresso no mercado de trabalho. No entanto, para além disso, como evidencia Vygotski (2012), o valor dos conceitos está no fato de eles permitirem sistematizar e conhecer o mundo exterior, ou seja, eles são instrumentos que permitem que os fenômenos do mundo ganhem inteligibilidade para o sujeito.

Os conteúdos das diferentes áreas que compõem o currículo escolar, antes de serem escolares, são conhecimentos produzidos pela humanidade no enfrentamento de problemas e necessidades reais na interação dos seres humanos entre si e com o mundo objetivo e seus fenômenos. Na perspectiva do materialismo histórico-dialético, os conceitos científicos são entendidos como elaborações vivas que se encontram diretamente associadas às necessidades históricas dos sujeitos de compreender e intervir na realidade. Por exemplo, os conceitos de fotossíntese, de solo arenoso, de democracia, de fração, etc... não foram produzidos apenas para que possamos identificar: isso é fotossíntese, isso é solo arenoso, isso é democracia, isso é fração, ou seja, para dar nomes as coisas e fenômenos. Eles foram produzidos pelos seres humanos a medida em que buscavam compreender o funcionamento das plantas para nelas poder intervir, saber o melhor solo para cultivo, diferenciar e analisar formas de

organização política, controlar quantidades não inteiras, respectivamente. Ou seja, os conceitos são instrumentos para as ações humanas.

Isso não significa desprezar a definição verbal do conceito, já que a nomeação é algo que facilita a comunicação do conhecimento ao sintetizar na palavra a generalização acerca dos objetos e fenômenos. Segundo Vigotski (2001), a palavra constitui a unidade mais simples do pensamento e da linguagem, portanto, ela é um fenômeno do pensamento materializado na linguagem. Pode-se dizer, então, que o conceito é uma generalização, ou seja, reúne numa classe geral, termo ou proposição, um conjunto de objetos ou fenômenos.

Portanto, conceitos não são como etiquetas com as quais simplesmente nomeamos objetos e fenômenos, pois na base deles está um modo de conhecer e sistematizar “as coisas do mundo” para poder ter o controle e intervir nelas, quando possível⁴. São, portanto, conhecimentos que estão ligados à atividade humana, produzidos ao longo da história.

Um conceito pode ter sua gênese revelada por sua história, o que nos permite compreendê-lo como produto da solução de problemas advindos de necessidades que surgem em determinados contextos, transformando-se em instrumento da atividade humana naquele momento (Leontiev, 2004). A análise lógica desse processo histórico possibilita a explicitação das propriedades essenciais do objeto, que nos permite reconhecê-lo na atualidade, mesmo quando se tornou base para conhecimentos mais complexos.

Ao discorrer sobre o par lógico-histórico, Kopnin (1978) argumenta que por meio da compreensão dessa unidade contraditória podemos entender a gênese de um conhecimento e o caminho do seu desenvolvimento, ou seja, como ele foi se modificando ao longo da história.

⁴ Essa é a potencialidade dos conceitos, porém a produção de conhecimentos não ocorre à margem das contradições próprias de uma sociedade de classes. Assim, a classe que domina os meios de produção, domina também grande parte das condições de produção do conhecimento. Por essa razão, a ciência nem sempre é produzida para satisfazer necessidades humanas em geral, mas para atender aos interesses dessa classe. Serve, assim, também como base para a produção de mercadorias que visam apenas a geração do lucro, bem como para a produção de ideias que naturalizam e legitimam o atual modo de produção da existência humana, conduzindo a uma ação de conservação e não à realização de uma atividade transformadora.

A indissociabilidade entre o lógico e o histórico é exposta pelo autor do seguinte modo: “o lógico (movimento do pensamento) é o reflexo do histórico (movimento dos fenômenos da realidade objetiva)” (Kopnin, 1978, p. 84).

Para Kopnin (1978), o histórico diz respeito às transformações da realidade objetiva e dos seres humanos, já o lógico é o que permite a captação e a reprodução das propriedades essenciais dessas transformações e as representa por meio de abstrações. O lógico é considerado como o meio que permite ao pensamento compreender o processo histórico do desenvolvimento real do mundo, podendo ser entendido como “[...] o reflexo do histórico em forma teórica [...] é a reprodução da essência do objeto e da história do seu desenvolvimento no sistema de abstrações” (Kopnin, 1978, p. 183). Assim, pode-se afirmar que “o histórico é o primário em relação ao lógico, a lógica reflete os principais períodos da história” (Kopnin, 1978, p. 184). Acrescenta o autor que:

A lógica fornece a forma de desenvolvimento em seu aspecto puro, que, literalmente, em toda a sua pureza, não se realiza em nenhum processo histórico. No entanto, a forma lógica de desenvolvimento reflete o processo histórico, daí ser ela necessária para interpretá-lo (Kopnin, 1978, p. 184).

Dessa maneira, argumenta Kopnin (1978) que o lógico não reflete o movimento histórico com todas as suas causas e diferentes movimentos que o determinam. Por isso, no processo de compreensão da realidade em seu movimento “[...] o lógico é o histórico libertado das causalidades que o perturbam” (Kopnin, 1978, p. 184), ou seja, livre das especificidades, desvios, idas e vindas próprios da produção de um conhecimento. Por sua vez, as abstrações do movimento histórico são generalizadas com o auxílio da linguagem e passam a refletir “[...] o processo histórico em forma abstrata e teoricamente coerente” (Kopnin, 1978, p. 184), sendo essa coerência alcançada mediante o lógico.

Isso significa que, no estudo de um objeto (teoria/conceito/conteúdo) torna-se necessária a investigação da sua história. Não se trata, porém de uma recapitulação linear da história, já que não é necessário acompanhar esse

histórico em todas as suas casualidades e pormenores, mas a compreensão da história da produção desse conhecimento como instrumento da atividade humana. Kopnin (1978) afirma que, se apreendido dessa forma, o objeto de estudo não terá para o sujeito um caráter empírico, pois o lógico oferecerá à sua compreensão uma vivacidade teórica, tornando o conteúdo compreensível, explicável e teoricamente coerente. Portanto:

A teoria do objeto fornece a chave do estudo de sua história, ao passo que o estudo de história enriquece a teoria, corrigindo-a, completando-a e descrevendo-a. É como se o pensamento se desenvolvesse conforme um círculo: da teoria (ou lógica) à história e desta novamente à teoria (lógica); além do mais, de acordo com a lei da negação da negação, verifica-se não retomada das definições básicas, mas a criação de novos conceitos, surgidos à base de um estudo profundo e minucioso da história do objeto (Kopnin, 1978, p. 186).

Como pode ser observado, o aspecto lógico-histórico permite compreender o objeto de estudo, mas também o modo humano de produzir conhecimentos. Assim, o conhecimento sobre objetos e fenômenos, mesmo que científico, deixa de ser entendido como verdade absoluta, com existência em si, para ser compreendido como produto da busca de apreensão da realidade pelos seres humanos movidos por necessidades surgidas ao longo da história. Ou seja, o conhecimento passa a ser visto como produto humano em movimento.

O lógico reflete não só a história do próprio objeto como também a história do seu conhecimento. Daí a unidade entre o lógico e o histórico ser premissa necessária para a compreensão do processo de movimento do pensamento, da criação da teoria científica (Kopnin, 1978, p.186).

Portanto, estudar o aspecto lógico-histórico dos conceitos permite ao professor compreendê-los como produções vivas vinculadas à realidade, o que lhes confere sentido e significado social. Essa compreensão é o que instrumentaliza o professor a pesquisar formas de ensino por meio das quais o estudante, também,

possa apreendê-los sob a mesma perspectiva, como produtos sociais necessários para pensar e agir no mundo.

Diante da exposição realizada até esse ponto, podemos inferir que, para planejar o ensino de um conceito, é fundamental ao professor o estudo de seu sistema conceitual, de sua gênese, bem como a reflexão acerca da sua contextualização na contemporaneidade. Esse estudo permite ao próprio docente compreender o conteúdo a ser ensinado como um instrumento da atividade humana criado em determinado momento, mas que ainda nos ajuda a interpretar vários fenômenos do momento em que vivemos.

Do ponto de vista do processo educativo, essa discussão torna-se importante pois, na formação de cada sujeito em particular, à medida que ele se apropria do pensamento objetivado nos conceitos, “[...] em seu desenvolvimento intelectual individual o homem repete em forma resumida toda a história do pensamento humano” (Kopnin, 1978, p.186).

Com base no exposto por Kopnin (1978), podemos considerar que para a compreensão do conteúdo de ensino é necessário “[...] reproduzir o processo histórico real de seu desenvolvimento, mas esse é possível somente se conhecemos a essência do objeto” (Kopnin, 1978, p. 184). Ou seja, precisamos dirigir nossa atenção para além das definições formais do conceito, em busca do que lhe é essencial.

Mas, como conhecer a essência do objeto de estudo? É preciso conhecer a história para conhecer a essência do objeto e é preciso conhecer a essência para poder reconhecê-la na história⁵. Ou seja, estamos diante de um círculo difícil de identificar por onde começar o estudo do objeto. Kopnin (1978) diz que a dialética materialista rompe com esse círculo ao considerar que:

O estudioso deve começar o estudo do objeto pelo fim, a partir da sua forma mais madura, do estágio de desenvolvimento em que aspectos essenciais estão suficientemente desenvolvidos e não estão disfarçados por casualidades que não têm relação

⁵ Para melhor compreensão desse processo, Kopnin apresenta o seguinte exemplo: “o conhecimento da essência do Estado pressupõe o conhecimento da história de seu surgimento e desenvolvimento, mas deve-se estudar a história do Estado tendo-se certo conhecimento da essência deste enquanto fenômeno social, pois do contrário pode-se tomar por Estado a organização gentílica do sistema comunitário primitivo” (Kopnin, 1978, p. 185).

direta com ela. A base do estudo da fase superior, madura de desenvolvimento do objeto fazem-se as definições primárias de sua essência. Essas definições têm caráter abstrato, são insuficientemente profundas mais indispensáveis como linha no estudo do processo histórico de desenvolvimento do objeto; elas atuam como ponto de partida no estudo do objeto, porquanto refletem em certa medida o processo de afirmação e desenvolvimento do objeto estudado (Kopnin, 1978, p.184-185).

O autor afirma que se deve começar o estudo do objeto pela sua forma mais desenvolvida e apreender dela a sua essência. Essa essência serve como meio para o estudo do processo histórico que resultou no desenvolvimento do objeto. O processo histórico, porém, não significa uma retomada linear e datada, mas do movimento marcado por saltos qualitativos que possibilitaram o seu desenvolvimento. Para identificar esses saltos é preciso guiar-se pela essência do objeto.

Neste mesmo sentido, Moura (2014) explica:

O ato do educador é o de apreensão do movimento histórico do conceito para daí retirar o que considera como sendo relevante para ser sistematizado na escola como conteúdo de ensino. É por isto que a história do conceito deve ser vista não como ilustradora do que deve ser ensinado. Ela é o verdadeiro balizador das atividades educativas (Moura, 2014, p.11).

Assim, a ênfase nos processos históricos como modo de compreender a significação dos conceitos a serem ensinados nos dão o norte sobre o que é essencial a ser apropriado pelos estudantes. Diante de um conteúdo de ensino, algumas perguntas nos ajudam a analisá-lo: Que vínculos há entre esse conteúdo de ensino e a atividade humana? Por que esse conhecimento surgiu? Ele é resposta para qual necessidade histórica? Que problemas relacionados à existência humana esse conteúdo ainda tem ajudado a responder?

Por meio da análise provocada por essas questões, o professor tem condições de superar as definições formais dos conceitos, unir e integrar em um sistema de conceitos os nexos essenciais, deduzindo o que lhe é nuclear e, assim, compreender diferentes objetos e fenômenos presentes no mundo. Esse percurso de análise reforça o pressuposto apresentado no início do texto: o conteúdo de ensino não é apenas a

definição verbal do conceito, mas contempla a relação existente entre o nuclear do conceito e os nexos essenciais com outros conceitos, bem como sua vinculação aos diversos objetos e diferentes fenômenos que podem ser compreendidos por meio dele.

3. Implicações da análise do conteúdo de ensino para a definição de ações didáticas

Tendo em vista a discussão realizada, anteriormente, sobre a análise do aspecto lógico-histórico do conceito, passamos a tratar da segunda pergunta desencadeadora deste artigo: como esse conhecimento pode nos ajudar a pensar o modo de organizar o ensino?

Para responder a essa pergunta, consideramos necessário tomar como exemplo algum conteúdo específico presente no currículo escolar da Educação Básica. Tendo em vista que em reuniões do GEPAE-UEM – Grupo de Estudos e Pesquisa sobre a Atividade de Ensino – já havíamos feito coletivamente a análise do conteúdo mudanças de estado físico da água, como um exercício teórico com vistas a elaboração de um planejamento de ensino na perspectiva da didática desenvolvimental, optamos por prosseguir na exploração desse conteúdo. Analisamos esse conteúdo de Ciências da Natureza, a fim de identificar o que lhe é nuclear, o que permite compreender as diferentes mudanças que ocorrem no estado físico da água e reconhecer os diversos objetos e fenômenos que podem ganhar inteligibilidade por meio desse conteúdo.

Antes, porém, apresentaremos o modo usual de organização do ensino de “mudanças de estado físico da água”, presente em livros didáticos e orientações didáticas para o trabalho em sala de aula para que possamos perceber o que muda quando o professor analisa o conteúdo antes de definir as ações de ensino. Em seguida, apresentaremos a análise do aspecto lógico-histórico desse conteúdo, destacando como essa ação permite reconhecer elementos a serem contemplados no ensino de conceitos científicos que visa o desenvolvimento do pensamento dos estudantes.

3.1 O conteúdo “mudanças de estado físico da água” em um material didático

Nos anos iniciais do ensino fundamental, o conteúdo “mudanças de estado físico da água”, conforme definido pela BNCC (Brasil, 2017), é objeto de ensino da

disciplina de Ciências, no quarto e quinto anos. Esse conteúdo envolve de imediato quatro conceitos: solidificação, fusão, vaporização e condensação⁶. Na unidade do livro didático analisada (Bakri, 2014), cada um desses conceitos foi apresentado via um comentário e um exemplo correspondente. Na Figura 1, apresentamos o texto do livro didático que expõe o conteúdo mencionado e, na Figura 2, um texto trabalhado em escolas de um município do norte do Paraná, no ano de 2016, para o ensino desse mesmo conteúdo.

Figura 1 - Mudanças de estado físico da água

TEMA
2

Mudanças de estado físico da água

◆ Solidificação
 Quando a água é resfriada a temperaturas abaixo de 0 °C, ela congela, isto é, ela passa para o estado sólido. Essa mudança de estado recebe o nome de **solidificação**.

◆ Fusão
 Quando o gelo é aquecido e atinge temperaturas maiores do que 0 °C, ele derrete, ou seja, ele passa para o estado líquido. Essa mudança de estado é chamada de **fusão**.

◆ Vaporização
 A água líquida pode se transformar em vapor de água. Essa mudança de estado recebe o nome de **vaporização**.
 Quando deixamos as roupas molhadas no varal, elas secam lentamente. A água evapora e vai para a atmosfera na forma de vapor de água.
 A vaporização também pode acontecer com a formação de bolhas durante o aquecimento da água. Nesse caso, é chamada de ebulição ou fervura.

◆ Condensação
 Quando o vapor de água é resfriado, ele pode se transformar em água líquida. Essa mudança de estado recebe o nome de **condensação**.
 Isso acontece, por exemplo, quando o vapor de água liberado durante o banho encontra a superfície fria do espelho: formam-se minúsculas gotinhas de água que deixam o espelho embaçado.



CHRISTOPHE LEBLANC/FOTODISCOWEBEDIA

Geleira derretendo na Patagônia argentina.



ECCO/AMOTIFR/IMAGES

Roupas secando no varal.



ANTHONY SHERIDAN/GETTY IMAGES

O vapor de água se condensa ao encontrar uma superfície fria.

66

Fonte: (Bakri, 2014, p. 66)

⁶ Considerando a idade dos estudantes a quem se dirige esse ensino, a atividade apresenta apenas quatro mudanças de estados físicos. Contudo, vale lembrar, que as mudanças de estados físicos da matéria são: solidificação, fusão, condensação, vaporização (ebulição, evaporação e calefação) e sublimação/ressublimação.

No texto do livro didático⁷, ao serem abordados os conceitos de solidificação e fusão é mencionada uma determinada medida de temperatura para que ocorra a mudança de estado da água. No caso do conceito de vaporização, não é feita menção a nenhum aspecto da temperatura. Na exposição do conceito de condensação é citado o resfriamento. Nas imagens apresentadas, são expostos alguns exemplos de mudanças de estado físico da água: gelo derretendo, roupas no varal e vapor durante o banho. Não há imagens vinculadas ao processo de solidificação. As definições são apresentadas como “etiquetas” que são “coladas” aos fenômenos: “essa mudança de estado recebe o nome de solidificação”; “essa mudança de estado é chamada de fusão”; “essa mudança de estado recebe o nome de vaporização”; “essa mudança de estado recebe o nome de condensação”. Mas, quando e quem deu nome a esses fenômenos? Por que são assim chamados? Por que os seres humanos ficaram atentos a esses fenômenos a ponto de estudá-los? Quando perguntas desse tipo não são apresentadas, a Ciência que chega aos estudantes é um acumulado de conhecimentos sem a atividade humana, passando a eles a visão de uma natureza isolada das necessidades e interesses dos seres humanos.

Observa-se uma forma de abordar os conceitos centrada na definição e descrição do fenômeno, associando a palavra a um exemplo que expresse o seu significado. Os fenômenos (geleira derretendo, roupas secando no varal, espelho embaçado, gotículas de água na tampa da panela após fervura de água, gelo derretendo na limonada, etc.) são apresentados para ilustrar o conceito, mas não para serem compreendidos com base nele, ou seja, o conceito não exerce sua função de ser um instrumento simbólico para a compreensão dos fenômenos da realidade objetiva.

Além disso, não é explicado, cientificamente, o que são as mudanças de estado – fusão, vaporização, solidificação e condensação – apenas mencionados exemplos de cada uma dessas mudanças. Os conceitos são apresentados de modo

⁷ O critério para escolha do livro analisado por Bacaro e Sforini (2021) e Sforini e Bacaro (2022) foi o índice de adoção pelos 25 municípios que compõem o Núcleo Regional de Educação de Maringá-PR. Nessa região, o livro mais adotado para o triênio com início no ano 2016 foi “Projeto Buriti: Ciências”, produzido pela Editora Moderna (Bakri, 2014).

desvinculados uns dos outros, como se não se tratasse da mesma matéria (água) transformada pelo mesmo princípio (variações de temperatura e pressão). Desse modo, cada um desses conceitos é visto como algo em si, e a ênfase recai nos nomes dos diferentes objetos/fenômenos.

Apesar de serem conceitos científicos eles são apresentados do mesmo modo como são expostos os conceitos cotidianos, ou seja, associados a uma representação material direta (vaporização: roupa no varal; condensação: espelho embaçado; etc). Como afirma Luria (1991), a palavra pode ser empregada em seu sentido concreto, figurado ou em seu sentido abstrato e generalizador. Esse modo de ensino acaba priorizando o sentido empírico, figurado das palavras, o que é próprio da aprendizagem de conceitos cotidianos, representando um limite quando se trata do desenvolvimento do pensamento teórico.

Esse tipo de ensino vincula-se a um princípio didático da escola tradicional, criticado por Davidov (2017), que é o princípio do caráter visual direto. Nele, parte-se da comparação sensorial das coisas, busca-se suas características comuns e as fixa por meio da palavra. A preocupação maior é chegar a nomeação e sua vinculação a exemplos correspondentes e não, necessariamente, a compreensão dos fenômenos.

O princípio do caráter visual confirma, não simplesmente e nem tanto a base sensorial dos conceitos, mas o reduz aos conceitos empíricos constituintes do pensamento de tipo racionalista discurso-empírico, classificador, em cuja base encontra-se somente o reflexo das propriedades externas, sensorialmente dadas do objeto (Davydov, 2017, p. 217).

Essa é uma das características do ensino de conceitos que justifica o seu pouco ou nenhum impacto no desenvolvimento do pensamento teórico dos estudantes.

Manter o conceito vinculado a uma imagem de uma situação específica – uma representação material direta – dificulta duas operações intelectuais: abstração e generalização. Na situação apresentada por meio da imagem, nossos sentidos podem se voltar a vários aspectos dela e não abstrair o conteúdo, pois a

abstração requer desconsiderar os aspectos secundários que estão envoltos na totalidade concreta e considerar somente o que é essencial. Além disso, o exemplo pode levar a uma associação direta entre a palavra e a imagem da situação específica, dificultando a generalização, ou seja, o reconhecimento da palavra como um conceito que reúne nele um conjunto de objetos ou fenômenos que podem ser compreendidos pelo mesmo princípio.

Ao ser utilizada essa forma de exposição, a aprendizagem desses conceitos tende a levar a uma interação sensorial com os fenômenos e não ao estabelecimento de um “complexo sistema de seus nexos e relações que se revelam nas definições do objeto”, como afirma Vygotski (2012, p. 78) ao falar sobre o potencial da aprendizagem conceitual para o desenvolvimento do pensamento.

A tendência ao nominalismo (Sforni, 2004) manifesta-se no modo de compreender o conceito, exposto na Figura 1, já que a preocupação é nomear o fenômeno e não compreender as causas das mudanças físicas. Desse modo, a interação com os fenômenos apresentados mantém-se em nível sensorial, no caso, no aspecto visual da mudança da água.

Conforme exposto por Sforni (2004), além do nominalismo, que é uma tendência própria do ensino de conceitos de acordo com a lógica formal, observa-se também o associacionismo. Ou seja, associa-se os fenômenos ao conceito sem, no entanto, buscar seu fundamento explicativo, o que é comum nesse modo de ensinar conceitos.

Ao analisar essa unidade do livro didático, Bacaro e Sforni (2021) destacam que a compreensão acerca das mudanças de estado físico da água é, também, condição fundamental para a compreensão do tema: ciclo da água, apresentado na mesma unidade (Figura 2).

Na explicação sobre o ciclo da água, alguns conceitos que já foram apresentados anteriormente são retomados. No entanto, Bacaro e Sforni (2021) observam que os autores não fazem menção aos termos já citados na unidade (estado sólido, estado líquido e estado gasoso, bem como solidificação, fusão, vaporização e condensação) para estabelecer conexões entre esses conceitos e o ciclo da água, que formam um sistema conceitual. Isto é, como já afirmado, os

conceitos são tratados de modo isolado, desvinculados uns dos outros. Vigotski (2001, p. 359) afirma que “os conceitos não surgem na mente da criança como ervilhas espalhadas em um saco. Eles não se situam um ao lado do outro ou sobre o outro, fora de qualquer vínculo e sem quaisquer relações”. Todavia, quando na unidade não é feita menção aos termos anteriormente citados, podemos considerar que a forma como são apresentados pelo livro didático pode favorecer com que fiquem “na mente da criança como ervilhas espalhadas em um saco”, já que parecem conceitos isolados, sem articulações entre si.

Figura 2 - O ciclo da água

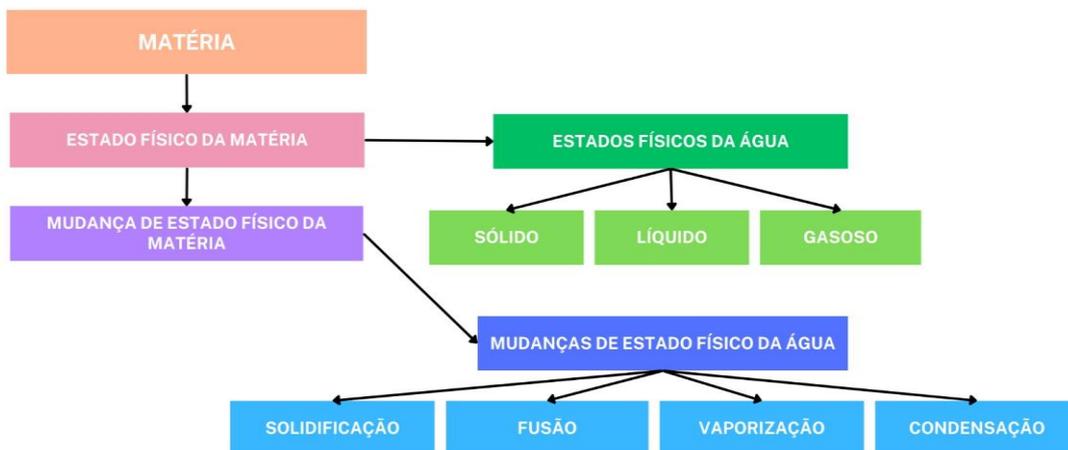


Fonte: (Bakri, 2014, p. 68)

Os dois conceitos (estados físicos da água e mudanças de estado físico da água) estão vinculados a um conceito hierarquicamente superior: mudanças da matéria. A menção aos conceitos de estados sólido, líquido e gasoso, no livro didático está vinculada apenas a água e não ao conceito mais geral, de matéria, da qual a água é um conceito subordinado.

O conceito de matéria é superior, considerando o seu “grau de generalidade” (Vigotski, 2001), os estados físicos da água estão num lugar subordinado aos estados físicos de todas as matérias, conforme exposto na Figura 3.

Figura 3 - Esquema sistema conceitual – estados físicos da água



Fonte: Acervo do GEPAE-UEM - Grupo de Estudo e Pesquisas sobre Atividade de Ensino

Estabelecer essas conexões entre os conceitos permite que essas abstrações possibilitem condições para generalizações cada vez mais teóricas, conferindo inteligibilidade para diversos fenômenos presentes na realidade objetiva. O estabelecimento da ligação com conceitos mais gerais faz com que os fenômenos sejam entendidos em sua totalidade, não como conceitos isolados cuja aprendizagem deve ser iniciada a cada conceito novo.

Ao observarmos o conteúdo apresentado nas Figuras 1 e 2, retomamos as perguntas que consideramos necessárias fazermos a todos os conteúdos curriculares antes de planejarmos as ações de ensino: Que vínculos há entre esse conteúdo de ensino e a atividade humana? Como esse conhecimento surgiu e a

qual necessidade histórica ele se encontra vinculado? Que problemas relacionados à existência humana esse conteúdo ajudou e ainda tem ajudado a responder? A busca por respostas a essas perguntas nos dirigem à análise do aspecto lógico-histórico desse conteúdo.

3.2 O conteúdo “mudanças de estado físico da água” com base na análise do aspecto lógico-histórico

Buscamos no conteúdo “mudanças de estados físicos da água” o seu vínculo com a realidade objetiva, ou seja, sua ligação com os fenômenos que vivenciamos, cuja inteligibilidade ocorre por meio do estudo desse conteúdo, bem como analisamos o que é o nuclear do conceito, ou seja, a essência que permite compreender as leis desse fenômeno, nesse caso, as mudanças de estado.

Ao buscar o nuclear sobre as mudanças do estado físico da água, partimos do pressuposto que o conceito, na condição de conteúdo de ensino, é expressão do resultado de uma atividade objetual-prática, tornando esse conteúdo o mediador nas novas relações dos seres humanos com o fenômeno em questão. Procuramos um princípio geral capaz de explicar e deduzir diferentes situações e problemas enfrentados pela humanidade na luta pela localização, obtenção, conservação e armazenamento da água.

A observação das mudanças de estado físico da água, certamente, esteve presente há muito tempo na história da humanidade. A observação dessas mudanças que acontecem na própria natureza (água aquecida pelo sol, derretimento de geleiras, granizo, neve, entre outras), bem como daquelas presentes em algumas situações cotidianas (gotículas formadas na parte interna da tampa de um recipiente após fervura de líquidos; a fervura mais rápida da água se o recipiente sob o fogo estiver tampado, etc.) se faz presente no cotidiano dos seres humanos, mesmo antes de se ter qualquer conhecimento formal sobre esses fenômenos.

No entanto, foi o conhecimento acerca dos meios para alterar o estado físico da água que permitiu aos seres humanos o controle desse processo. O conhecimento sobre como esse fenômeno é produzido pela própria natureza

(fenômeno natural), possibilitou a intervenção humana nele, ou seja, tornou as mudanças de estado físico da água uma produção cultural da humanidade.

Esse conhecimento possibilitou a criação de tecnologias que permitem manter ou produzir artificialmente mudanças nos estados físicos da água. Assim, conhecimentos sobre o modo de congelar a água leva ao domínio de formas de congelar alimentos e a produção de tecnologias que permitem essa ação. Produzir o vapor em pequena escala, chega ao longo da história à criação de máquinas movidas a vapor, bem como de máquinas para produzir o próprio vapor. Também conhecimentos sobre modos e meios de controlar o vapor, geram formas e tecnologias que permitem cozinhar de forma mais rápida.

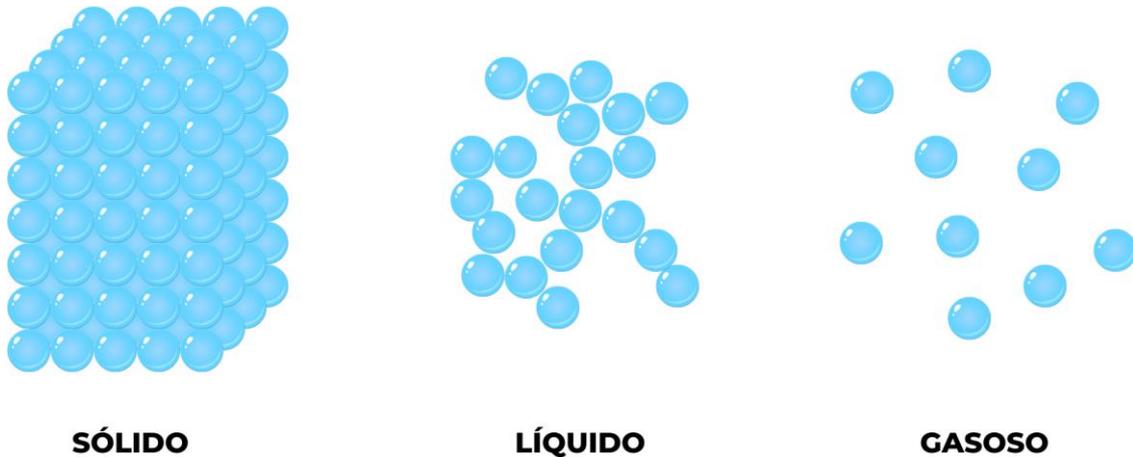
Consideramos que a compreensão acerca da ação da temperatura e da pressão sobre a água foi o conhecimento central alcançado pelos seres humanos para dominar esse fenômeno. Fundamentados nas defesas realizadas por Kopnin (1978), compreendemos que esse entendimento se torna possível ao analisarmos as formas mais desenvolvidas de os seres humanos lidarem com esse fenômeno, vinculado ao histórico da relação da humanidade com esse conhecimento. Não se trata, porém, de uma análise histórica centrada em nomes, datas e locais, mas de buscar a forma lógica de desenvolvimento do conhecimento refletida no processo histórico.

Para que os estados físicos da água sejam compreendidos para além da aparência imediata, que é possível ser apreendida nas interações extraescolares, é necessário que os alunos entendam do que é composto a matéria⁸.

Assim, é possível que a criança compreenda que todas as coisas são formadas por unidades muito pequenas, as quais não conseguimos enxergar. Estas unidades são átomos e moléculas. No caso da água, a forma como suas moléculas estão “organizadas” deixam a água em estado sólido, líquido ou gasoso (Figura 4).

⁸ O conceito de átomo pode ser introduzido por um experimento imaginário. Imaginemos que pegamos uma pedra ou um tijolo e o quebramos em partes menores. Após, pegamos uma dessas partes e a quebramos novamente. Se seguirmos indefinidamente esse processo, vamos chegar em uma parte que não poderá mais ser dividida. Essa parte indivisível é o átomo. Os átomos são as partes indivisíveis dos elementos químicos como hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, carbono (representados pela letra H, O, N e C, respectivamente). Os elementos químicos muito raramente estão isolados, mas combinados entre si, formam as moléculas que compõem as substâncias que conhecemos. A água, por exemplo, é composta por dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio.

Figura 4 – Organização das moléculas: estados sólido, líquido e gasoso



Fonte: Acervo GEPAE.

Por essa razão, quando as moléculas de água estão todas juntas, a sua interação é maior e elas não se movem, assim, a água permanece com forma e volume definido, como o gelo, a neve. Quando as moléculas estão mais separadas e a interação é menor, a água tem forma líquida, não tem uma forma definida como no estado sólido. Além de ser transparente, como as moléculas estão separadas, sua forma é variável, ela se adequa ao recipiente que está (a forma do copo, da garrafa, do leito do rio). Já quando as partículas estão bem separadas, a água, além de não ter forma definida, não é visível, trata-se da água em estado gasoso.

Essa explicação tem a intenção de demonstrar que os conceitos de átomo e molécula como componentes da matéria são essenciais no sistema de conceitos que permite explicar os diferentes estados da água. Obviamente, não estamos defendendo que se deva conceituar formalmente, como entendemos hoje, moléculas, átomos, prótons, nêutrons e elétrons nessa etapa da escolarização, mas já provocar na criança a reflexão de que há coisas na natureza que não podem ser vistas, que são mínimas, outras que são microscópicas, mas que juntas compõem aquilo que vemos e sentimos.

Sem que os conceitos de átomo e molécula sejam apresentados aos estudantes, mesmo que de modo simplificado, a relação deles com os diferentes

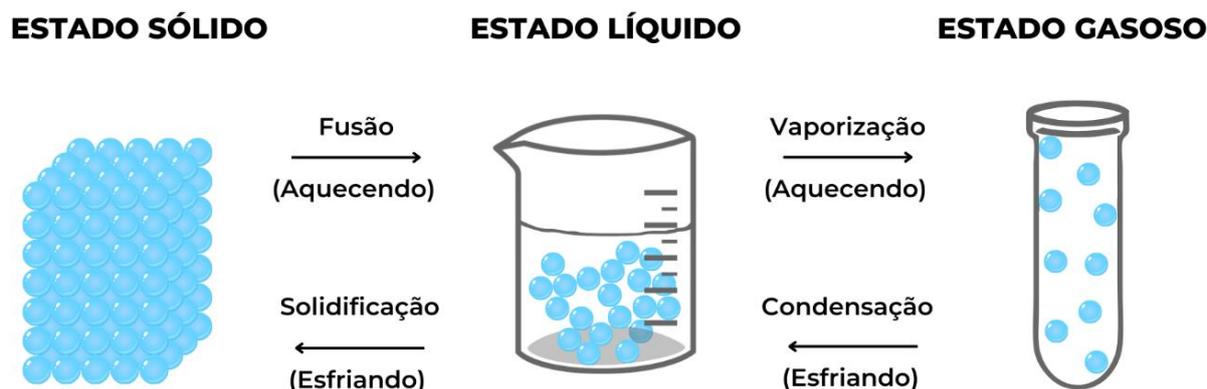
estados da água, mantém-se no nível empírico, modificando muito pouco o conteúdo que já trazem das aprendizagens cotidianas.

Para ocorrer as mudanças dos estados físicos da água, é essencial alteração na temperatura e pressão⁹, tais palavras não foram citadas e muito menos trabalhadas na unidade didática do livro analisado por Bacaro e Sforini (2021). Ao fornecer energia em forma de calor às moléculas que estão unidas, uma ao lado da outra (sólido), começam a se agitar e se afastar, formando assim, o estado líquido. Da mesma forma, com o aumento da temperatura, as moléculas se afastam ainda mais, transformando-se no estado gasoso.

A ligação do conceito de matéria à ideia de transformação é essencial para perceber o movimento entre os estados físicos da água. Como toda a matéria é mutável, isto é, está sempre passando por transformações, mesmo que algumas imperceptíveis a olho nu, a água também passa por transformações.

Com essa discussão, queremos enfatizar que os conceitos de solidificação, fusão, vaporização e condensação tem um eixo em comum: o aumento ou a diminuição da temperatura (Figura 5).

Figura 5 – Mudanças dos estados físicos da matéria



Fonte: Acervo GEPAE.

⁹ Considerando que, nos conteúdos e objetivos de aprendizagem da etapa escolar dos estudantes, anos iniciais do ensino fundamental, o conceito de pressão não é objeto de conhecimento, discutiremos as mudanças de estado físico da água levando em consideração apenas o conceito de temperatura.

Outro fator que tem relação com as mudanças de estado da água é a pressão. No livro didático analisado por Sforini e Bacaro (2022), é explicado que o gelo derrete quando atinge temperaturas maiores do que 0° C. Porém, além de o gelo nunca atingir temperaturas acima de 0° C, não é mencionado que esse aquecimento se dá em uma pressão ideal, ou seja, à 1 atm¹⁰, e que com o aumento de pressão, a temperatura poderá variar. Isso fica mais claro quando pensamos em uma pista de gelo. Neste caso, a água está em estado sólido, à 1atm e, ela derreterá quando atingir temperaturas maiores do que 0°C, porém com o aumento de pressão que as lâminas dos patins exercem sobre a pista, forma-se uma camada de água abaixo das lâminas que permite o deslizamento dos patins sobre o gelo, isso porque as lâminas estão afiadas para que se reduza a área de contato e aumente a pressão e a força sobre um ponto determinado da superfície.

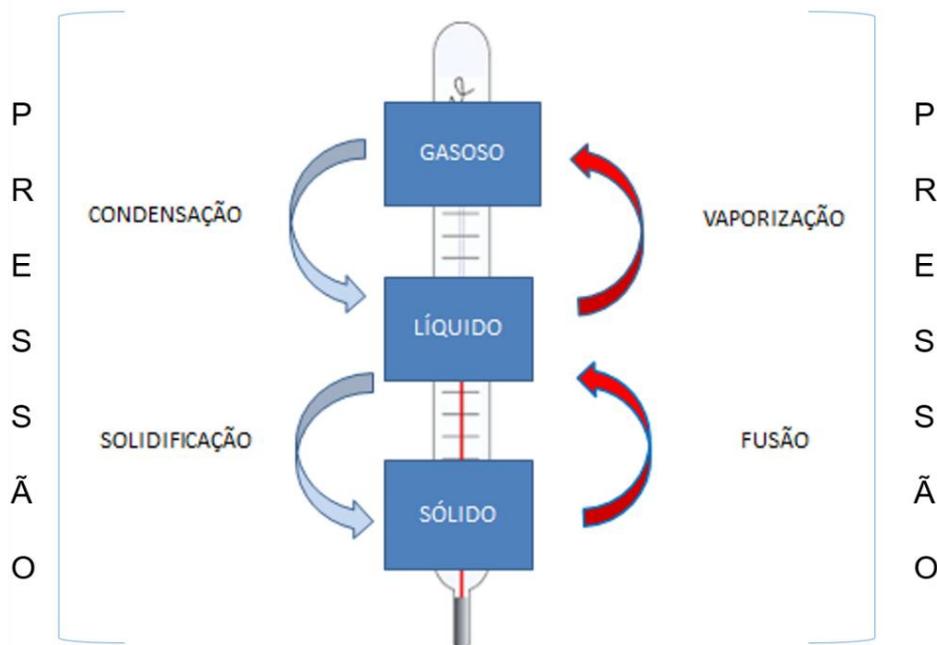
De fato, a água congela a 0°C e evapora a 100°C, porém há alguns casos em que se pode controlar esse aquecimento ou resfriamento com o aumento ou redução da pressão. O que demonstra a relação entre temperatura-pressão-estados físicos da água. Assim como não consideramos que seja necessário definir formalmente moléculas, átomos, prótons, nêutrons e elétrons para explicar o conceito de partícula, também defendemos que, nessa etapa de escolaridade, não há razão para se preocupar com a definição formal de pressão atmosférica, centímetro de mercúrio, etc. Nesse momento, interessa levar o estudante a compreender as leis desse fenômeno, ou seja, o entendimento de que o gerador das mudanças dos estados físicos da água é a variação de temperatura e de pressão e de que foi esse conhecimento (e não os nomes atribuído às mudanças) que permitiu ao ser humano intervir nesse processo, criando tecnologias para esse fim.

Assim, por meio do estudo do conteúdo, identificamos que em torno dos conhecimentos sobre temperatura e pressão devem estar articulados os conceitos mais diretamente vinculados às mudanças de estados da água, como sólido,

¹⁰ “atm”- pressão atmosférica, significa uma unidade de pressão geralmente utilizada. Essa medida foi adotada pelo Sistema Internacional de Unidades.

líquido, gasoso, condensação, vaporização, solidificação e fusão. Consideramos que esses sejam nexos essenciais para que esse conteúdo seja compreendido e não vinculado apenas a definições verbais (nominalismo) e exemplo de um aspecto específico ligado a cada palavra (associacionismo). Para evidenciar esses nexos essenciais, criamos o modelo exposto na Figura 6.

Figura 6 - Modelo do conceito ‘Transformações de estado físico da água’



Fonte: Acervo do GEPAE-UEM - Grupo de Estudo e Pesquisas sobre Atividade de Ensino

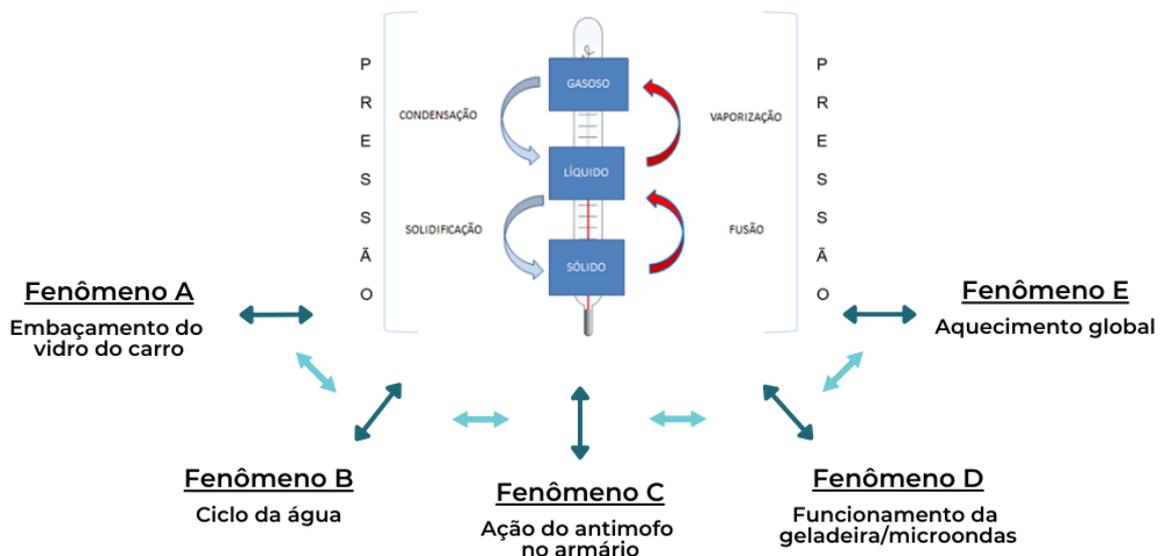
Até o momento, destacamos os vínculos existentes entre esse conteúdo curricular e a atividade humana, como esse conhecimento surgiu e a quais necessidades históricas ele se encontra vinculado. Mas quais problemas relacionados à existência humana esse conteúdo ajudou e ainda tem ajudado a responder?

Para respondermos a essa questão, mais uma vez sentimos a necessidade de buscarmos o nuclear no conceito e não apenas selecionarmos exemplos isolados da presença de mudanças de estados físicos da água (geleira derretendo, roupas secando no varal, espelho embaçado, gotículas de água na tampa da panela após fervura de água, gelo derretendo, etc.).

Vejam, a temperatura e a pressão como conceitos nucleares estão organizados em um sistema que permite estabelecer relação com representações da realidade, conectadas internamente. Essa conexão interna é o que possibilita unir em um mesmo sistema conceitual os diferentes estados em que água pode ser encontrada no mundo.

De posse desse conhecimento, é possível ao estudante estabelecer nexos essenciais entre os diversos e contraditórios fenômenos nos quais as mudanças de estado físico da água se faz presente. Ou seja, vários fenômenos, diferentes na aparência, podem ser entendidos por meio do mesmo conceito, desde situações próximas do cotidiano do estudante a fenômenos mais complexos, como exposto na Figura 7.

Figura 7 - Inteligibilidade dos fenômenos



Fonte: Acervo do GEPAE-UEM - Grupo de Estudo e Pesquisas sobre Atividade de Ensino

Enfim, a relação existente entre o nuclear do conceito com os diversos objetos e diferentes fenômenos é o que consideramos como o conteúdo a ser ensinado e não apenas a definição verbal dos conceitos isolados.

4 Considerações Finais

O ensino que se propõe a promover o desenvolvimento do pensamento do estudante, atinge esse objetivo desde que favoreça a aprendizagem conceitual. Contudo, para que essa aprendizagem seja possível, é necessário que o ensino seja organizado de modo a garantir o movimento do pensamento em direção à análise das propriedades essenciais do objeto estudado e seus nexos, constituindo o nuclear do conceito estudado. Essa ação torna possível, aos estudantes, novas compreensões sobre os fenômenos da realidade e não apenas o conhecimento de nomenclaturas científicas.

Assim, para a elaboração do planejamento de ensino, antes de definirmos os textos a serem utilizados, as tarefas a serem propostas aos estudantes, é fundamental analisar o conteúdo, de forma a identificá-lo como instrumento simbólico. Conhecer a origem e o desenvolvimento do conceito na história, guiados pela lógica dialética, ajuda-nos a entender sua essência como instrumento da atividade humana.

A busca do conhecimento sobre a origem do conceito é uma ação do professor para ele organizar o seu ensino. Não se trata de encontrar uma história formal do conceito para ser transmitida ao estudante, mas, sim, de um meio para o docente ter um conhecimento mais profundo sobre o seu objeto de ensino. Dessa forma, o professor torna-se capaz de elaborar ações de ensino que permitam inserir os estudantes em situações semelhantes àquelas que geraram a necessidade de elaboração do conceito, levando-os a atuar com os conceitos como instrumentos simbólicos, garantindo maior inteligibilidade para o estudante sobre o mundo objetivo e seus fenômenos. Enfim, a análise lógico-histórico altera o modo de se conceber o conteúdo e a forma de ensino.

Implicaciones del análisis del contenido de enseñanza en su aspecto lógico-histórico para la definición de acciones didácticas

RESUMEN

Este artículo discute cómo el análisis del movimiento lógico-histórico del contenido a ser enseñado instrumentaliza al profesor en la definición de las acciones de enseñanza que tienen como objetivo el desarrollo del pensamiento teórico de los estudiantes. El manuscrito se fundamenta en la Lógica Dialéctica, la Teoría Histórico-Cultural y la Teoría del Enseñanza Desarrolladora. Para comprender las implicaciones de este análisis en la definición de las acciones de enseñanza, se presenta, como ejemplo, un ejercicio de análisis del contenido de cambios de estado físico del agua, del componente curricular de Ciencias Naturales. El análisis del movimiento lógico-histórico permite identificar lo que es nuclear para la comprensión del sistema conceptual objeto de enseñanza, así como reconocer los diversos objetos y fenómenos que pueden adquirir inteligibilidad mediante su apropiación. Este análisis altera la forma en que se concibe el contenido y la forma de enseñanza.

Palabras clave: Enseñanza; Aprendizaje Conceptual; Didáctica.

Referências

BACARO, B. L.; SFORNI, M. S. de F. Aprendizagem conceitual e desenvolvimento do pensamento: análise do potencial formativo do ensino proposto em um livro didático. *Revista Vidya*, v. 41, n. 2, p. 149-167, jul./dez., 2021 - Santa Maria, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/VIDYA/article/view/3879>. Acesso em: 9 jun. 2023. DOI: <https://doi.org/10.37781/vidya.v41i2.3879>.

BAKRI, M. S. *Projeto Buriti: ciências: ensino fundamental: anos iniciais / organizadora Editora Moderna; 3. ed. São Paulo: Moderna, 2014.*

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular (Terceira Versão). *Ministério da Educação*, Brasília, DF: MEC, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 02 de out. 2021.

DAVÍDOV, V. V. *La enseñanza escolar y el desarrollo psíquico: investigación psicológica teórica y experimental*. Moscú: Editorial Progreso, 1988.

DAVYDOV, V. V. Análise dos princípios didáticos da escola tradicional e dos possíveis princípios do ensino em um futuro próximo. In: LONGAREZI, A. M.; PUENTES, R. V. (org.). *Antologia: Livro 1*. Uberlândia, MG: EDUFU, 2017. p. 211-223.

KOPNIN, P.V. *A dialética como lógica e teoria do conhecimento*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1978.

LEONTIEV, A. N. *O desenvolvimento do psiquismo*. 2ª ed. São Paulo: Centauro, 2004.

LURIA, A. R. *Curso de psicologia geral*. 2. Ed. Rio de Janeiro: Civilização brasileira, 1991. v. 4.

MOURA, M. O. Prefácio. In. Sousa, M. C; PANOSSIAN, M. L.; CEDRO, W. L. *Conceitos algébricos: do movimento lógico-histórico à organização do ensino*. Campinas, SP: Mercado de Letras, 2014, p. 7-11.

SFORNI, M. S. de F. *Aprendizagem conceitual e organização do ensino: contribuições da teoria da atividade*. Araraquara: Junqueira & Marin, 2004.

SFORNI, M. S. de F.; BACARO, B. L. Aprendizagem de Conceitos Científicos e Desenvolvimento do Pensamento: um Olhar para o Livro Didático. *Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas*, v. 23, n. 3, p. 397–406, 2022. Disponível em: <https://revistaensinoeducacao.pgsscogna.com.br/ensino/article/view/9390>. Acesso em: 9 jun. 2023. DOI: <https://doi.org/10.17921/2447-8733.2022v23n3p397-406>.

VIGOTSKI, L. S. *A construção do pensamento e da linguagem*. SP: Martins Fontes, 2001.

VYGOTSKI, L. S. *Obras Escogidas: tomo IV*. Madrid: Machado Grupo de Distribucion, 2012.

Recebido em Março de 2024

Aprovado em Abril de 2024