

Produção de um material didático para o ensino de química baseado no modelo da mudança conceitual

RESUMO

Roberto Alves de Sousa Luz

robertoluz@ufpi.edu.br

0000-0003-0045-6959

Universidade Federal do Piauí, Teresina,
Piauí, Brasil.

Ecton Elliton Feitoza de Almeida

ectonquimicando@gmail.com

0000-0003-0871-3526

Universidade Federal do Piauí, Teresina,
Piauí, Brasil.

A elaboração de materiais didáticos fundamentada em pressupostos teóricos da pesquisa em ensino de química pode auxiliar professores em sua prática pedagógica em sala de aula. O objetivo deste trabalho foi o desenvolvimento de um material didático baseado no modelo da mudança conceitual e a discussão do seu potencial de aplicação no ensino médio. Identificação das ideias dos estudantes, questionamento de suas concepções iniciais, apresentação de novos conceitos e sua aplicação em outros contextos foram os parâmetros utilizados na produção do material. Discutiu-se a proposta confrontando-a com o que a literatura específica aborda. Assim, foi possível verificar como o material didático tem potencial em auxiliar professores na sua ação pedagógica, tendo a possibilidade de ter em mãos uma proposição que se fundamenta em teorias de aprendizagem, de fácil linguagem e flexível às diferentes situações em sala de aula.

PALAVRAS-CHAVE: Transposição didática. Estratégias de ensino-aprendizagem. Teorias de aprendizagem. Proposta metodológica. Ensino médio.

SITUANDO O PROBLEMA DE PESQUISA

Há uma vasta literatura referente às discussões realizadas sobre as diversas teorias de aprendizagem (ILLERIS, 2013; MOREIRA, 1999; POZO, 2008; VASCONCELOS; PRAIA; ALMEIDA, 2003). Existem também diversos recursos e métodos com o objetivo de uma melhoria da ação docente. Mas como tudo isso pode ser colocado de modo prático aos alunos na construção de seu conhecimento? Como o professor pode usar todas essas estratégias e ferramentas e aplicá-las em sala de aula?

Para o caso específico da química, ainda há uma carência de material que possa orientar o professor a usufruir das mais diferentes estratégias pedagógicas. Mesmo que haja um significativo desenvolvimento das pesquisas em Educação Química, existem algumas resistências em seu reconhecimento acadêmico. A realização da pesquisa na área ainda está muito atrelada a formação de bacharéis. As concepções no que diz respeito sobre os processos de formação docente e de ensino-aprendizagem de química são discutidas de modo muito simplista, na qual o domínio do conhecimento químico por parte do professor é condição necessária, mas não suficiente (SCHNETZLER; SOUZA, 2018).

Indicadores educacionais como o IDEB (Índice de Desenvolvimento da Educação Básica) e o PISA (Programa Internacional de Avaliação dos Estudantes) indicam dados importantes que servem como referências para auxiliar na orientação de ações e políticas, visando à melhoria do desempenho da educação brasileira. Porém, os resultados advindos desses indicadores revelam o quanto o Brasil ainda necessita avançar para que seja possível obter melhores desempenhos, como é o caso do IDEB, onde as metas propostas não são alcançadas. Além disso, quando comparado a outras nações, como é o caso do PISA, o Brasil fica abaixo da média dos demais países que fazem parte da OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico), entidade tal coordenadora do programa (BRASIL, 2017, 2019).

Os problemas a serem enfrentados no ensino de química são complexos e distintos, porém, uma das estratégias que pode ser utilizada é a aplicação das teorias de aprendizagem na ação docente do professor. No entanto, o modelo de formação dos professores ainda é calcado dentro de um modelo de ensino tradicional, tendo como fundamento básico a transmissão de conhecimentos considerados como verdadeiros. Dessa forma, é necessário que a formação inicial e continuada tenham em vista a possibilidade de os professores refletirem sobre o que seria ensinar e aprender ciências. O intuito é romper com os moldes da racionalidade técnica que perpetuam nesses programas e transformar os mecanismos de reflexão em ações (OLIVEIRA; OBARA, 2018).

É dentro dessa perspectiva que a elaboração de materiais didáticos fundamentada em pressupostos teóricos da pesquisa em ensino de química pode auxiliar licenciandos e professores na transposição didática do conteúdo químico em sala de aula.

Professores e pesquisadores da área de ensino de química têm buscado uma maior atenção à importância da produção de materiais didáticos (CUNHA *et al.*, 2015). Para Olga (2007, p. 21), materiais didáticos são “recursos utilizados em um procedimento de ensino, visando à estimulação do aluno e à sua aproximação do conteúdo”. Santos (2007) defende a aplicação de materiais didáticos que auxiliem

a abordagem do conteúdo por meio da aproximação do mundo real ao ambiente escolar, que podem ser facilmente adaptados a um contexto escolar específico, sendo assim, mais flexíveis a diferentes situações em sala de aula.

Cunha *et al.* (2015, p. 191) defendem que “é necessário oferecer maior atenção às linhas de pesquisa em produção de material didático, especificamente na área do ensino de química [...], com a finalidade de avaliar e analisar quais os métodos e materiais trabalhados em sala de aula”. Dessa forma, a mediação dos conteúdos da disciplina pode ser realizada de uma maneira mais integrada e contextualizada com as vivências do aluno e não apenas citando em seus textos “fatos do cotidiano” como meros exemplos, promovendo assim, uma aprendizagem mais significativa (CUNHA *et al.*, 2015; LOGUERCIO; SAMRSLA; PINO, 2001).

Um dos principais obstáculos na prática docente é a elaboração de aulas que possam envolver diretamente os estudantes, uma vez que na maioria dos casos o professor se apoia apenas no livro didático. Souza, Siqueira e Lima (2015) discutem que os materiais didáticos devem abranger o uso de uma diversidade de recursos e metodologias, como jogos, experimentos, vídeos, textos, softwares e mapas conceituais, em que a aplicação dessas ferramentas se faz por meio da mediação do professor dentro do processo de ensino-aprendizagem.

Porém, a utilização de diferentes estratégias não pode ser considerada como a única direção para que o material didático seja considerado inovador. Deve haver abertura para o diálogo entre professor e aluno, em que as interações discursivas entre as partes devem ser estimuladas a fim de se construir conhecimento (SOUZA; SIQUEIRA; LIMA, 2015). Para que esse diálogo aconteça é indispensável que o material produzido seja baseado em algum referencial teórico-metodológico.

É importante que os professores reconheçam os teóricos da área de ensino de ciências e possam ser sensíveis quanto às estratégias e aos métodos realizados em pesquisas que possuem um escopo teórico, por já terem sido aplicadas e discutidas dentro de uma estrutura mais rígida que a pesquisa demanda. Contudo, quando essa análise não acontece, há uma prática pedagógica muito baseada no senso comum.

Este fato pode ser interpretado como resultado da pouca familiaridade dos professores com as contribuições da pesquisa e inovação didática e, mais ainda, pode ser interpretado com expressão de uma imagem espontânea do ensino, concebido como algo **essencialmente simples**, para o qual basta um bom conhecimento da matéria, algo de prática e alguns complementos psicopedagógicos (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 1995, p. 14) [grifo nosso].

Tratando de algo tão complexo como a sala de aula, a simples aplicação de técnicas para a resolução de problemas não se sustenta. Colocando o professor como investigador que deve possuir uma conversação reflexiva com a sua atuação, Schön (2007), enfatiza que o modelo da racionalidade técnica nas ações humanas, em que profissionais solucionam problemas instrumentais por meios técnicos, se torna radicalmente incompleto, pois tal perspectiva se mantém fora do contexto da prática desde a formação do profissional até a sua atuação de ofício.

Diante do exposto, o objetivo principal deste trabalho foi o desenvolvimento de um material didático, construído com base no modelo da mudança conceitual (AGUIAR JR., 2001; CAMPOS; NIGRO, 1999; CUNHA, 2001; DISESSA, 2014; DRIVER *et al.* 1999; MORAIS; SIMÕES NETO; FERREIRA, 2014; MORTIMER, 1996; PEREIRA,

2017) e a discussão do seu potencial de aplicação como estratégia pedagógica para auxiliar a prática escolar de professores de química do ensino médio.

O MODELO DA MUDANÇA CONCEITUAL

Pesquisas têm sido realizadas para a discussão do Modelo da Mudança Conceitual desde a década de 1960 pela História e Filosofia da Ciência, se tornando um movimento internacional (PEREIRA, 2017). Disessa (2014) enfatiza o termo “mudança” em vez da simples aquisição de ideias, pois, os alunos, na construção de novos conhecimentos, devem fazê-la diante do contexto de suas antigas concepções, tendo assim, uma de suas primeiras e principais dificuldades. Para sanar esses problemas, existe, hoje, um novo programa de pesquisa em mudança conceitual, que nasceu da convergência de vários campos, como nas ciências da natureza, na história, na matemática, na medicina, na saúde e até nas ciências políticas (PEREIRA, 2017).

Discussões, questionamentos e problematização são princípios fundamentais para o modelo de aprendizagem por mudança conceitual, sendo necessárias atividades de intervenções do professor que provoquem o pensamento e a reflexão por parte do aluno, em que este deve argumentar e encontrar evidências que deem apoio às suas afirmações (CUNHA, 2001; DRIVER *et al.*, 1999). A partir desse entendimento, existem equívocos quanto à utilização do modelo. Mortimer (1996, p. 23) aborda que há uma “crença de que as ideias alternativas das crianças poderão ser transformadas em ideias científicas”. O mesmo autor critica que em muitos casos existe uma expectativa em que os estudantes devam abandonar as suas ideias prévias a fim de serem substituídas por outras mais bem estruturadas durante o processo de ensino.

Mortimer (1994), em sua tese de doutorado, discute que não é adequado que o processo de ensino-aprendizagem seja caracterizado somente como um meio de substituição de ideias prévias dos alunos por ideias científicas. Logo, pode-se assumir o discurso de Pereira (2017, p. 226), em que “a mudança conceitual é vista como um processo evolucionário que envolve revisão, refinamento e reorganização do conhecimento inicial, na tentativa de se conectar de forma mais produtiva a um quadro conceitual mais normativo”.

Em uma perspectiva construtivista, processos pessoais, motivacionais, sociais e históricos são elementos que influenciam os indivíduos no processo de mudança conceitual (PEREIRA, 2017). Cunha (2001) cita que professores com crenças construtivistas são mais eficazes na utilização do modelo de mudança conceitual, buscando estratégias mais variadas para promover a mudança conceitual, já que compreendem que o processo de ensino-aprendizagem é gerado a partir das concepções alternativas dos alunos. Desta forma, é importante compreender que a mudança conceitual é um processo lento e gradual, em que as informações científicas são adicionadas às crenças e às suposições prévias dos estudantes, até que as mesmas sejam reestruturadas de modo que o próprio estudante tenha a intencionalidade de torná-las consistentes às teorias científicas atualmente aceitas (CUNHA, 2001; HASHWEH, 1996).

Sendo assim, neste trabalho adotou-se o modelo da mudança conceitual (AGUIAR JR., 2001; CAMPOS; NIGRO, 1999; CUNHA, 2001; DISESSA, 2014; DRIVER *et al.* 1999; MORAIS; SIMÕES NETO; FERREIRA, 2014; MORTIMER, 1996; PEREIRA,

2017) como base na produção de um material didático voltado para o ensino de conteúdos químicos do 1º ano do ensino médio que possa auxiliar professores a ministrarem suas aulas e construir conhecimento de forma mais efetiva com seus alunos.

METODOLOGIA

A pesquisa em estudo se caracterizou como de natureza básica com uma abordagem qualitativa. Foi produzido um material didático para a disciplina de química com foco nas aulas iniciais do 1º ano do ensino médio (Tabela 1). Ao todo foram elaboradas nove aulas que descrevem diferentes estratégias que o professor pode usar durante a transposição didática do conteúdo proposto. O modelo criado para cada tópico foi chamado como “aula recheada”, que se constitui como uma estratégia de ação descritivo e detalhado para o docente.

Para cada aula recheada foi produzido um vídeo em formato de animação, por meio do software Powtoon, que resume a proposta abordada de uma maneira mais dinâmica. Todo o material foi disponibilizado gratuitamente na plataforma YouTube numa série de vídeos intitulada “3 minutos com a Química”, que pode ser acessada através do link <http://abre.ai/3minquimica> ou pela leitura do QR Code abaixo:

Figura 1 – QR Code



Fonte: Autores.

O internauta acessa o canal, assiste ao vídeo e pode realizar o download de todas as aulas recheadas (e anexos) em formato PDF, por meio de links disponibilizados na descrição de cada vídeo.

As nove aulas foram divididas em unidades de acordo com afinidades de abordagens conceituais dentro de uma estrutura lógica de conteúdos químicos categorizados de modo semelhante a diferentes livros didáticos do ensino médio que auxiliaram na elaboração do material (FONSECA, 2016; LISBOA, 2016; SANTOS; MÓL, 2005). No quadro 1 há a relação da sequência adotada.

Na elaboração de cada aula, foi realizado um compilado de diferentes pontos de vista para a construção do material tendo como base o modelo da mudança conceitual, com a finalidade de estruturá-lo em diferentes etapas: (a) a identificação das ideias dos estudantes (DISESSA, 2014; DRIVER *et al.* 1999; MORTIMER, 1996); (b) o questionamento de suas concepções iniciais (CUNHA, 2001; DRIVER *et al.* 1999); (c) a apresentação de novos conceitos (AGUIAR JR., 2001; DRIVER *et al.* 1999; PEREIRA, 2017); (d) a utilização das novas ideias em

outros contextos (CAMPOS; NIGRO, 1999; DRIVER *et al.* 1999; MORAIS; SIMÕES NETO; FERREIRA, 2014).

Quadro 1 – Descrição da sequência didática adotada

Unidade	Aula	Conteúdo	Nome da Aula Recheada
Unidade 1 – Matéria e Energia	1	Matéria e Energia	Que a “Matéria” esteja com você!
Unidade 2 – Propriedades Gerais da Matéria: grandezas físicas	2	Temperatura e Pressão	Esquente, puxe, empurre, observe, analise, [...] e reflita
	3	Densidade	O mistério da coroa
	4	Solubilidade	Juntos e misturados
Unidade 3 – Propriedades Gerais e Específicas da Matéria	5	Indícios de Fenômenos Químicos	Aqui em casa tem química
	6	Mudanças dos Estados Físicos da Matéria	Mudando de fase
Unidade 4 – Leis Ponderais	7	Lei de Lavoisier (Lei da Conservação das Massas)	Pesando uma reação química
	8	Lei de Proust (Lei das Proporções Constantes ou Definidas)	Vamos fazer um bolo?
Unidade 5 – Substâncias e Misturas	9	Métodos de Separação	Lavando água

Fonte: Autores (2020).

Importante citar que a sequência proposta foi estabelecida em referência a certos livros didáticos de ensino médio escolhidos (FONSECA, 2016; LISBOA, 2016; SANTOS; MÓL, 2005). Porém, as aulas e a sua sequência podem ser adaptadas de acordo com o planejamento do professor e da escola que pretender aplicar o material proposto.

No próximo tópico, em destaque, recortes de algumas aulas recheadas, discutindo cada etapa mencionada acima, as confrontando com o que a literatura aborda, as fundamentando também com o auxílio de diferentes teorias.

DISCUTINDO A PROPOSTA

Semelhante ao que defendem Driver *et al.* (1999), o material didático tem como propósito não o abandono das ideias do senso comum por parte dos estudantes, mas a utilização dessas concepções iniciais para o desenvolvimento da aula e a abordagem do conteúdo, possibilitando uma aprendizagem mais efetiva. Nessa estratégia, o professor tem um papel fundamental, sendo ele o foco principal. A sua leitura do ambiente em sala de aula é essencial, para quando for o caso, servir como mediador no aperfeiçoamento ou na substituição das concepções prévias dos alunos por conhecimentos mais bem elaborados e condizentes com o científico. A reflexão crítica sobre a sua prática docente é primordial, pensando na evolução da ação que foi realizada ontem, a fim de melhorar o hoje, indo de encontro a uma formação permanente (FREIRE, 1996).

O material didático proposto foi elaborado dentro dessas premissas. Nos tópicos seguintes, descreve-se o potencial de aplicação que ele possui no campo da mudança conceitual.

I. A identificação das ideias dos estudantes

Locke (1999), na obra “Ensaio acerca do entendimento do homem” defende que no momento do nascimento, o intelecto do ser humano se constitui como uma “tábula rasa”, ou seja, uma espécie de papel em branco em que existe nada escrito, e que o conhecimento adquirido por esse sujeito, enriquecendo o seu intelecto, vai se tornando um “papel impresso”, sendo proveniente de suas experiências vivenciadas. Isso leva ao entendimento que os estudantes podem chegar nas salas de aula recheados de concepções alternativas e é, a partir daí, através de uma visão construtivista, que o processo de ensino-aprendizagem pode ser iniciado. A identificação das ideias prévias dos estudantes é o primeiro ponto a ser considerado no modelo de mudança conceitual.

Tomando como exemplo as aulas recheadas 1, 6 e 9. Logo abaixo, há uma transcrição de um trecho da aula 1 – Matéria e Energia – por meio da qual o professor pode instigar os alunos, de acordo com as suas concepções iniciais, a conceituarem o que seria matéria. Além disso, eles também devem descrever características e os devidos usos desses materiais para a humanidade.

*“Peça para que os alunos observem por toda a sala e digam o **que eles acham que é matéria**. Mas não apresente o conceito para eles. Tome como exemplo alguns objetos que eles escolheram e faça com que apontem algumas características e usos que o ser humano faz com tais objetos. **Questione os alunos do porquê** eles acham que as suas escolhas podem ser definidas como matéria.*

Leve também à sala de aula alguns objetos (chaves, borrachas, lápis, copo com água, algodão, pincel, pedaço de papel, clipes etc.) e peça para que eles se reúnam em grupos de três ou quatro e divida esses objetos entre os grupos. Faça com que os alunos listem em seus cadernos e discutam as características desses objetos (por exemplo, o objeto é duro ou macio, possui brilho, cheiro, cor etc.) e suas devidas utilidades para a humanidade.”

Em seguida, também na aula 1, há a instrução ao professor sobre o uso da estratégia do modelo de mudança conceitual identificando o modo em que a proposta pode ser iniciada, conforme o trecho abaixo:

*“Use as **concepções iniciais** dos alunos para iniciar as discussões. Podemos trabalhar com os seus próprios conceitos predefinidos a fim de **aperfeiçoá-los** ou **substituí-los** para algo mais bem elaborado, ou seja, usaremos então um processo de mudança conceitual a partir da **Teoria das Concepções Alternativas**.”*

Nas aulas recheadas 6 e 9 (trechos 1 e 2, respectivamente), há pequenos questionamentos que podem servir como uma avaliação prognóstica, que de acordo com Hadji (2001), possui como finalidade um ajuste mútuo entre o aprendiz e o programa de estudo, que deverá ser adaptado aos conhecimentos e competências atuais do aluno.

Trecho 1 (aula 6 – Mudanças dos Estados Físicos da Matéria):

“Inicie a aula fazendo alguns questionamentos à classe:

a) Quando colocamos uma roupa molhada no varal, o que acontece com a água durante o processo de secagem dessa roupa?

b) O que ocorre com a água desde quando ela se encontra em rios, lagos ou mares até ela se precipitar em chuva? Existem transformações físicas dessa água para que ocorra a chuva? As duas perguntas acima poderão servir como direção a fim de apresentar alguns exemplos.”

Trecho 2 (aula 9 – Métodos de Separação):

“a) Qual é a utilização da água em nosso dia a dia?; b) Por que tratar a água para o nosso consumo é importante?; c) Se cerca de 71% da superfície do planeta Terra é constituída por água, por que ouvimos tanto sobre escassez desse bem de consumo?; d) O que nos impede de usar a água do mar? Ela está lá disponível; e) O que o flúor e o cloro têm haver com o tratamento da água?”

Disessa (2014) destaca que as concepções dos alunos, em muitos casos, se consistem em elementos quase que independentes. Porém, é possível adotar as ideias mais produtivas e refiná-las para criar conceitos normativos, em vez de rejeitar completamente as ideias iniciais do discente. É neste momento que o professor deve identificar as “falsas crenças” dos alunos quanto ao conteúdo exposto em sala e questioná-los quanto a veracidade das hipóteses na qual eles acreditam. Logo no início das aulas recheadas 1, 6 e 9, os alunos são questionados a responderem sobre determinados conceitos (como matéria) e diferentes situações do cotidiano (a exemplo, a importância do tratamento de água para o consumo da humanidade). Através da identificação das ideias iniciais dos estudantes é possível verificar como eles interpretam o mundo em que vivem.

II. O questionamento das concepções iniciais dos estudantes

Pozo e Crespo (2009) afirmam que é necessário pensar em diversas estratégias para que o saber dos discentes possa progredir de conhecimentos intuitivos para científicos. No material didático proposto, os alunos devem ser questionados a respeito de um tema relacionado ao conteúdo que será exposto em sala de aula. Dessa forma, eles podem expor as suas concepções logo no início e ao decorrer do desenvolvimento do conteúdo as suas respostas estarão sendo conflitadas de modo que eles possam questionar as suas próprias convicções.

Na aula 9 (como transcrito anteriormente no trecho 2), há uma abordagem de situações problema para que o aluno seja inserido ao conteúdo de modo que possa resgatar nas suas concepções um caráter mais crítico ao ser questionado por situações de valor social.

A relevância na abordagem de **SITUAÇÕES PROBLEMA** do cotidiano [...] [poderá] permitir também refletir sobre os processos da ciência e da tecnologia bem como as suas inter-relações com a sociedade e ambiente, facultando aos alunos uma aprendizagem científica e tecnológica, uma maior possibilidade de **tomar decisões informadas, de agir** responsabilmente, bem como de permitir o desenvolvimento de atitudes e valores (CACHAPUZ; JORGE; PRAIA, 2002, p. 3) [grifos nossos].

Nas aulas recheadas 6 e 8, seguiu-se a aplicação de softwares educacionais. Na aula 6 (Mudanças dos Estados Físicos da Matéria), o software proposto foi desenvolvido pela Universidade do Colorado (EUA), por meio da plataforma *PhET Interactive Simulations*, ou simplesmente, *PhET Colorado*. Para o caso do conteúdo proposto, o programa simula os diferentes comportamentos da matéria quanto às

suas distintas transformações físicas. O *PhET Interactive Simulations* possui conteúdo gratuito em português e com a possibilidade de download das simulações. Além disso, possui fácil e intuitivo manuseado.

Na aula 8 (Lei de Proust) sugere-se a manipulação de dois softwares. O primeiro produzido pelo Laboratório Didático Virtual (LabVirt), da Universidade de São Paulo, coordenado pela Faculdade de Educação, da mesma instituição. O programa desafia os alunos a acertarem a proporção correta de ingredientes na produção de um bolo. O segundo *software* proposto foi produzido pelo Grupo de Pesquisa e Produção de Ambientes Interativos e Objetos e Aprendizagem (PROATIVA) da Universidade Federal do Ceará, que instiga o aluno a resolver uma série de pequenos desafios quanto à proporção exata na formação de diferentes compostos químicos.

A manipulação de equipamentos digitais pode influenciar positivamente no maior interesse dos alunos com a aula. É por meio da interação com a máquina que o aluno será confrontado. Na aula 6 (trecho 3 citado logo abaixo), por exemplo, o aluno deve analisar e discutir sobre o que está sendo observado na tela do programa quando há uma mudança de agregação de estados físicos de determinadas espécies químicas.

Trecho 3 (aula 6):

“O professor pode usar o oxigênio como exemplo, pedindo para os grupos alternarem o seu estado, analisarem e discutirem o que é possível ser observado. Dessa forma, com o auxílio visual do software, é possível discutir as duas principais razões que diferem os estados de agregação da matéria: a rigidez do empacotamento das partículas (o quanto as partículas estão unidas uma das outras) e a intensidade da força atrativa entre essas partículas (as forças intermoleculares).”

De forma semelhante, quando o professor orienta o uso do software, como descrito no trecho 4, é possível o aprendiz observar o que ocorre com as partículas quando o sistema é resfriado ou aquecido e tirar as suas conclusões a respeito do fenômeno simulado.

Trecho 4 (aula 6):

“Deixe que seus alunos manipulem esta página do software livremente. Mas oriente que eles analisem as mudanças observadas em cada procedimento, como por exemplo, ao fazer diferentes escolhas na aba de ‘Átomos & Moléculas’ aquecendo e esfriando o sistema. Será possível verificar que com a elevação da temperatura haverá maior vibração das partículas, o inverso acontece quando o sistema é resfriado. Nesta etapa, os alunos poderão descobrir tais fenômenos por eles mesmos. A curiosidade será a ferramenta primordial aqui. Aguarde se algum aluno irá questionar o fato de a água ter seu maior volume no estado sólido do que no líquido. Caso não haja tal observação questione se eles verificaram algo diferente para essa substância. Então pergunte: Por que uma garrafa de água estoura, quando muito cheia, deixada para ser congelada? Eles aproveitam e pesquisam as possíveis respostas pela web.”

Na proposta da aula recheada 8 – Lei de Proust (Lei das Proporções Constantes ou Definidas) – todos os grupos devem trocar ideias, discutir e chegar a uma solução para o problema proposto no software que será manipulado. Cachapuz, Jorge e Praia (2002) defendem que qualquer conceito está articulado de modo complexo com outros conceitos, ou seja, há uma rede de conceitos. O modelo da

mudança conceitual visa uma reorganização conceitual de um modo qualitativamente diferente e não apenas uma alteração ou mera substituição de um determinado conceito.

Na aula recheada 7, com a abordagem da Lei de Lavoisier, é proposto que os alunos realizem uma atividade experimental, observem o ocorrido e respondem aos questionamentos do roteiro da prática. Logo em seguida, recomenda-se que o professor apresente aos alunos um trecho da obra “Tratado Elementar de Química”, em que Antoine Lavoisier descreve os princípios da Lei da Conservação das Massas. Os alunos devem confrontar as suas respostas já elaboradas com o que Lavoisier defende em sua obra. Sugere-se o uso da estratégia *brainstorming* (tempestade de ideias), que consiste em “uma técnica muito divulgada na dinâmica de grupos visando a resolução de situações problema ou o debate de questões polêmicas pelo contributo/debate das ideias de todos os elementos de um grupo” (COUTINHO; BOTTENTUIT JUNIOR, 2007, p. 108).

Nessa “tempestade de ideias”, o professor tem um papel primordial, onde assume uma posição de provocador, sugerindo propostas alternativas aos seus alunos que devem ser capazes de estimular o diálogo e a cooperação, lhes gerando dúvidas, assumindo, assim, uma atitude reflexiva e investigativa, tendo por objetivo principal estimular o aluno a “aprender a pensar” (MORAIS; SIMÕES NETO; FERREIRA, 2014).

A constante interação de ideias entre os alunos recria, reinterpreta e ressignifica informações e conceitos, na qual a linguagem (a comunicação entre os participantes) se constitui em um forte meio de interação social, assim como embasa a Teoria Sociocultural de Vygotski (CUNHA; GIORDAN, 2012; VYGOTSKI, 1991).

III. A apresentação de novos conceitos

É nesta etapa que o professor introduz os conceitos mais científicos e negocia com os alunos o aperfeiçoamento ou a reorganização de suas concepções já presentes. Nas aulas recheadas 4 e 5, que trazem como conteúdo a solubilidade e os indícios de fenômenos químicos, respectivamente, os alunos vão observar os fenômenos por meio de atividades práticas e discutir entre si o que está ocorrendo. O professor os provoca a explicarem as situações observadas. Ao passo que é proposto o questionamento das ideias prévias dos aprendizes quando estes são desafiados a discutirem sobre o ocorrido nos experimentos, há também a apresentação e a negociação de conceitos e valores entre professor e aluno na exposição do conteúdo da aula.

Uma proposta em que a apropriação dos conceitos de um determinado conteúdo se faz por meio do desenvolvimento de uma aula mais dinâmica e prática se caracteriza em uma abordagem alternativa quando comparado ao modelo tradicional de ensino embutido nas salas de aula. No entanto, não é apenas por meio da introdução de atividades mais interessantes que a aprendizagem do aluno será construída de modo automático e espontâneo (CAMPOS; NIGRO, 1999; MORAIS; SIMÕES NETO; FERREIRA, 2014). É necessário que o aluno encontre sentido no conteúdo abordado e, assim, possa compreendê-lo como uma interpretação da realidade. É por meio da observação e da investigação das características e das propriedades da matéria que a química baseia os seus

estudos, verificando as possibilidades de aplicação de tais materiais por meio dos resultados obtidos. Desse modo, Aguiar Jr. diz que:

[...] a aprendizagem efetiva e duradoura em ciências envolve um processo lento de mudanças que deve dirigir-se não apenas para a assimilação de conceitos em um dado campo, quanto para novos modos de raciocínio, demandas epistemológicas e valores cognitivos (AGUIAR JR., 2001, p. 84).

Abaixo, há um trecho da aula recheada 4:

*“Deixe os materiais disponíveis em uma mesa. Somente o ‘provedor’ de cada grupo se deslocará para pegar os itens que serão utilizados. Diga para cada grupo adicionar em um tubo de ensaio aproximadamente 5 mL de água. Com a espátula (ou tampa de caneta), eles devem colocar uma pequena quantidade de sal de cozinha. Os tubos devem ser agitados com cuidado. Pergunte à classe o que foi possível ser observado. O sal de cozinha irá se dissolver, fale que este se trata do **soluto**, a água do **solvente** e a mistura entre esses dois componentes é definida como **solução**. Então diga que cada grupo deve discutir entre si como eles poderiam conceituar ‘solução’, ‘soluto’ e ‘solvente’. [...] O professor deve então **analisar** bem as propostas das definições de cada grupo e **mediar** caso estas estejam muito incompatíveis ao que a literatura aborda. Assim, os próprios alunos conceituam os termos **solução, soluto e solvente**”.*

A atividade prática prossegue e termos como solubilidade, mistura homogênea, mistura heterogênea, graus de solubilidade e solução saturada podem ser discutidos a partir do que os alunos observam em cada etapa do experimento. É nesse manuseio dos instrumentos do experimento, na observação e na análise dos fenômenos e na discussão do conteúdo abordado que, Cunha (2001, p. 239), corrobora, que “na construção de novos conhecimentos participam, além da razão, a imaginação, a intuição e a criação”.

Na aula recheada 5, antes mesmo da etapa presencial da aula, os alunos devem realizar uma breve pesquisa sobre propriedades organolépticas. Em classe, há o questionamento e a apresentação de novos conhecimentos, como descrito no seguinte trecho.

*“[...] cada grupo, nesses dias que antecipam a aula prática, deve pesquisar o que seria **propriedades organolépticas** e descrever, de acordo com as instruções contidas no rótulo de cada produto que será usado na prática, os cuidados que devem ser tomados na sua manipulação. Em aula, cada ‘orador’ apresenta à classe as informações obtidas.*

*Questione [o professor] esses cuidados e o modo de identificar as substâncias a partir das propriedades organolépticas. Aguarde as argumentações e deixe claro que mesmo sendo um método, ele não é o mais adequado para um químico. No caso, a identificação é mais viável ser realizada a partir de suas **propriedades físicas e químicas**”.*

Semelhante à aula recheada 4, no decorrer de toda a prática experimental, o conteúdo é ministrado por meio das evidências observadas em cada etapa. Para ambas as aulas deve haver as discussões em grupos. Segundo Driver *et al.* (1999), para que haja aprendizagem, deve-se ter um processo de mudança conceitual. Esses mesmos autores defendem que as abordagens baseadas nessa perspectiva devem proporcionar aos aprendizes experiências físicas (no caso das aulas 4 e 5 a atividade experimental), os encorajando a desenvolverem novos esquemas de

conhecimento que “conversam” de modo mais eficaz com a experiência que está sendo aplicada. São justamente as discussões em grupo que constituem a cerne dessas práticas pedagógicas.

Nas aulas recheadas 4 e 5, discutidas acima, sugere-se atribuições específicas para cada um dos componentes dos grupos na realização das atividades experimentais, como exemplificado na Tabela 1.

Tabela 1 – Funções e atribuições para cada um dos integrantes dos grupos participantes das atividades experimentais propostas

Função	Atribuição
Redator	O que ficará responsável pelo registro do que for observado
Provedor	Se deslocará para pegar os materiais disponíveis para a atividade
Mediador	Tirá as possíveis dúvidas com o professor
Orador	O que será responsável para falar à classe

Fonte: Autores (2020).

Tal sugestão está ancorada na Aprendizagem Cooperativa, na qual uma de suas características é a sua natureza social, por meio da interação e compartilhamento de ideias dos alunos, desenvolvendo habilidades intelectuais e interpessoais ao se estabelecer as relações sociais. Há também, nessa perspectiva, a motivação, em que os grupos são recompensados através do aprendizado individual de todos os seus membros, que estabelecem entre si as normas e as sanções favorecendo o esforço de todos os integrantes a fim de atingirem os devidos objetivos (BARBOSA; JÓFILI, 2004; FATARELI *et al.*, 2010).

Na aula recheada 7, a Lei da Conservação das Massas é abordada através de um experimento com pesagens, utilizando uma balança artesanal. São aplicadas duas reações distintas. Na primeira, há a queima do papel e um dos produtos formado é gasoso. Como o experimento é realizado em sistema aberto, a massa verificada do produto obtido será menor do que a massa da amostra original. Na segunda reação ocorre a queima da palha de aço, havendo a formação apenas de produtos sólidos (óxidos de ferro). Nesse caso, a massa final verificada será superior a massa dos reagentes por conta da reação do oxigênio do ambiente com a amostra. Os alunos deverão avaliar as suas respostas, confrontando-as com a Lei de Lavoisier. Caso eles não compreendam a importância da realização do experimento em um sistema fechado, é possível que haja uma contradição entre as suas concepções e o que a Lei estabelece.

O professor, então, torna-se essencial na identificação dos obstáculos na aprendizagem dos alunos, tentando minimizar tais dificuldades, auxiliando-os a superá-las. É neste momento que o docente deve saber lidar com as contradições, que podem ocorrer a qualquer momento do processo de ensino, entre as concepções dos alunos e o conhecimento apresentado (AGUIAR JR., 2001). Para que o bloqueio estabelecido pela contradição possa ser superado, deve existir uma abertura por parte do professor, para que os diversos questionamentos possam ser realizados pelos estudantes.

Pereira (2017, p. 221) cita que a chamada “ecologia conceitual é o que governa a mudança conceitual, influenciando a seleção de um novo conceito central”. O autor explica que esse componente está relacionado à bagagem de conceitos centrais dos estudantes, permitindo que eles realizem perguntas adequadas sobre determinados fenômenos observados e que sejam capazes de avaliar as respostas de modo a desfazer as contradições existentes em suas concepções iniciais.

Nas aulas recheadas 8 e 9, em que, respectivamente, é abordada a Lei de Proust e alguns métodos físicos de separação de misturas, o aluno é provocado a aprender o conteúdo de modo mais autônomo e isso pode ser possível por conta dos processos de aprendizagem que ele foi inserido desde a aula recheada 1. Em todas as aulas, os aprendizes devem analisar os aspectos observados em cada abordagem, defender as suas hipóteses dentro de suas concepções, conflitandossas com o que é exposto pelo professor e aplicar os novos conhecimentos ao final de cada atividade.

No tópico anterior, foi destacado a importância da discussão em grupo na aula 8. Mesmo que para essa aula a intenção seja que o aluno consiga desenvolver a sua aprendizagem de modo mais autônomo, uma vez que eles aplicam e observam a Lei de Proust manipulando o software, o papel do professor continua sendo essencial. Essa é a ideia defendida por Driver *et al.* (1999), pois, a interação dialógica entre professor e alunos (ou entre pequenos grupos de alunos) auxilia no processo do desenvolvimento de novas maneiras de explicar determinadas questões. Para Bruner (1986), esse diálogo entre o aprendiz e o professor (ou até um colega mais competente) proporciona o que ele denominou de *scaffolding* que, de modo literal, se constitui em um “andaime” que favorece a aprendizagem dos alunos no momento em que eles constroem novos significados para si mesmos. O aprendiz desenvolve o seu cognitivo de modo gradual, onde o professor o guia por meio de diferentes intervenções, como questionamentos e sugestões, buscando o maior potencial de seus alunos.

Na aula recheada 9, é proposto a confecção de um dispositivo que simula algumas etapas de uma Estação de Tratamento de Água, as relacionando com alguns métodos físicos de separação de misturas. Neste caso, foram utilizadas tendências da abordagem *STEAM* – (*Science, Technology, Engineer, Arts e Mathematics*) - Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática, em português, que se constitui em “uma abordagem pedagógica que integra [diferentes] áreas e é baseada em projetos, tendo como objetivo formar pessoas com diversos conhecimentos para que desenvolvam diferentes habilidades” (GAROFALO, 2019).

O conteúdo proposto da aula é apresentado por meio de um tema social como a importância do tratamento da água. Aguiar Jr. (2001) refere-se ao uso de estratégias que partem de um contexto real do ambiente do aluno a fim de incorporar estruturas mais complexas para que se possa chegar a uma mudança conceitual, destacando que tal processo se constitui a longo prazo e se desenvolve de modo crescente dentro das abstrações que são recorrentes no ensino.

Certamente o modo de promover tais mudanças consiste **em propor e examinar problemas locais**, partindo de cenários concretos para representações e destas para estruturas mais profundas. Esses conhecimentos são, em tese, transferíveis e generalizáveis a outros contextos, mas sabe-se que isso **não** ocorre diretamente e sem resistências. A cada novo contexto, retorna-se ao plano da experiência e, frequentemente,

o fazemos a partir de estratégias cognitivas mais primitivas, porquanto mais robustas e econômicas. Entretanto as possibilidades de transferência de formas avançadas de conhecimento são tanto maiores quanto mais significativas e reiteradas forem as experiências locais em que sejam utilizadas com sucesso. Os processos de mudança que se almeja são, portanto, **processos de longo prazo**, a ocupar todo o período de escolarização obrigatória, em níveis crescentes de abstração (AGUIAR JR., 2001, p. 92) [grifos nossos].

Na aula recheada 9, termos abordados em aulas passadas são mais uma vez discutidos, como sistemas homogêneo e heterogêneo, misturas e substâncias puras, aprofundando o conteúdo, ou seja, “novos esquemas, portanto, passam a existir pela modificação dos antigos. Assim, o desenvolvimento intelectual é visto como uma adaptação progressiva dos esquemas cognitivos individuais ao ambiente físico” (DRIVER *et al.*, 1999, p. 33).

Dentro do que foi discutido, Cunha (2001) cita que até renomados cientistas modificavam as suas convicções de modo gradativo, mantendo algumas de suas velhas concepções munidas às novas. Tendo esse entendimento, não é de se surpreender que a mudança também nos aprendizes possa ocorrer de modo gradual.

IV. A utilização das novas ideias em outros contextos

Após a apresentação e a negociação dos novos conceitos, é necessário que os alunos apliquem o que eles aprenderam em uma nova situação problematizadora. Dentro da estrutura de cada aula recheada há um tópico de título “Utilizando os novos conceitos”, o qual possui justamente esse objetivo. Mesmo que a avaliação por parte do professor possa ser realizada continuamente durante todo o procedimento da aula, é dentro desse tópico que o professor pode examinar o que o discente aprendeu de modo mais direto, uma vez que todas as etapas anteriores foram concluídas. No quadro 2, há a descrição da proposta dentro de cada aula recheada.

Destaca-se neste tópico que a proposta busca superar o que Campos e Nigro (1999) criticam sobre o modelo da mudança conceitual. Os autores assinalam que não estimular os estudantes a uma efetiva investigação é uma falha do modelo. Quando o conhecimento construído é aplicado em situações problematizadas e auxiliadas pelo professor, o aprendizado não é mais focado apenas na aquisição de conceitos, mas em uma mudança metodológica, atitudinal e axiológica dos alunos (MORAIS; SIMÕES NETO; FERREIRA, 2014).

Todo o procedimento foi desenvolvido com base na construção de conhecimento em um processo de ensino-aprendizagem que parte de ideias mais simples até as mais complexas. Um outro tópico das aulas recheadas, denominado “Materiais complementares”, auxilia o tópico “Utilizando os novos conceitos”. Isso pode ser visto, como exemplo, na aula 1, em que a exibição de um vídeo disponível no YouTube (link <https://www.youtube.com/watch?v=8ti6FtlvMoc>) fornece aos alunos a ligação do conteúdo abordado em aula (Matéria e Energia) com a produção de energia para o consumo dos lares brasileiros, discutindo fatores como a conversão de energia, alguns aspectos técnicos usados nas usinas e questionamentos de cunho social como a economia de energia elétrica.

Quadro 2 – Descrição das estratégias usadas para a aplicação do conhecimento adquirido

Aula	Conteúdo	Abordagem	Estratégia
1	Matéria e Energia	atividade experimental	Questionamentos em que o aluno deve conciliar o que ele adquiriu de conhecimento pelo conteúdo abordado com situações do cotidiano
2	Temperatura e Pressão	atividade experimental	
3	Densidade	software educacional	Manipulação de <i>softwares</i> educacionais no desenvolvimento da aula em um novo cenário
6	Mudanças de Estados Físicos	software educacional	
8	Lei de Proust	software educacional	
4	Solubilidade	atividade experimental	Transcrição de uma redação munida de ilustrações em que o aluno deve realizar o registro do que foi observado e discutir os resultados obtidos na atividade
5	Indícios de Fenômenos Químicos	atividade experimental	Realização de procedimentos experimentais semelhantes ao que foi abordado em sala e discutir o ocorrido
7	Lei de Lavoisier	atividade experimental	Resolução de questionário em que o aluno deverá discutir o que foi observado no experimento
9	Métodos de Separação de Misturas	atividade experimental	Apresentação de seminário para o aprofundamento da temática

Fonte: Autores (2020).

De modo semelhante, alguns pequenos desafios que podem ser deixados ao longo do desenvolvimento de cada aula são transcritos ao decorrer de todo o material das aulas recheadas. Na tabela 2, são exemplificados alguns desses desafios que podem ser utilizados para provocar os aprendizes à investigação.

Tabela 2 – Desafios propostos ao decorrer da aula

Aula	Desafio proposto	O que se espera que o aluno investigue
2	Como é possível deslizar no gelo utilizando patins?	A influência da pressão exercida pelos patins em superfícies cobertas de gelo
3	O que pesa mais: uma tonelada de chumbo ou uma tonelada de algodão?	A relação entre massa e volume (densidade) e não apenas o aspecto do material observado
5	Como identificar se um ovo está estragado sem quebrá-lo?	Analisar como que é possível caracterizar um material, como a qualidade de um alimento, a partir de indícios de fenômenos químicos
8	Por que o bolo cresce por meio da ação do fermento?	A ação do fermento é uma reação química e o seu bom efeito no preparo de massas é intrínseco ao que a Lei de Proust defende
9	Qual é a diferença entre o Homem de Ferro e o Homem de Aço?	A diferença entre uma substância pura e uma mistura

Fonte: Autores (2020).

Sobretudo, o material didático discutido neste artigo possui uma formatação final que busca permitir a sua utilização tanto por professores em formação inicial quanto por professores com prática docente já consolidada, podendo adaptar a proposição aqui abordada de acordo com a sua realidade em sala de aula e seus pressupostos pedagógicos. Espera-se também que, ao utilizar tal recurso, o professor possa compreender a ideologia subjacente presente no material e, assim, como Freitas e Santos (2004) defendem, seja possível que, mediante essas novas orientações, o professor possa modificar (ou aperfeiçoar) a sua prática docente.

CONSIDERAÇÕES SOBRE A PROPOSTA

Mesmo que haja na literatura vastos estudos sobre as mais diversas teorias de aprendizagem ainda, existe uma carência de material que traduza de modo mais simples ao professor como este pode se apropriar de todo esse conhecimento e aplicá-lo em sintonia com o conteúdo ministrado dentro da sua realidade docente. O material didático aqui proposto tem tal finalidade, em que busca aproximar o professor às teorias de aprendizagem dentro da sua ação pedagógica, a sua sala de aula.

Baseado no modelo da mudança conceitual auxiliado por diferentes teorias, foi discutido como o professor pode ter em mãos um material que o auxilie na sua transposição didática para a disciplina de química com foco nos conteúdos iniciais do 1º ano do ensino médio, elaborado de tal forma que possua uma linguagem de fácil entendimento e rico em detalhes de como o professor pode agir em sala de aula. O material foi construído com a finalidade de atender tanto professores em formação inicial, como licenciandos, quanto a professores mais experientes que já possuem a sua carreira docente consolidada.

Além disso, a divulgação do material em uma plataforma de alcance mundial como o YouTube pode favorecer a divulgação de pesquisas dessa natureza. Muitos professores não possuem em seus cursos de formação inicial (e em muitos casos não há também formação continuada) uma amplitude nas discussões em suas disciplinas à pesquisa em ensino de química. A utilização da web na disponibilização de materiais produzidos oriundos de pesquisas acadêmicas pode auxiliar na formação continuada desses professores.

Porém, o material aqui discutido se mantém no campo da proposição, sendo necessário à sua aplicação em salas de aula físicas que será realizada em trabalhos posteriores e, assim, avaliado de modo mais profundo por seus autores. A aplicação de pesquisas dessa natureza se faz necessária para que se possa identificar de modo mais amplo suas limitações e aperfeiçoar o material didático.

PRODUCTION OF DIDACTIC MATERIAL FOR CHEMISTRY TEACHING BASED ON CONCEPTUAL CHANGE MODEL

ABSTRACT

The elaboration of didactic materials based on theoretical assumptions of research in chemistry teaching can assist teachers in their pedagogical practice in the classroom. The aim of this work was the development of a didactic material based on conceptual change model and the discussion of its application potential in high school. Identification of students' ideas, questioning of their initial conceptions, presentation of new concepts and its application in other contexts were the parameters used for production of material. The proposal was discussed confronting it with what the specific literature addresses. Thus, it was possible to verify how the teaching material has potential to help teachers in their pedagogical action, having the possibility of having a proposal based on learning theories, of easy language and flexible to the different classroom situations.

KEYWORDS: Didactic transposition. Teaching-learning strategies. Learning theories. Class script. High school.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o financiamento fornecido pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Universidade Federal do Piauí.

REFERÊNCIAS

AGUIAR JR., O. Mudanças conceituais (ou cognitivas) na educação em ciências: revisão crítica e novas direções para a pesquisa. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 1, p. 81-105, 2001.

BARBOSA, R. M. N.; JÓFILI, Z. M. S. Aprendizagem cooperativa e ensino de química: parceria que dá certo. **Ciência & Educação**, v. 10, n. 1, p. 55-61, 2004.

BRASIL. Ministério da Educação. **Relatório Brasil no PISA 2018**. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. **Resumo técnico: resultados do índice de desenvolvimento da educação básica**. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2017.

BRUNER, J. **Actual minds, possible worlds**. Cambridge: Harvard University Press, 1986.

CACHAPUZ, A. F.; JORGE, M. P.; PRAIA, J. J. F. M. **Ciência, Educação em Ciências e Ensino das Ciências**. Lisboa: Ministério da Educação, 2002.

CAMPOS, M. C. C.; NIGRO, R. G. **Didática de ciências: ensino-aprendizagem como investigação**. São Paulo: FTD, 1999.

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de ciências**. São Paulo: Cortez Editora, 1995.

COUTINHO, C. P.; BOTTENTUIT JR, J. B. Utilização da técnica do brainstorming na introdução de um modelo de e/b-learning numa escola profissional portuguesa : a perspectiva de professores e alunos. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DISCURSO METODOLOGIA E TECNOLOGIA, 2007, Miranda do Douro, Portugal, **Anais [...]**. Miranda do Douro: Centro de Estudos António Maria Mourinho, 2007. p. 102-118.

CUNHA, A. M. O. A mudança epistemológica de professores num contexto de educação continuada. **Ciência & Educação**, v.7, n.2, p. 235-248, 2001.

CUNHA, F. S. *et al.* Produção de material didático em ensino de química no Brasil: um estudo a partir da análise das linhas de pesquisa CAPES e CNPq. **Holos**, v. 3, p. 182-192, 2015.

CUNHA, M. B.; GIORDAN, M. As percepções na teoria sociocultural de Vigotski: uma análise na escola. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 5, n. 1, p.113-125, 2012.

DISESSA, A. A. A History of Conceptual Change Research: Threads and Fault Lines. In: SAWYER, R. K. (org.). **The Cambridge Handbook of the Learning Sciences**. 2. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2014. p. 88-108.

DRIVER, R. *et al.* Construindo conhecimento científico na sala de aula. **Química Nova na Escola**, n. 9, 1999.

FATARELI, E. F. Método cooperativo de aprendizagem jigsaw no ensino de cinética química. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 3, 2010.

FONSECA, M. R. M. **Química**: ensino médio. 2. ed. v. 1, São Paulo: Ática, 2016.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREITAS, D.; SANTOS, S. A. M. CTS na produção de materiais didáticos: o caso do projeto brasileiro Instrumentação para o ensino interdisciplinar das Ciências da Natureza e da Matemática. In: III Seminário Ibérico CTS no Ensino das Ciências, 2004, Aveiro: Universidade de Aveiro - Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa, 2004. v. único. p. 409-413.

GAROFALO, D. **Como levar o STEAM para a sala de aula**. Nova Escola. 2019. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/18021/como-levar-o-steam-para-a-sala-de-aula>. Acesso em: 21 dez. 2019.

HADJI, C. Compreender que a avaliação formativa não passa de uma “utopia promissora”. In: HADJI, C. **Avaliação desmistificada**. Porto Alegre: Artmed, 2001. p. 15-25.

HASHWEH, M. Z. Effects of Science Teachers' Epistemological Beliefs in Teaching. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 33, n. 1, p. 47-63, 1996.

ILLERIS, K. (org.). **Teorias contemporâneas de aprendizagem**. Tradução: Ronaldo Cataldo Costa. Porto Alegre: Penso, 2013.

LISBOA, J. C. F. (org.). **Ser protagonista**: química. 3. ed. São Paulo: Edições SM, 2016.

LOCKE, J. **Ensaio acerca do entendimento humano**. Tradução: Anoar Aiex. Nova Cultura: São Paulo, 1999.

LOGUERCIO, R. Q.; SAMRSLA, V. E. E.; PINO, J. C. D. A dinâmica de analisar livros didáticos com os professores de química. **Química Nova**, v. 24, n. 4, p. 557-562, 2001.

MORAIS, C. S.; SIMÕES NETO, J. E.; FERREIRA, H. S. Perspectivas de ensino das ciências: o modelo por investigação no sertão pernambucano. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 9, n. 1, 2014.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 1, n. 1, p. 20-39, 1996.

MORTIMER, E. F. **Evolução do atomismo em sala de aula: mudança de perfis conceituais**. 1994. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

OLGA, F. **Equipamentos e materiais didáticos**. Brasília: Universidade de Brasília, 2007.

OLIVEIRA, A. L.; OBARA, A. T. O ensino de ciências por investigação: vivências e práticas reflexivas de Professores em formação inicial e continuada. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 23, n. 2, p. 65-87, 2018.

PEREIRA, A. P. Um panorama da pesquisa internacional sobre mudança conceitual. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. 1, p. 215–242, 2017.

POZO, J. I. **Aprendizes e mestres**: a nova cultura da aprendizagem. Tradução: Ermani Rosa. Porto Alegre: Artmed, 2008.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências**: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

SANTOS, F. M. T. Unidades temáticas: produção de material didático por professores em formação inicial. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 2, n. 1, p. 01-11, 2007.

SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. **Química e sociedade**. São Paulo: Nova Geração, 2005.

SCHNETZLER, R. P.; SOUZA, T. A. O desenvolvimento da pesquisa em educação e o seu reconhecimento no campo científico da química. **Educação Química em Ponto de Vista**, v. 2, n. 1, p. 1-19, 2018.

SCHÖN, D. A. **Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e aprendizagem**. Tradução: Roberto Cataldo Costa. Porto Alegre: Artmed, 2007.

SOUZA, S. S.; SIQUEIRA, V. O.; LIMA, J. P. M. Contribuições e dificuldades na produção de material didático no PIBID Química da UFS/Campus de São Cristóvão. **Scientia Plena**, v. 11, n. 6, p. 1-11, 2015.

VASCONCELOS, C.; PRAIA, J. F.; ALMEIDA, L. S. Teorias de aprendizagem e o ensino/aprendizagem das ciências: da instrução à aprendizagem. **Psicologia Escolar e Educacional**, v. 7, n. 1, 2003. Disponível em: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-85572003000100002#2a. Acesso em: 17 dez. 2019.

VYGOTSKI, L. S. **A formação social da mente**. Tradução: José Cipolla Neto, Luis Silveira Menna Barreto, Solange Castro Afeche. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

Recebido: 02 jul. 2020.

Aprovado: 20 ago. 2020.

DOI: 10.3895/rbect.v14n1.12681

Como citar: LUZ, R. A. S.; ALMEIDA, E. E. F. Produção de um material didático para o ensino de química baseado no modelo da mudança conceitual. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v.14, n. 1, p. 281-301, jan./abr. 2021. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/12681>>. Acesso em: XXX.

Correspondência: Roberto Alves de Sousa Luz - robertoluz@ufpi.edu.br

Direito autorial: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

