

Elaboração e análise de Sequências de Ensino-Aprendizagem sobre os estados da matéria¹

Analysis of the development of Teaching-Learning Sequences about the states of matter

Gizella Menezes Rodrigues²

Helaine Sivini Ferreira³

² Universidade Federal Rural de Pernambuco / PPGEC, gizellamenezes@bol.com.br

³ Universidade Federal Rural de Pernambuco / PPGEC, hshivini@terra.com.br

Resumo

Este trabalho tem como objetivo a estruturação e a análise de sequências de ensino-aprendizagem visando a construção do conceito de estados da matéria. Duas sequências foram delineadas: a primeira a partir dos critérios estruturantes estabelecidos por Méheut, considerando as dimensões epistêmica e pedagógica, em uma perspectiva denominada construtivista integrada, e a segunda a partir de alguns elementos estabelecidos na Teoria da Atividade de Leontiev. A análise das sequências revelou que essas apresentam diferentes possibilidades para o processo de construção de conceitos referente à temática abordada, além de priorizar a organização dos alunos em grupo e os momentos de discussão, favorecendo uma participação mais ativa dos sujeitos envolvidos no processo e uma maior interação entre os alunos e entre professor-aluno. Algumas limitações foram observadas, sugerindo que uma aproximação entre as duas abordagens apresentadas pode se constituir uma importante ferramenta para o desenho de sequências de ensino-aprendizagem.

Palavras-chave: sequências de ensino-aprendizagem, perspectiva construtivista integrada, teoria da atividade, estados da matéria.

Abstract

The aim of this study is the design and the analysis of teaching-learning sequences about states of matter concept construction. Two sequences were outlined: the first one from constructivist integrated Meheut approach, which consider equally epistemic and pedagogical dimension; and the second one from some elements established by Leontiev activity theory. The sequences analysis revealed that they represent different ways of concepts construction, also revealed they prioritize the student's organization in work group as well discussions moments, favoring a more active participation and a greater interaction between students and between them and teachers. Some limitations were observed, suggesting that an integration between the two approaches presented can be an important design tool for new teaching learning sequences.

Key words: teaching-learning sequences, integrated constructivist approach, activity theory, states of matter.

¹ Apoio CAPES.

Introdução

O desenvolvimento do conceito de matéria e de suas propriedades é de grande importância no estudo da física e da química, pois possibilita a compreensão de diversos fenômenos que ocorrem na natureza, como o entendimento dos estados da matéria e das mudanças de estado físico, bem como favorece o trabalho com modelos físicos. Diversos estudos têm investigado as concepções de estudantes e professores sobre esses conceitos, observando algumas dificuldades e lacunas conceituais (EICHLER et al, 2008; SAMSRLA et al, 2007; NAKHLEH et al, 2005; BARKER, 2004 e BENARROCH, 2000).

Benarroch (2000) investigou as concepções de estudantes sobre alguns fenômenos físicos, através das transformações da matéria, identificando cinco níveis diferentes quanto ao desenvolvimento explicativo dos estudantes sobre a natureza particulada da matéria. O nível I é caracterizado por uma imagem contínua e estática da matéria, não sendo possível ir além do que é perceptual. O nível II diferencia-se do primeiro nível pelo fato de ser enriquecido com alguns elementos percebidos, como buracos e bolhinhas, que tem como finalidade dar explicações às mudanças da matéria. No nível III, os estudantes já conseguem atravessar a barreira do observável, considerando que a matéria é formada por partículas invisíveis e entre elas há buracos, que podem estar vazios ou preenchidos com uma substância qualquer. Nesse nível, os estudantes não sentem a necessidade de que esses buracos devam estar vazios, uma vez que não fazem distinção entre o vazio e a matéria. No nível IV, considera-se a necessidade do vazio entre as partículas da matéria e é esse aspecto que o diferencia do nível anterior. Por fim, o nível V, coincide como o conteúdo acadêmico do ensino da natureza corpuscular da matéria. Dessa forma, considera que a matéria é constituída por partículas que estão em constante movimento, havendo interações e espaços vazios entre as mesmas.

Podemos observar que as concepções de estudantes sobre a natureza corpuscular da matéria evidenciadas nos níveis iniciais identificados por Benarroch (2000), trazem dificuldades quanto à compreensão das diversas propriedades da matéria e dos seus estados. Diversas pesquisas têm verificado que a transição do nível macroscópico para o nível microscópico é difícil de ser realizado por estudantes, tanto do ensino básico quanto do ensino superior, observando por parte dos sujeitos investigados um entendimento mais perceptual do que conceitual (NAKHLEH, 2005; SILVA et al, 2005 e EICHLER, 2004).

Diante do exposto, observa-se que a compreensão da estrutura da matéria, assim como dos seus estados físicos está, normalmente, apoiada no senso comum e no comportamento macroscópico das substâncias e materiais em geral, sendo atribuído à matéria um determinado estado físico de acordo com as propriedades macroscópicas que o corpo apresenta. É importante reconhecer que para haver uma compreensão mais satisfatória das propriedades da matéria e dos seus estados físicos, faz-se necessário investigá-los sob o ponto de vista microscópico, uma vez que as diversas manifestações da matéria podem ser interpretadas como consequência do comportamento microscópico das partículas que a constituem (PAPON, 2001).

Os estados da matéria: para além dos estados sólido, líquido e gasoso

O conceito de matéria e de seus estados vem sendo investigado ao longo da história; desde os pré-socráticos. Durante muito tempo acreditou-se que uma substância, como por exemplo, um metal, sofria uma transformação de natureza química quando passava do estado sólido para o estado líquido. Atualmente já é conhecido que são as propriedades físicas que permitem a distinção entre os estados da matéria, distinguindo-se, usualmente, três estados: sólido, líquido e gasoso. Embora já conheçamos as características físicas de cada um desses estados da matéria, estamos diante de um conceito bem mais complexo.

Considerando a importância em analisar o comportamento microscópico dos materiais em geral, uma abordagem pertinente para compreender os estados da matéria consiste em utilizar as noções de ordem e desordem molecular. Tomando como exemplo a água, verifica-se que o estado gasoso corresponde a uma desordem total, estando as moléculas do vapor de água distribuídas de forma totalmente aleatória e sendo a difusão das moléculas na massa do vapor um elemento importante. No estado líquido, a água continua a apresentar uma desordem molecular, contudo, a difusão das moléculas é mais limitada. Por sua vez, no estado sólido, verifica-se que os centros de gravidade das moléculas de água estão distribuídos de forma regular, com uma ordem praticamente perfeita numa rede tridimensional (PAPON, 2001).

Sob essa perspectiva, levando em consideração as noções de ordem e desordem, poderemos observar que os estados sólido, líquido e gasoso, não se mostram suficientes para classificar a matéria quanto aos seus estados físicos. Analisando um cristal, como o quartzo, e o vidro, que diferenças podemos estabelecer quanto às suas propriedades físicas? Ambos os materiais constituídos, geralmente, de sílica, se apresentam como sólidos transparentes. Mas, um difratograma de raios X permite identificar que o quartzo é um material sólido perfeitamente ordenado, enquanto o vidro possui a longo alcance uma desordem molecular quase total, conforme pode ser observado na figura 1. Constata-se, assim, que o vidro possui uma estrutura semelhante a um líquido, contudo, constitui-se como um material rígido, não fluindo quando sujeito a forças moderadas. Temos, então, um material cujas propriedades são uma transição entre o estado líquido e o sólido cristalino, podendo ser denominado de estado vítreo. Outros materiais, como os cristais líquidos e os colóides, também apresentam essas propriedades de transição, constituindo o que Papon (2001) denominou de estado “indeciso” da matéria. Podemos, assim, constatar que é difícil restringirmo-nos a uma tipologia limitada a três estados da matéria e que a situação é bem mais complexa do que parece *a priori*.

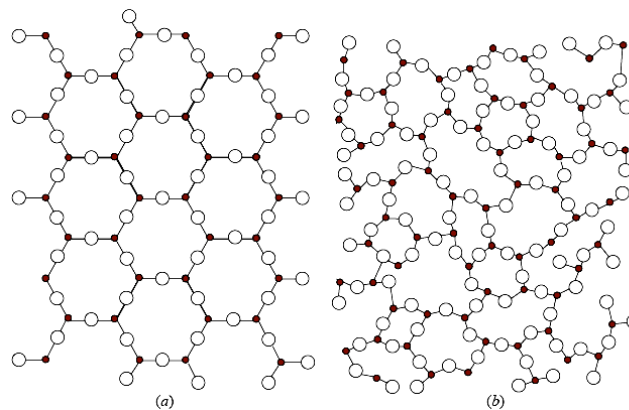


Figura 1: Representação bidimensional esquemática da estrutura de: (a) um composto cristalino hipotético A_2O_3 ; (b) a forma vítrea do mesmo composto (Fonte: SOUZA, 2010).

Dessa forma, é importante extrapolar o paradigma da mecânica clássica, uma vez que ele não é capaz de descrever o comportamento de partículas muito pequenas e, conseqüentemente, suas características microestruturais. A mecânica quântica é que fornece elementos para estudarmos o comportamento da matéria através da análise das propriedades dos átomos e moléculas que a constituem, uma vez que as interações intermoleculares são responsáveis pelas propriedades físicas das substâncias, como os estados da matéria. Contudo, essa mudança de paradigma implica numa nova percepção de mundo, depurada por novas proposições científicas e não num complemento ou aprofundamento da percepção anterior (KUHN, 2003). Por recorrência histórica, sabemos que a ruptura de paradigmas, tal como a ocorrida no início do século XX, quando da passagem da mecânica newtoniana para a mecânica quântica, não ocorre de forma fácil, encontrando inúmeros obstáculos nas múltiplas

dimensões envolvidas: na academia, na escola, na formação dos professores, nos processos de aprendizagem dos alunos.

A inserção dessa discussão ainda no ensino médio é necessária, uma vez que possibilita uma melhor compreensão dos conceitos estudados, a aprendizagem de novos conceitos, a contextualização histórica dos mesmos e a construção de novas formas de perceber os fenômenos. Para tal, é importante investigar metodologias diferenciadas, o que requer cada vez mais uma aproximação crescente entre pesquisa e prática.

McIntyre (2005) aponta que o conhecimento prático dos professores e o conhecimento teórico generalizado produzido pelos pesquisadores são essencialmente diferentes, e que a melhor forma de entendê-los e buscar sua articulação é tomando-os como extremos de um contínuo. Dessa forma, o que se deseja é que haja um movimento ao longo desse contínuo, buscando um diálogo entre essas duas formas de conhecimento. Leach et al (2005) consideram que esse diálogo no Ensino de Ciências pode ser estabelecido através da proposição de sequências de ensino-aprendizagem (teaching learning sequences - TLS). Assim, apresentamos a perspectiva Construtivista Integrada, estabelecida por Méheut (2005), e a Teoria da Atividade, desenvolvida por Leontiev (1985), como aportes teóricos e metodológicos para o delineamento dessas sequências.

Sequências de ensino-aprendizagem (TLS) na perspectiva de Méheut

Segundo Méheut (2005), as TLS têm como objetivo ajudar os alunos a compreender o conhecimento científico. Para isso, propõe um modelo para o delineamento das TLS definindo quatro componentes básicos: o professor, os alunos, o conhecimento científico e o mundo material, interligados a partir de duas dimensões: a epistemológica e a pedagógica, conforme representado na figura 2. A dimensão epistemológica está relacionada aos conteúdos a serem apreendidos, a gênese histórica do conhecimento e a relação do conhecimento científico com o mundo material. Por sua vez, a dimensão pedagógica relaciona-se com os aspectos inerentes ao papel do professor e aos processos de interação entre professor-aluno e aluno-aluno.

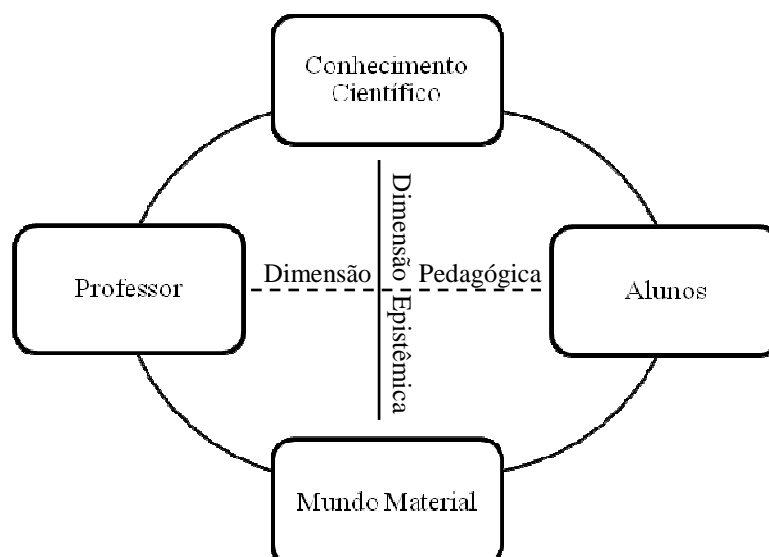


Figura 2: Esquema didático para descrever o desenho de uma TLS (MÉHEUT, 2005)

Nesse sentido, Méheut sugere considerar conjuntamente as dimensões epistêmica e pedagógica, numa perspectiva que denomina Construtivista Integrada, já que tanto o conhecimento a ser desenvolvido, como os sujeitos envolvidos no processo são igualmente

importantes. Para auxiliar o desenvolvimento desta abordagem, a autora utiliza duas distintas ferramentas de desenho para as TLS, sendo uma delas a Engenharia Didática.

Assim, em sua proposta de desenho de uma TLS, para além dos elementos considerados na abordagem Construtivista Integrada, Méheut apresenta critérios de justificação *a priori* e de validação *a posteriori*. Os critérios de justificação *a priori* têm como objetivo tornar a sequência clara, estabelecendo os objetivos da TLS, as possíveis lacunas conceituais e conflitos cognitivos que serão observados e as dificuldades que possivelmente serão vivenciadas. Os critérios de validação *a posteriori* consideram duas possibilidades distintas e complementares: a validação externa ou comparativa, que visa analisar os efeitos da TLS em relação ao ensino tradicional, através da realização de pré e pós testes, e a validação interna, que busca analisar os resultados obtidos a partir dos objetivos propostos, buscando observar os caminhos de aprendizagem (learning pathways) ao longo das situações propostas, comparando os caminhos de aprendizagem observados com aqueles esperados, conforme caracterizações prévias.

Sequências de ensino aprendizagem considerando Elementos da Teoria da Atividade

A Teoria da Atividade busca ampliar e desenvolver a Teoria Histórico-Cultural de Vigotsky, tendo como principal pesquisador Leontiev (1985). Busca centrar seus estudos na atividade humana, considerando que é através da atividade que o sujeito se relaciona com o mundo. A análise da Teoria da Atividade de Leontiev possibilita uma melhor compreensão dos processos de assimilação de conceitos científicos no contexto escolar, integrando elementos trazidos por Vigotsky.

Leontiev (1985) considera que a atividade é o processo que medeia a relação entre o ser humano e a realidade a ser transformada por ele, tendo como característica principal seu caráter objetual. Em relação ao processo de formação de conceitos científicos, impõe como condição a definição do tipo de atividade necessária para sua formação, uma vez que não é qualquer atividade que desencadeia o desenvolvimento das funções psicológicas superiores do indivíduo.

A figura 3 traz uma representação esquemática da atividade objetual. Temos que a necessidade é uma condição interna para que ocorra a atividade humana, sendo constituída a partir de um motivo e realizada através de ações dirigidas aos seus objetivos próprios. Cada ação pode ser realizada de diversas maneiras, e essas possibilidades são denominadas de operações. As operações estão relacionadas às condições de realização da ação (PONTELO e MOREIRA, 2008).

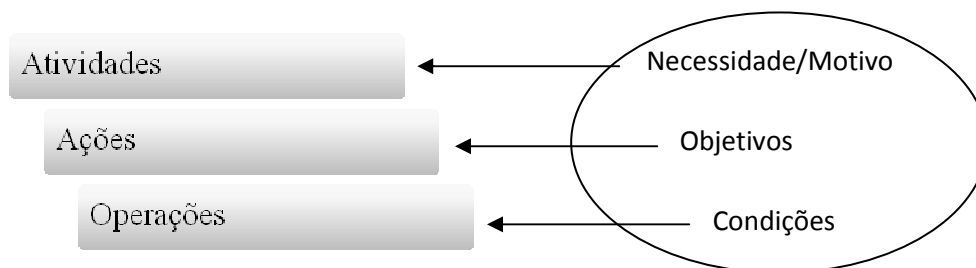


Figura 3: Esquema representando a estrutura da atividade humana.

Dessa forma, a Teoria da Atividade de Leontiev (1985) considera atividade, ação e operação os componentes principais da atividade humana, possibilitando a relação entre o sujeito, o meio e o objeto da ação.

Para Leontiev, toda atividade humana apresenta a seguinte estrutura invariante: um sujeito (refere-se a quem realiza a ação), um objeto (para onde é dirigida a ação; no contexto escolar têm-se os conteúdos e habilidades), os motivos (necessidade da ação), o objetivo (finalidade que orienta a ação), o sistema de operações (procedimentos, métodos, técnicas e estratégias para realizar a ação), a base orientadora da ação (orientação), os meios para realizar a ação, as condições de realização e o produto (resultado da atividade) (NÚÑEZ, 2009; FIRME e AMARAL, 2010). A delimitação dos componentes estruturais da atividade possibilita identificar o papel de cada um deles na atividade que será desenvolvida a fim de que sejam atingidos os objetivos propostos.

Observa-se que a Teoria da Atividade constitui-se como um importante recurso metodológico para o planejamento de estratégias de ensino, como as sequências de ensino-aprendizagem, uma vez que considera que no processo de aprendizagem de conceitos científicos o sujeito deve desenvolver ações apropriadas que se apresentam, inicialmente, na forma de ações externas para, posteriormente, serem internalizadas.

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo a estruturação e a análise de sequências de ensino-aprendizagem para a construção do conceito de estados da matéria, particularmente dos estados “indecisos” da matéria, baseadas em critérios/elementos explicitados nas propostas estabelecidas por Méheut e por Leontiev. Serão observadas as diferenças estabelecidas entre as sequências ao serem utilizados critérios estruturantes diferentes, bem como serão discutidas outras possibilidades para o delineamento de novas sequências de ensino-aprendizagem para a construção do conceito em questão.

Metodologia

Este trabalho é parte inicial de uma tese de doutorado que busca investigar o uso da perspectiva construtivista integrada, estabelecida por Méheut e das teorias da atividade e da assimilação como aportes teóricos e metodológicos para o planejamento e a análise de sequências de ensino-aprendizagem visando a construção de conceitos relacionados aos estados da matéria, particularmente os estados “indecisos” da matéria. Assim, como etapa primeira da pesquisa, tivemos o delineamento de sequências de ensino-aprendizagem visando a construção dos conceitos científicos investigados.

Apresentamos, inicialmente, um descritivo da sequência de ensino-aprendizagem (TLS) a ser estruturada. Em seguida, delineamos duas TLS: a primeira considerando os critérios estruturantes estabelecidos por Méheut e a segunda considerando alguns elementos da Teoria da Atividade de Leontiev.

As TLS foram elaboradas visando auxiliar os alunos no processo de construção de conceitos relacionados aos estados da matéria. Procuramos estruturar as sequências buscando articular os conceitos científicos investigados com a história, a ciência e a tecnologia, através de atividades que pudessem promover interações entre professor-aluno e entre os alunos, sendo essas mediadas pelo professor. Também tivemos a intenção de promover a discussão sobre as propriedades macroscópicas e microscópicas da matéria, buscando estabelecer a transição entre essas propriedades e o entendimento mais conceitual dos fenômenos estudados. Ao longo da aplicação das sequências propostas, os conhecimentos prévios dos alunos em relação à temática investigada serão considerados e, a partir desses, buscar-se-á a construção do conhecimento científico. Assim, as TLS foram estruturadas em cinco etapas, sendo essas compostas por diversas atividades, como: apresentação de vídeos, leituras de textos, realização de experimentos, discussões em grupo, elaboração de painéis e estudos dirigidos.

No quadro 01, apresentamos de forma sucinta, os critérios estruturantes utilizados para o delineamento da primeira TLS, definidos a partir dos elementos considerados na perspectiva

construtivista integrada, proposta por Méheut, bem como a partir de alguns elementos da ferramenta de desenho Engenharia Didática, também utilizada pela autora (SOARES, 2010).

Observa-se que na dimensão epistêmica foram elencados cinco aspectos e na dimensão pedagógica três aspectos foram considerados, enfocando a importância tanto do conhecimento a ser construído, como das relações inerentes ao processo de ensino-aprendizagem.

Quadro 1- Critérios estruturantes a partir da perspectiva construtivista integrada para o delineamento de TLS.

Dimensões	Critérios Estruturantes	
Dimensão Epistemológica	C1	Valorização das concepções prévias dos alunos e formas de elaboração conceitual.
	C2	Gênese histórica do conhecimento.
	C3	Aproximação entre conhecimento científico e mundo material.
	C4	Identificação de lacunas de aprendizagem.
	C5	Observação das trajetórias de aprendizagem.
Dimensão Pedagógica	C6	Exposição e discussão de idéias pelos alunos.
	C7	Estratégias para superar as lacunas de aprendizagem
	C8	Interação professor-aluno / aluno-aluno

Para estruturar a TLS a partir da Teoria da Atividade, consideramos os seguintes elementos: a atividade a ser desenvolvida, o sujeito da atividade, o objeto da atividade, o objetivo e o sistema de operações.

As sequências foram estruturadas e analisadas a partir dos critérios elencados na perspectiva construtivista integrada e na Teoria da Atividade, conforme descrito acima. As análises também buscaram identificar eventuais dificuldades que poderiam surgir quando da aplicação das mesmas, com relação, por exemplo, as dificuldades de realizar a transição do nível macroscópico para o nível microscópico, as diferenças estabelecidas entre as sequências delineadas e as possibilidades de utilizar a perspectiva construtivista integrada e a teoria da atividade de forma a se complementarem.

Resultados

Apresentamos no quadro 2 a TLS delineada considerando alguns elementos da perspectiva construtivista integrada, indicando os critérios estruturantes contemplados em cada etapa.

Quadro 2 – Sequência de ensino-aprendizagem estruturada considerando a perspectiva construtivista integrada.

Etapas	Atividades	Objetivos	Metodologia / Avaliação	Critérios Considerados	
01	Apresentação do vídeo: “De onde vem o vidro?”	- Apresentar a problemática a ser investigada, contextualizando o tema; - Identificar as concepções prévias dos alunos.	- Questões escritas (estudo dirigido 1) relacionadas ao tema investigado; - Discussão sobre o vídeo apresentado.	Registros, em vídeo, realizados ao longo de todas as atividades.	C1, C3, C4, C5, C6, C7 e C8.
	Discussão e sistematização, em pequenos grupos, sobre as respostas apresentadas no estudo dirigido 1.	- Promover a interação aluno-aluno, possibilitando o compartilhamento de idéias.	- Discussão.		

	Exposição das respostas dos grupos de alunos.	- Promover a socialização das concepções dos alunos sobre o tema abordado.	- Fórum.	
	Reelaboração das respostas às questões propostas no estudo dirigido 1.	- Possibilitar uma re-leitura das questões inicialmente levantadas.	- Questões escritas (estudo dirigido 1) relacionadas ao tema investigado.	
02	Leitura e discussão do texto: “Vidros: da Idade da Pedra à Atualidade”.	- Contextualizar a temática estudada dentro da história, da ciência e da tecnologia.	- Elaboração e apresentação de painéis a partir das discussões vivenciadas.	C2, C3, C4, C5, C6 e C8.
	Exposição e análise de imagens relacionadas a diversas aplicações do vidro.	- Relacionar a temática investigada com a sua importância na sociedade moderna.		
03	Realização de atividade experimental sobre Transição Vítea.	- Discutir aspectos estruturais de alguns materiais; - Discutir a transição de fase sólido-líquido para sólidos não-cristalinos.	- Elaboração de relatório.	C3, C4, C5, C6, C7 e C8.
04 / 05	Discussão, em grupos, sobre os aspectos macroscópicos e microscópicos da matéria, particularmente do vidro, a partir de algumas questões propostas.	- Caracterizar o vidro quanto aos estados físicos da matéria; - Conduzir os alunos à construção do conceito de estado “indeciso” da matéria.	- Apresentação oral do resultado das discussões realizadas em grupo sobre os aspectos macroscópicos e microscópicos da matéria; - Questões escritas relacionadas ao tema investigado; - Entrevista com os alunos, em grupo e individual.	C1, C3, C4, C5, C6, C7 e C8.

Conforme pode ser observado no quadro 2, diversas atividades foram planejadas a fim de contemplar a dimensão epistêmica, critérios C1, C2, C3, C4 e C5. Consideramos a exposição e a discussão do vídeo (etapa 1) como uma atividade motivacional e positiva na contextualização dos conceitos científicos, possibilitando, assim, a aproximação do conhecimento científico do mundo físico, ou seja, da realidade dos alunos, a partir do tema “de onde vem o vidro?”. A partir da discussão do vídeo e da aplicação de um estudo dirigido, espera-se identificar as concepções prévias dos alunos, que serão elementos norteadores no desenvolvimento das atividades seguintes.

A leitura e discussão do texto “Vidros: da Idade da Pedra à Atualidade”, a exposição e análise de imagens relacionadas a diversas aplicações do vidro (etapa 2) e a realização de uma atividade experimental (etapa 3) têm como finalidade trabalhar a gênese histórica do conhecimento abordado e também relacionar o conteúdo a ser apreendido com a história, a ciência e a tecnologia.

As etapas 4 e 5 também constituem possibilidades de contemplar a dimensão epistêmica, buscando superar possíveis lacunas conceituais, como a articulação entre os aspectos macroscópicos e microscópicos dos fenômenos observados.

A identificação de lacunas de aprendizagem e a observação das trajetórias de aprendizagem (critérios C4 e C5) serão contemplados através das diversas atividades desenvolvidas pelos alunos, como: elaboração de relatórios e de painéis, transcrição dos momentos de discussão, estudos dirigidos, fórum e entrevistas semi-estruturadas.

Quanto à dimensão pedagógica, foram utilizadas estratégias para a promoção de interações sociais na sala de aula, tanto entre o professor e os alunos como entre aluno e aluno. Algumas das atividades delineadas, visando contemplar essa dimensão foram: atividades de discussão e fórum – buscando possibilitar o compartilhamento de idéias e atividade experimental – buscando fundamentar discussões do ponto de vista científico e tecnológico. A socialização das concepções dos alunos sobre a temática abordada, a possibilidade de re-elaboração das respostas às questões propostas e o constante trabalho em grupos mobiliza os alunos ao trabalho em torno de um mesmo objetivo, incentivando a participação dos mesmos e permitindo que as possíveis lacunas de aprendizagem observadas sejam superadas.

Analisando a TLS descrita anteriormente, verifica-se que, embora os critérios estruturantes estabelecidos por Méheut tenham sido contemplados, algumas lacunas foram percebidas, como a identificação das ações dos sujeitos envolvidos nos processos de aprendizagem.

Com relação aos critérios de *justificação a priori* (MÉHEUT, 2005), verificamos que a TLS desenhada teve como objetivo: relacionar a temática abordada (os estados da matéria) com a história, ciência e tecnologia; caracterizar o vidro quanto aos estados da matéria; e construir conceitos relacionados aos estados da matéria. As possíveis dificuldades que serão vivenciadas durante o desenvolvimento das atividades propostas são: lacunas conceituais quanto à natureza da matéria e quanto à articulação entre o nível macroscópico e o nível microscópico; entendimento dos sujeitos mais perceptual do que conceitual; e dificuldades quanto à mudança de paradigma. Dessa forma, a TLS foi delineada buscando superar essas possíveis dificuldades e no sentido de possibilitar a observação dos caminhos de aprendizagem (learning pathways).

Apresentamos no quadro 3 a TLS delineada a partir de alguns elementos da Teoria da Atividade de Leontiev.

Quadro 3 – Sequência de ensino-aprendizagem estruturada a partir de alguns elementos da Teoria da Atividade.

ATIVIDADE	SUJEITO	OBJETO	OBJETIVOS	SISTEMAS DE OPERAÇÕES (AÇÕES)
Apresentação e análise de imagens relacionadas aos estados da matéria.	Alunos	Estados da matéria.	Contextualizar a temática investigada; Levantar as concepções prévias dos alunos.	Visualização; Discussão.
Estudo dirigido sobre os estados da matéria.				Resolução de questões.
Discussão sobre os aspectos macroscópicos e microscópicos da matéria, a partir da análise de diferentes materiais.		Estados “indecisos” da matéria.	Destacar as propriedades múltiplas dos objetos, utilizando a observação, a descrição, a comparação e a diferenciação; Determinar as propriedades necessárias e suficientes do objeto.	Discussão; Observação; Descrição; Comparação; Diferenciação.
Atividade experimental sobre Transição Vítreas		Conceito Transição Vítreas; Estados “indecisos” da matéria.	Estruturar concepções dos alunos sobre Transição Vítreas; Estabelecer relação entre os estados “indecisos” da matéria e o objeto	Realização do experimento; Identificação.

			analisado, através da identificação das propriedades necessárias e suficientes.	
Apresentação e discussão do vídeo: “De onde vem o vidro?”		Estudo dos vidros; Estados “indecisos” da matéria.	Contextualizar a temática estudada dentro da história, da ciência e da tecnologia; Relacionar a temática investigada com a sua importância na sociedade moderna; Caracterizar o vidro quanto aos estados da matéria, através da identificação das propriedades necessárias e suficientes.	Visualização; Leitura do texto; Discussão.
Leitura e discussão do texto: “Vidros: da Idade da Pedra à Atualidade”.				
Apresentação e análise de imagens relacionadas a diversas aplicações do vidro.				

Um novo enfoque na formação de conceitos, na perspectiva da Teoria da Atividade nos leva a privilegiar as ações relacionadas com sua formação. Observamos, assim, na sequência delineada no quadro 3, as ações que os sujeitos deverão desenvolver, bem como o objeto de cada atividade, uma vez que o caráter objetual é uma característica essencial da atividade humana, segundo Leontiev. Verificamos, ainda, que neste caso há uma inversão na ordem das atividades propostas. Buscamos, ao estruturar essa sequência, a definição do conceito científico a partir do conjunto de propriedades necessárias e suficientes que entram em sua definição (VIGOTSKY, 2007 e 2009). Dessa forma, partimos de um aspecto mais geral para um mais específico, o vidro, considerando importante tanto a construção da definição do conceito científico, no caso do conceito de estado da matéria, particularmente, dos estados “indecisos” da matéria, como a sua aplicação na solução de tarefas.

Consideramos que os alunos como sujeitos da ação, a relevância do objeto de aprendizagem, os objetivos das atividades e ações e o sistema de operações são aspectos que podem constituir como critérios para se estruturar sequências de ensino-aprendizagem, bem como permitem, após o seu desenvolvimento, a análise das ações realizadas em sala de aula visando a construção de conceitos científicos.

Sinalizamos, assim, que a teoria da atividade de Leontiev se apresenta como um recurso metodológico de grande importância para o planejamento de estratégias de ensino.

Algumas considerações

Neste estudo buscamos utilizar a perspectiva construtivista integrada, estabelecida por Méheut e a Teoria da Atividade de Leontiev como aportes teóricos e metodológicos para o desenho de sequências de ensino-aprendizagem visando a construção do conceito de estados da matéria.

A primeira sequência estruturada (quadro 2) mostra possibilidades de se contemplar as dimensões epistêmica e pedagógica, considerando, assim, a importância da construção de conceitos, bem como das interações necessárias durante o processo de ensino-aprendizagem. Já delinear as atividades em termos dos sujeitos da ação, dos objetos envolvidos, dos objetivos almejados e do sistema de operações, o que buscamos fazer no desenho da segunda sequência (quadro 3), possibilitou um mapeamento de como a sequência de aulas será vivenciada em termos de seus elementos constitutivos.

As duas sequências delineadas têm algumas semelhanças, contudo diferem essencialmente em alguns aspectos, como quanto à ordem das atividades estabelecidas. A TLS estruturada a partir da perspectiva integrada parte de um conceito mais específico (o vidro), vinculado à

realidade concreta, para um conceito mais geral (os estados da matéria), enquanto que a TLS estruturada a partir dos elementos da Teoria da Atividade apresenta a ordem inversa, considerando que os conceitos científicos são construídos a partir de uma generalização para uma especificação, considerando as propriedades necessárias e suficientes que entram na definição do conceito em questão.

Acreditamos que seja possível a conjunção dos critérios/elementos estruturantes explicitados nas propostas de Méheut e Leontiev, apresentando, assim, possibilidades para a estruturação de novas sequências de ensino-aprendizagem. Essas buscariam contemplar as dimensões epistêmica e pedagógica, bem como o papel do sujeito na atividade humana, considerando que é a atividade que medeia a relação entre o ser humano e a realidade a ser transformada por ele, potencializando, assim, as ferramentas utilizadas para o favorecimento da construção de conceitos científicos por parte dos alunos.

Como esse estudo constitui uma etapa inicial de uma pesquisa mais ampla, consideramos que o mesmo trouxe contribuições significativas para a pesquisa em andamento, uma vez que possibilitou a utilização e análise dos aportes teóricos e metodológicos em estudo. Um aprofundamento teórico se faz necessário, a fim de que seja realizada a articulação entre os referenciais teóricos utilizados. Como etapa seguinte da pesquisa, buscaremos trazer elementos estabelecidos por Galperin, realizando a articulação entre a perspectiva construtivista integrada e as teorias da atividade e de assimilação das ações mentais por etapas, pois é a teoria de assimilação que estabelece a progressão das formas externas de expressão - ação e linguagem – para formas internas de pensamento, indicando, assim, como se dá a transformação da atividade externa/material para a atividade interna/mental.

Dessa forma, sinalizamos a importância de investigações que tomem por base os referenciais teóricos apresentados para uma melhor compreensão do planejamento de sequências de ensino-aprendizagem para a construção de conceitos científicos no ensino de ciências, mais particularmente no ensino de física. Assim, daremos continuidade à pesquisa buscando o desenho de uma TLS ainda mais consistente a fim de possibilitar a apropriação de significados sobre os estados da matéria.

REFERÊNCIAS

- BARKER, V. **Beyond appearances: students' misconception about basic chemical ideas**. 2 ed. Londres: Royal Society of Chemistry, 2004.
- BENARROCH, A. El desarrollo cognoscitivo de los estudiantes en el área de la naturaleza corpuscular de la materia. **Enseñanza de las Ciencias**, v.2, n. 18, p. 235-246, 2000.
- EICHLER, M. L.; PARRAT-DAYAN, S.; FAGUNDES, L. da C. Concepções de adolescentes e de adultos sobre as mudanças de estado do éter. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 7, n. 1, p. 131-156, 2008.
- EICHLER, M. L. **Modelos causais de adolescentes e de adultos para as mudanças de estado e a transformação química da matéria**. Tese (Doutorado em Psicologia do Desenvolvimento). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004. 363f.
- FIRME, R. do N.; AMARAL, E. M. R do. Abordagens CTS como propostas contemporâneas para o ensino de ciências: analisando ações de estudantes orientadas para a aprendizagem de conceitos científicos. Em **Anais do IV Colóquio Internacional Educação e Contemporaneidade**. Laranjeiras: UFSE, 2010.
- KUHN, T. S. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. Trad. Beatriz Vianna e Nelson Boeira. São Paulo: Editora Perspectiva, 2003. 7 ed. 257p.

LEACH, J.; AMETLLER, J.; HIND, A.; LEWIS, J. e SCOTT, P. **Desining and evaluating short science teaching sequences: improving student learning.** In: BORESMA, K. et al (Eds.) *Research and Quality of Science Education*. Holanda: Spring, 2005, p. 209-220.

LEONTIEV, A. N. **Actividad, Conciencia y Personalidad.** Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1985.

LOBATO, T.; GRECA, I. M. Análise da inserção de conteúdos de teoria quântica nos currículos de física do ensino médio. **Ciência e Educação**, v. 11, n. 1, p. 119-132, 2005.

MACHADO, S. S. L.; JOUCOSKI, E.; SILVA, J. S. A. **O ensino de física contemporânea sob uma perspectiva histórico filosófica:** a estrutura da matéria e o caso dos condensados bosônicos. In: XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física, Rio de Janeiro, 2005. p. 102-102.

MCINTYRE, D. Bridging the gap between research and practice. **Cambridge Journal of Education**, v. 35, n. 3, p. 357-382, nov. 2005.

MÉHEUT, M. **Teaching-learning sequences tools for learning and/or research.** In: BORESMA, K; *et al* (eds.) *Research and Quality of Science Education*. Holanda: Spring, 2005, p. 195-207.

MÉHEUT, M.; PSILLOS, D. Teaching-Learning Sequences. Aims and tools for science education. **International Journal of Science Education**, v. 26, n. 5, p. 515-535, 2004.

NAKHLEH, M. B.; SAMARAPUNGAVAN, A.; SAGLAM Y. Middle school students' beliefs about matter. **Journal of Research in Science Teaching**, n. 42, p. 581-612, 2005.

NÚÑEZ, I. B. **Vygotsky, Leontiev e Galperin:** formação de conceitos e princípios didáticos. Brasília: Liber Livro, 2009.

PAPON, P. **A matéria em todos os seus estados.** Trad. Maria Fernanda Oliveira. Lisboa: Instituto Piaget. 2001. 278p.

PONTELO, I.; MOREIRA, A. F. A teoria da atividade como referencial de análise de práticas educativas. Em **Anais do I Seminário Nacional de Educação Profissional e Tecnológica.** Minas Gerais: CEFET-MG, 2008.

REZENDE JR, M. F. **O processo de conceitualização em situações diferenciadas na formação inicial de professores de física.** Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006. 288f.

SAMSRLA, E. E.; EICHLER, M. L.; PINO, J. C. D. A elaboração conceitual em realidade escolar de noções de conservação da matéria. **Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 3, p. 496-521, 2007.

SILVA, S. M.; MARQUES, P. L. F.; EICHLER, M. L. Concepções alternativas de calouros de química para os estados de agregação da matéria, a solubilidade e a expansão térmica do ar. Em **Atas do V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências.** Bauru: UNESP, 2005.

SOARES, R. F. **Construção conceitual e desenho de sequências de ensino-aprendizagem sobre fungos:** uma proposta para professores das séries iniciais. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemático). Universidade Federal Rural de Pernambuco: Recife, 2010. 156f.

VIGOTSKY, L. S. **A Construção do Pensamento e da Linguagem.** 2 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2009.

_____. **A Formação Social da Mente.** 7 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.