

Interações e Transformações em Química: Níveis de Conhecimento Necessários Para Alcançar uma Aprendizagem Significativa

Chemical Interactions and Transformations: Knowledge Levels Necessary to Achieve Significant Learning

Regina Mara Silva Pereira^{a*}; Sirlene Neves de Andrade^b

^aUniversidade Anhanguera de São Paulo. Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Farmácia; e Programa *Stricto Sensu* em Biotecnologia e Inovação em Saúde. SP, Brasil

^bDiretoria de Ensino Regional Sul. SP, Brasil

*E-mail: reginapereira1@anhanguera.com

Resumo

Neste trabalho, por meio de experiência da pesquisadora se constatam as dificuldades dos estudantes na passagem de uma etapa escolar a outra, isto conduziu a propor uma pesquisa cujo objetivo é de identificar e analisar como os conhecimentos prévios esperados dos estudantes podem ser usados para o desenvolvimento de novos conhecimentos, quando se deseja que os mesmos tenham uma aprendizagem significativa e que possa ser útil tanto na escola como na vida em sociedade. Para tal se considera como referencial teórico da pesquisa a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel e a noção de níveis de conhecimento esperados dos estudantes, segundo a definição de Aline Robert. Trata-se de uma pesquisa qualitativa cujo método é o da pesquisa documental para a qual se construiu uma grade de análise com o propósito de compreender como são tratados os três níveis de conhecimento no ensino e aprendizagem de interações e transformações químicas. Após mostrar o funcionamento da grade, consideram-se exemplos da análise do “caderno do professor” e os resultados mostram que é preciso uma atenção especial do professor, com um discurso adequado que leve em conta os conhecimentos prévios de seus estudantes de forma a atingir o nível disponível e, assim, permitir que os estudantes alcancem uma aprendizagem significativa. Como conclusão se considera que é preciso criar momentos de discussões com os professores do Ensino Médio para que estes possam identificar os conhecimentos prévios de seus estudantes e introduzir novos conhecimentos a partir dos que eles já possuem.

Palavras-chave: Química. Aprendizagem Significativa. Níveis de Conhecimento.

Abstract

1 Introdução

O presente trabalho é parte da pesquisa desenvolvida por um grupo pluridisciplinar (Biologia, Física, Química, Matemática, Informática e Educação) que estuda como articular essas disciplinas de forma a dar significado aos conteúdos, ao ensino e a formação para que a educação científica possa ser compreendida pelos estudantes de todas as etapas escolares em suas diferentes dimensões, ou seja, considerando a questão das relações entre concreto e abstrato,

formal e não formal e experimental e teórico, o que conduz a procura de novos modelos de ensino e aprendizagem, que possam substituir aqueles apresentados como evidências não questionáveis, mas que levem o estudante a se colocar a questão da importância dos conhecimentos inseridos nesses modelos para a vida escolar e profissional, ou seja, qual a utilidade do estudo de determinados objetos do saber ou de determinadas práticas associadas às ciências, que lhes são apresentadas durante a Educação Básica e no Ensino Superior.

Pode-se considerar que uma das causas das dificuldades

encontradas pelos estudantes e que conduz a deficiência do ensino em todas as etapas escolares está associada à introdução de modelos considerados como verdades, que não podem ser contestadas e que não auxiliam na compreensão da sua importância e significado para a sociedade, representando apenas um conhecimento necessário para ter sucesso em provas, vestibulares e macroavaliações.

Sendo assim, para este manuscrito são analisadas apenas as dificuldades associadas ao ensino e aprendizagem do tema interações e transformação químicas, mais particularmente, o conteúdo relacionado às questões de produção e uso de determinados materiais do cotidiano, tanto do ponto de vista do que se espera do estudante quanto do professor.

Com essa análise, pretende-se encontrar novos meios de reflexão que possibilitem uma melhora na qualidade do ensino aprendizagem de Química, mais especificamente, na possibilidade dos estudos realizados por meio dessa ciência serem interessantes a ponto de levar os estudantes à compreenderem melhor como preservar a saúde e o ambiente.

Para iniciar essa reflexão é importante compreender quais competências, habilidades e atitudes são consideradas importantes de serem desenvolvidas junto aos estudantes, quando se considera o ensino de Ciências no Ensino Médio, em particular, de Química.

Assim, recorre-se aos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio, Brasil (2000), no qual são destacados que na reforma do Ensino Médio proposta em 2000 indicava que os conteúdos e estratégias de aprendizagem deveriam proporcionar a possibilidade do estudante realizar atividades da vida em sociedade, de trabalho produtivo e de experiências científicas, que conduzam ao simbolismo subjetivo.

A partir dessa indicação, é observado no documento que segundo esta perspectiva, as diretrizes gerais e orientadoras da proposta são as apontadas pela UNESCO, que correspondem às quatro *premissas* consideradas como eixos estruturais da educação na sociedade contemporânea, a saber: Aprender a conhecer; Aprender a fazer; Aprender a viver e Aprender a ser (BRASIL, 2000, p.16).

Considerando essas quatro premissas, os conteúdos escolhidos devem ser significativos contemplando as competências e habilidades indicadas para serem desenvolvidas no Ensino Médio. É preciso, ainda, estar atento ao valor histórico e social dos conhecimentos, tendo em vista o contexto da sociedade em constante mudança, mas sem esquecer da epistemologia associada à evolução dos processos de conhecimento, que permite assegurar a eficácia dos mesmos e possibilita a introdução de novos conhecimentos.

De acordo com Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), Lei nº 9.394/96, artigo 26, é deixado a cargo dos responsáveis pelo sistema de ensino de cada estabelecimento escolar a complementação da Base Nacional Comum em função das necessidades particulares de cada comunidade.

O artigo 26 abre um grande leque de possibilidades para as propostas de ensino, necessitando ser bastante discutido com a comunidade de forma a não excluir os mais vulneráveis, garantindo não apenas a construção de competências e habilidades básicas.

Segundo o documento, a formação geral do estudante deve possibilitar que o mesmo adquira as competências e habilidades básicas de forma a garantir a democratização, sendo que estas é que devem servir para a avaliação da Educação Básica em nível nacional, o que não exclui a necessidade de tratamento dos temas transversais nas escolas. Deste modo, o Art. 26 da LDB determina a obrigatoriedade do estudo da Língua Portuguesa e Matemática, das Ciências da natureza e da realidade social e política, principalmente, no Brasil e, desde 2000, a LDB indica a importância da integração e articulação das disciplinas do Ensino Médio por meio da interdisciplinaridade e da transdisciplinaridade.

Ainda se referindo a LDB, os PCN, em suas bases legais Brasil (2000), destacam no artigo 36 parágrafo 1º, as competências que o estudante, ao final do Ensino Médio, tenha consolidado e o aprofundamento de seus conhecimentos, sendo esses adquiridos por meio da preparação básica para o trabalho e cidadania, bem como a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, permitindo que o mesmo possa dar prosseguimento de estudos e se inserir no mercado de trabalho. Para tal, a Lei assegura a flexibilidade tanto da organização dos conteúdos como das metodologias escolhidas para desenvolvê-los.

O documento estabelece ainda a divisão do conhecimento em três áreas, a saber: Linguagens, Códigos e suas Tecnologias, Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias e Ciências Humanas e suas Tecnologias, ressaltando que essa opção ocorreu pensando em criar condições para o desenvolvimento da interdisciplinaridade.

Desse modo, outro documento foi construído para cada uma dessas áreas, tendo sido publicado separadamente o PCNEM, Brasil (2000), no qual, após revisitar elementos da LDB e o sentido do aprendizado na área, são apresentadas as competências e habilidades divididas em três grandes tipos, para os quais são ressaltadas apenas as relacionadas à Química.

Assim, as competências e habilidades relacionadas à Química devem permitir aos estudantes um trabalho autônomo em torno dos níveis mobilizável e disponível, sendo esperado que o estudo dos conteúdos de Química conduza o estudante a: ampliar e desenvolver sua criatividade e curiosidade intelectual; ser responsável pela sua própria aprendizagem, colabore com o outro e aprenda a trabalhar em equipe, sendo responsável pelo desenvolvimento pessoal e do grupo; ser claro, preciso, ordenado e sistemático e desenvolva o rigor intelectual exigido pela ciência; aceitar ser confrontado com problemas para os quais a pesquisa das soluções exija tempo e energia.

Para alcançar essas competências e habilidades desejadas é importante que a aprendizagem tenha significado para o estudante, o que conduziu à teoria da aprendizagem significativa de Ausubel e ao estudo das tarefas que, em geral, lhes são propostas via a abordagem teórica em termos dos três níveis de conhecimento esperados dos estudantes, segundo definição de Robert (1998).

Para tratar a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (MOREIRA; MASINI, 1982; MOREIRA, 2012), Moreira e Masini consideram que uma situação do ponto de vista fenomenológico é significativa quando o indivíduo decide de forma ativa, por meio de uma ampliação e aprofundamento da consciência, por sua própria elaboração e compreensão. É a consciência que atribui significado aos objetos e situações. Eles descrevem a noção de cognitivismo como a exposição do que se sucede quando o ser humano organiza seu mundo distinguindo sistematicamente o igual do diferente. Considerando que os primeiros significados (estrutura cognitiva) se constituem os “pontos básicos de ancoragem” dos quais derivam outros significados.

Os mesmos citam ainda que a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel está baseada na aprendizagem, segundo o construto cognitivo, que significa encarar a aprendizagem como um processo de armazenamento de informação, condensação em classes mais genéricas de conhecimentos, que são incorporados a uma estrutura no cérebro do indivíduo, de modo que esta possa ser manipulada e utilizada no futuro (MOREIRA; MASINI, 1982), isto é, para Ausubel a aprendizagem significa a organização e integração do conhecimento na estrutura cognitiva, sendo assim, a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel considera que a aprendizagem se processa quando um novo conceito ou experiência modifica a estrutura cognitiva do sujeito, por meio da integração desse novo conceito ou experiência.

Ausubel enfatiza a lógica do funcionamento cognitivo do sujeito, assinalando a disponibilidade de recursos e conceitos na estrutura cognitiva do sujeito de modo a interagir com novos conceitos.

Moreira (2012) indica elementos que mostram a importância da passagem da aprendizagem mecânica para a aprendizagem significativa, indicando que a aprendizagem significativa é progressiva, explicitando ser a captação de significados um processo de negociação entre docente e discente, exigindo um tempo longo.

Moreira e Masini destacam, ainda, a interação de novos conceitos com a estrutura cognitiva como experiência consciente, claramente articulada e precisamente diferenciada, valorizando a dimensão lógica do processo. A experiência consciente emerge de sinais, símbolos e proposições potencialmente significativas. Nesta dimensão se entra em outro universo, nem sempre tão consciente ou precisamente diferenciado que é o universo simbólico construído na cultura. Moreira e Masini (1982) recorrem ao ponto de vista fenomenológico para compreender uma situação significativa,

apontando a adesão ativa, a ampliação da consciência e da elaboração e compreensão do sujeito. A atividade e os processos de comunicação podem representar outra possibilidade de compreensão dos processos de construção de sentido e significado.

Ainda, segundo Moreira e Masini (1982), a ideia central da teoria de Ausubel é de que o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe, *seu conhecimento prévio*. Além disso, para Ausubel, a aprendizagem significativa é um processo no qual a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica, que Ausubel define como subsunçores, isto é, uma nova informação se ancora em conceitos preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

Os autores evidenciam também que para Ausubel, o armazenamento de informações no cérebro humano é altamente organizado, formando uma hierarquia conceitual na qual elementos mais específicos do conhecimento são assimilados a conhecimentos mais gerais.

Mesmo sendo a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel uma teoria baseada em um modelo hierárquico da aprendizagem, pode-se considerá-la e relacioná-la com a abordagem teórica sobre os três níveis de conhecimentos esperados dos estudantes, proposta por Robert (1998).

Robert (1997) define níveis de conceitualização por meio da metáfora da prateleira, ou seja, segundo a autora essa palavra representa uma prateleira, em um campo conceitual de conhecimento, correspondendo a uma organização coerente de uma parte do campo, caracterizada pelos objetos apresentados de uma determinada maneira, dos teoremas e propriedades desses objetos, dos métodos associados a esses teoremas e propriedades e dos problemas que os estudantes podem resolver utilizando objetos, teoremas e propriedades do nível considerado e aplicando métodos adequados.

Assim, segundo a autora, muitos conceitos e noções podem ser abordados em vários níveis de conceitualização, sempre parcialmente encaixados. Os objetos podem mudar, se tornar mais gerais, o que permite introduzir novas estruturas, mais ricas, e para isso necessitam de um novo formalismo, adaptado. Além disso, várias ordens de apresentação são sempre possíveis, não existe hierarquia absoluta entre esses níveis, pois durante os estudos estas dependem do ensino efetivo.

A pesquisadora esclarece que os níveis de conceitualização são os marcos que são possíveis de identificar ao longo do ensino das noções de determinado campo conceitual.

Após definir níveis de conceitualização e ao observar que os mesmos permitem tratar conceitos e noções de uma forma flexível, pois estes dependem dos conhecimentos já trabalhados com os estudantes, a autora observa que os estudantes, em particular, os que estão no Ensino Médio já possuem determinados conhecimentos e que estes devem ser considerados quando se deseja incorporar novos conhecimentos a suas estruturas cognitivas.

Robert não propõe uma teoria de aprendizagem, mas uma ferramenta de análise que permite aos pesquisadores e professores considerarem os conhecimentos que poderão ser esperados dos estudantes em uma determinada etapa da escolaridade, observando que estes conhecimentos são relativos ao nível de conceituação que se deseja trabalhar. Desse modo, após explicitar a questão da relatividade dos níveis de conhecimento esperado dos estudantes quando se introduz um novo conceito ou noção, Robert (1998) define os três níveis de conhecimento esperados dos estudantes: técnico, mobilizável e disponível.

O nível técnico corresponde a um trabalho isolado, local e concreto. Está relacionado, principalmente, às ferramentas e definições utilizadas em uma determinada tarefa. Por exemplo: para a noção escolhida, isto é, interações e transformações químicas, pode-se considerar a tarefa, “definir transformação química”, como uma atividade puramente técnica, pois é pedido explicitamente para o aluno uma definição e este deverá apenas reproduzir o conceito desenvolvido em aula ou procurar por meio de uma pesquisa.

O nível mobilizável corresponde a um início de justaposição de saberes de certo domínio, podendo até corresponder a uma organização. Vários métodos podem ser mobilizados. O que se questiona é explicitamente pedido no enunciado da tarefa e o saber, ao ser identificado, é considerado mobilizável se ele é acessível, isto é, se o estudante o utiliza corretamente. Por exemplo, na questão: (1) Comparar as características químicas e físicas (composição e propriedades) da matéria formada através de uma transformação química. Neste caso, também o conceito é pedido explicitamente para o estudante, mas este deve mobilizar esses conhecimentos para articulá-los de forma organizada. Além disso, essa tarefa se distingue da anterior se for considerado que para comparar a composição e propriedades do novo material o estudante deverá ainda dispor dos conhecimentos de mudança de estado, composição química, energia, que depende dos conhecimentos prévios também disponíveis de Física e Matemática.

O nível disponível corresponde em saber responder corretamente o que é proposto sem indicações, de ser capaz, por exemplo, de encontrar contraexemplos, mudar de domínios, de fazer relações e de aplicar métodos não previstos. Esse nível de conhecimento está associado à familiaridade, ao conhecimento de situações de referência variadas que o estudante sabe que as conhece e que servem de terreno de experimentação.

2 Material e Métodos

Trata-se de uma pesquisa qualitativa, cujo método é o da pesquisa documental segundo Lüdke e André (2013), uma vez que são analisados documentos contemporâneos e retrospectivos, considerados cientificamente autênticos.

O estudo proposto do presente trabalho se efetua em duas fases:

Na primeira fase são estudadas as competências, as

habilidades e as atitudes que se pretendem desenvolver nos cursos de Ciências (Biologia, Matemática, Física, Química, Informática e Educação) na tentativa de melhor compreender quais os níveis de conhecimento necessários para alcançar uma aprendizagem significativa. Para este artigo foram considerados, mais particularmente, as necessidades para um curso de Química.

Por meio desse estudo foi elaborada uma grade de análise que permitiu verificar os níveis privilegiados para a abordagem do conceito de interações e de transformações químicas no Ensino Médio. Essa grade foi aplicada no “caderno do professor” (material didático da Secretaria de Educação do Estado de São Paulo) do Estado de São Paulo, com o objetivo de observar as regularidades e as diferenças institucionais existentes na proposta de ensino para essa etapa da escolaridade e se a mesma está em conformidade com a avaliação institucional Exame Nacional do Ensino Médio - ENEM.

A escolha do “caderno do professor” para subsidiar as análises se deve ao fato de que este material didático foi implementado a partir de 2008, quando seguindo a proposta dos PCNEM, Brasil (2000), o Estado de São Paulo introduz o currículo de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, no qual são indicados os conteúdos mínimos que serão avaliados. Observa-se que o “caderno do aluno” é igual ao caderno do professor, tendo sido retiradas apenas as orientações específicas para os professores.

O estudo da proposta de ensino e aprendizagem, por meio da grade construída, segundo modelo de Dias (1998), permite estabelecer os diferentes tipos de tarefas associadas à noção de interações e transformações químicas que intervêm na disciplina de Química para os estudantes do primeiro ano do Ensino Médio, isto é, essa análise possibilita estabelecer o funcionamento institucional existente em relação à introdução da noção de interações e de transformações químicas auxiliando, também, na reflexão sobre as diferentes formas de se tratar essa questão no Ensino Superior, se considerar que no caderno são tratados os conteúdos mínimos para prosseguimento de estudos.

Como já anunciado, para a análise e reflexão propostas acima, construiu-se a seguinte grade de análise.

2.1 A grade da análise

O propósito dessa grade é de servir como um instrumento que permita analisar os diferentes níveis de conhecimento exigidos dos estudantes, quando da introdução das interações e transformações químicas para a disciplina de Química no Ensino Médio.

Essa grade permite analisar os três níveis de conhecimento (técnico, mobilizável e disponível) exigidos dos estudantes:

- Em função das tarefas associadas ao conceito de interações e de transformações químicas encontradas no Ensino Médio;
- Em função das variáveis dessas tarefas, para as quais se

dará ênfase ao nível de conhecimento pedido explicitamente no enunciado e os diferentes níveis de conhecimento de outras noções, que devem ser utilizados para a solução da tarefa.

Primeiramente, estudam-se as diferentes tarefas, usualmente encontradas para a introdução do conceito de interações e de transformações no Ensino Médio e, em seguida, quais os diferentes níveis de conhecimento exigidos dos estudantes na solução dessas tarefas. Para especificar a tarefa em relação aos diferentes níveis de conhecimento exigidos, consideram-se as variáveis das tarefas definidas abaixo:

- O nível de conhecimento exigido pela tarefa;
- O domínio ou domínios em que a tarefa é enunciada;
- Os níveis de conhecimento necessários para a execução da tarefa em relação às noções que deverão ser utilizadas.

2.1.1 Exemplo de funcionamento da grade em uma tarefa

Propondo-se a prática abaixo, através da calcinação de uma amostra de calcário.

Sabendo-se que a amostra de calcário é aquecida acima de 900°C, pergunta-se:

- a) O que ocorrerá ao colocar a amostra de calcário em uma mufla à temperatura acima de 900°C?
- b) Que tipo de alteração se espera?
- c) Como verificar se ocorreu modificação da matéria?
- d) Dê um exemplo desse fenômeno no cotidiano?

Nesta tarefa particular, as variáveis são as seguintes:

Nível de conhecimento exigido na tarefa: mobilizável e disponível.

Domínios em que a tarefa é enunciada: Química, Física e Matemática.

Níveis de conhecimento necessários para a execução da tarefa em relação às noções que serão utilizadas: Para responder à questão, o estudante deverá dispor de conhecimentos sobre mudança de estado, composição química e energia para entender o que ocorreu no experimento. Além disso, deverá mobilizar seus conhecimentos práticos de referência, isto é, saber preparar uma amostra sólida, utilizar uma balança, conhecer o funcionamento de uma mufla e manipular o material aquecido.

Após esses procedimentos, o estudante deve mobilizar os conceitos de Interações e de Transformações Químicas, devendo ainda conhecer como se ocorre o processo de calcinação e de transformação química por aquecimento e elevadas temperaturas.

Para encontrar um exemplo no cotidiano, o estudante deverá dispor de conhecimentos sobre o papel do fogo nas transformações químicas, como se processam as transformações químicas através do aquecimento, de situações de referência que permitam ilustrar sua resposta.

O inconveniente dessa prática é que envolve temperaturas elevadas aumentando grau de dificuldade de manuseio dos materiais utilizados, além do aluno precisar conhecer a

diferença entre os conceitos de mudanças de estado físico e ocorrência de transformações químicas.

Esse exemplo mostra que o professor pode escolher a prática desejada em função dos conhecimentos prévios dos estudantes, mas como se verifica, na exposição acima, outros inconvenientes poderão aparecer.

Para compreender melhor o nível que se pode desenvolver a noção de interações e de transformações químicas, quando se trabalha este tema no Ensino Superior é possível analisar via documentos oficiais e materiais didáticos, qual o nível em relação às diferentes noções trabalhadas na Educação Básica, que se pode esperar como disponível para os estudantes que terminam o Ensino Médio.

3 Resultados e Discussão

Após compreender o perfil do estudante que se deseja formar, escolheu-se trabalhar inicialmente com conteúdo específicos e, no caso particular desse trabalho, um estudo mais detalhado do ensino e da aprendizagem das interações e de transformações químicas para compreender melhor como desenvolver estes conceitos nas diferentes etapas da escolaridade, de forma a desenvolver no estudante uma flexibilidade que permita ao mesmo compreender e resolver problemas, tanto em nível mobilizável quanto disponível, ferramenta teórica que compõe o referencial teórico, ou ainda aplicar os conhecimentos adquiridos em sua vida cotidiana e profissional.

Desse modo, é importante lembrar que ao elaborar um planejamento da disciplina a ser ministrada, é preciso ter claras as questões acima levantadas para que se possa fazer uma boa seleção das noções associadas a um determinado conteúdo, selecionando entre elas quais devem ser aprofundadas e/ou direcionadas para as necessidades de interesse da escola, da comunidade ou de um determinado curso, o que ficou evidente na indicação do PCNEM. Não se pode trabalhar um determinado conceito ou noção da mesma forma, não importando qual o contexto em que se encontra e nem mesmo em classes diferentes de um mesmo contexto, pois as expectativas dos estudantes podem variar dependendo do interesse dos mesmos pelo conteúdo tratado no estudo e dos problemas associados à comunidade em que os estudantes estão inseridos.

3.1 Análise do caderno do professor

Foram analisados os “cadernos do professor” de Química e Ciências da Natureza, que apresentam modelos práticos que fogem das práticas usuais associadas aos modelos inquestionáveis, em geral, seguida pelos livros didáticos, que tendem a privilegiar o treinamento para o vestibular, dando ênfase a memorização dos conceitos trabalhados, ou seja, pode-se dizer que o nível de conhecimento privilegiado é o nível mobilizável no caderno e esse se distingue do livro didático por ser o da mobilização de conhecimentos e das

técnicas necessárias para resolver a tarefa. Desta forma, a análise foi estruturada em torno das seguintes questões:

- Como é introduzida a noção de interações e de transformações químicas?

- Que pesos respectivos ocupam os níveis: técnico, disponível e mobilizável nas tarefas propostas aos estudantes?

- Se existem exemplos que permitem associar a noção de interações e de transformações químicas da matéria com situações cotidianas?

Para a introdução do conceito de interações e de transformações químicas da matéria verifica-se que, em geral, “caderno de professor” destinado ao Ensino Médio inicia a introdução de situações de aprendizagem, que permitem refletir sobre o tema e desenvolver as noções associadas ao conceito.

Considerando que um professor proponha que os seus estudantes produzam cal a partir da rocha sedimentar calcário: Discuta, ocorreram transformações químicas? Neste exemplo, o estudante deverá dispor dos conceitos transformação, composição química e energia.

Se considerar a tarefa proposta ao estudante de aquecer o calcário a temperaturas superiores a 900°C, para sua transformação em cal viva e gás carbônico, após a transformação o estudante deverá observar se ocorreram mudanças de estado físico, de aparência e de composição química. Primeiramente, a tarefa proposta exigirá que o estudante disponha de conhecimentos relacionados às práticas de referência de representações químicas e mudança de estado físico.

Na proposta do caderno é destacado que o professor não deve esperar que os alunos compreendam totalmente as fórmulas e equações químicas neste momento. Elas devem ser tratadas como representações químicas das substâncias. Os alunos, provavelmente, sabem que H₂O é a representação da água presente na cal viva. As equações químicas devem ser tratadas como representações das interações e transformações químicas, sem trabalhar balanceamento químico, rearranjo de átomos ou ligações químicas. Além disso, uma equação química sem os nomes das substâncias não tem nenhum significado para os alunos, mas acompanhada dessa “tradução” pode auxiliá-los no domínio da linguagem própria da Química. As representações da Química possibilitam o estabelecimento de uma conexão entre o que é macroscópico (substâncias e fenômenos) com o que é microscópico (modelos da composição e da transformação da matéria) e que o processo de aprendizagem e domínio dessa linguagem é necessário para a aprendizagem da Química, que ocorre de forma contínua e progressiva, em um constante processo de reelaboração de significados (SÃO PAULO, 2014, p.18).

Observa-se que a proposta do tema “Produção e uso da cal” foi escolhida para a introdução ao estudo da Química, pois apresenta um contexto de estudo conceitualmente rico e socialmente relevante, a partir do qual foram abordados os tópicos: interações entre materiais e entre transformações

químicas; evidências de transformações químicas; os fatores tempo, energia e reversibilidade nas transformações químicas; identificação, separação e usos das substâncias a partir de suas propriedades específicas e materiais e energia.

Após o desenvolvimento das noções acima se poderia propor questionamentos que privilegiassem os diferentes níveis de conhecimento esperado dos estudantes, o que parece uma possível dificuldade para aqueles que utilizam apenas o caderno, como se pode refletir considerando os exemplos que seguem.

Exemplo 1: O que é cal? Qual sua importância? (nível técnico)

Exemplo 2: (UNESP, 2004) A elevação da temperatura de um sistema produz, geralmente, alterações que podem ser interpretadas como sendo devidas a processos físicos ou químicos. Medicamentos, em especial, na forma de soluções, devem ser mantidos em recipientes fechados e protegidos do calor para que se evite uma transformação química ou física? (nível mobilizável).

Observa-se por meio da análise do “caderno do professor” que as tarefas propostas aos estudantes exigem apenas os níveis técnico e mobilizável, o que está em conformidade com as macroavaliações e vestibulares, portanto fica a cargo do professor do Ensino Superior reconhecer os conhecimentos prévios dos estudantes, que terminam a Educação Básica, e visitar aqueles necessários para a introdução de novos conhecimentos de forma a atingir o nível disponível.

O exemplo acima, indicado para ser desenvolvido com os estudantes do primeiro ano do Ensino Médio, permite compreender a importância de explicitar quais os conhecimentos esperados dos estudantes, deixando evidente aqueles que precisam ser tratados no momento do desenvolvimento da tarefa com os estudantes, o que é enfatizado pelos elaboradores da proposta. Observa-se que é importante que o estudante disponha de situações de referência, no caso de práticas de referência sobre representações químicas e mudanças de estado físico, mesmo se estes não dominem as representações químicas, é preciso que pelo menos eles disponham dos nomes das substâncias, o que deve ser explicitado pelo professor.

Além disso, os estudantes devem dispor de conhecimentos de Física e Matemática que não estão explicitados no enunciado, ou seja, em relação à Química o nível de conhecimento esperado dos estudantes é o mobilizável, mas em relação à Matemática e Física o nível esperado é o disponível, o que dificulta a resolução da tarefa e, muitas vezes, ultrapassa a identificação do conhecimento prévio considerado pelo professor.

Esse exemplo mostra também a importância de desenvolver aulas práticas de laboratório quando se deseja que os estudantes deem significado aos conhecimentos de Química e possam utilizá-los para resolver diferentes tipos de tarefas que encontrarem em suas vidas escolares e profissionais.

Os exemplos acima indicam que a ferramenta de análise

proposta por Robert (1998) se mostra bastante eficaz, pois possibilita a análise dos diferentes níveis de conhecimento que se podem esperar já integrados à estrutura cognitiva dos estudantes quando atingem uma determinada etapa de sua escolaridade e as necessidades de explicitação da parte do professor, em particular, para uma tarefa em que o nível esperado é o disponível.

Além disso, este tipo de análise pode ser fundamentado na análise do desenvolvimento das diferentes noções associadas a um conteúdo em materiais didáticos, avaliações e macroavaliações, possibilitando que os pesquisadores e professores estabeleçam um patamar mínimo do que deveria ter sido trabalhado em relação a uma determinada noção e em que nível.

Os professores podem desenvolver, desta forma, seu trabalho a partir de um ponto de referência considerado como conhecido pelos estudantes, mas que, certamente, poderá ser negociado em função do maior ou menor grau de conhecimento demonstrado efetivamente por esses estudantes, quando do desenvolvimento do curso.

Observa-se aqui, a relatividade dos níveis de conhecimento esperados dos estudantes, pois estes devem dispor de conhecimentos de Física e Matemática que não estão explicitados no enunciado, ou seja, em relação à Química o nível de conhecimento esperado dos estudantes é o mobilizável, mas em relação à Matemática e Física o nível esperado é o disponível, o que dificulta a resolução da tarefa e, muitas vezes, ultrapassa a identificação do conhecimento prévio considerado pelo professor.

Os exemplos acima mostram, portanto, que cabe ao professor escolher o nível que irá desenvolver no curso, o que mostra a importância de sua formação para poder efetuar essa escolha e desenvolver seu curso de forma que se alcance uma aprendizagem significativa.

Para tanto, o professor precisa saber reconhecer o conhecimento prévio dos estudantes, pois muitas vezes, os estudantes não são capazes de resolver determinadas tarefas mesmo já estando em uma determinada etapa escolar, na qual deveriam dominar determinados conceitos e noções, não apresentando, portanto, conhecimentos prévios mobilizáveis, quando necessário. Essa falta de conhecimento prévio dos estudantes, em geral, termina sendo considerada como uma falha do trabalho dos professores das etapas anteriores, o que quase sempre não corresponde à realidade.

Sendo assim, essa situação se reflete na qualidade de ensino de Química no Ensino Médio e Superior, o que conduziu a escolher estudar a questão da flexibilidade cognitiva, analisando quais as condições necessárias para que o estudante possa articular de forma autônoma, sendo capaz de resolver os problemas e as tarefas que se colocam em sua vida escolar e profissional relacionados aos conceitos de interações e de transformações da Química, a qual é fundamental para compreensão de vários processos das ciências naturais, devendo ser facilmente mobilizada nos diferentes temas

relacionados ao ensino aprendizagem de Química das diversas áreas do conhecimento que a essa está relacionada.

Ressalta-se aqui, que a noção de flexibilidade cognitiva é considerada do ponto de vista que esta representa como as funções mentais que permitem mudar de estratégia ou passar de uma disposição mental a outra, em particular, quando se está no processo de resolução de uma atividade escolar ou profissional. Por exemplo, reconhecer a transformação física da matéria.

Ao considerar os estudantes do Ensino Superior, pode-se colocar a questão: Que nível de conhecimento pode ser esperado dos estudantes que desejam continuar seus estudos de Química? Certamente, essa questão não tem uma resposta e mais uma vez ficará a cargo dos professores a identificação do nível de conhecimento que podem esperar de seus estudantes e a partir daí construir seus cursos visando sempre uma aprendizagem significativa dos mesmos.

4 Conclusão

A avaliação do funcionamento institucional através do “caderno do professor” do Estado de São Paulo deixa evidente que os níveis de conhecimento esperados dos estudantes podem não ser desenvolvidos de forma satisfatória, pois são privilegiados apenas os níveis técnico e mobilizável, ficando a cargo do professor identificar os conhecimentos prévios de seus estudantes e associar esses conhecimentos as escolhas em função das competências, habilidades e atitudes que deseja desenvolver nos estudantes do Ensino Médio, de forma que os mesmos possam utilizar e articular os conhecimentos desenvolvidos em Química de forma autônoma. Não somente para os que pretendem continuar seus estudos de Química ou matérias correlacionadas, mas também para compreender a evolução da Ciência, sua importância e os princípios éticos a ela relacionados.

Na realidade, a obra analisada (caderno do professor) é uma proposta inovadora, que pode ser considerada como um material potencialmente significativo, apesar de privilegiar os níveis técnico e mobilizável. É necessário trabalhar com o conhecimento prévio do estudante para atingir uma aprendizagem significativa, de forma que o mesmo deseje se relacionar com o novo conhecimento e tenha predisposição a aprender.

Para que a aprendizagem significativa de novos conhecimentos aconteça é necessário que o material de ensino seja potencialmente significativo e que o estudante almeje se relacionar com os novos conhecimentos, ou seja, tenha predisposição para aprender.

Essa realidade deve ser considerada quando se deseja que os estudantes tenham uma aprendizagem significativa, ou seja, é um processo de mão dupla, pois o professor precisa identificar os conhecimentos prévios dos estudantes, para preparar ou encontrar materiais potencialmente significativos, mas é necessário também que o estudante apresente interesse em trabalhar com esse material e atingir o conhecimento

almejado, sendo capaz de tratar de forma autônoma as diferentes tarefas que podem aparecer durante sua vida escolar e profissional.

Observa-se, finalmente, que não basta trabalhar as definições teóricas (nível técnico), identificar ou organizar esses conhecimentos (mobilizável), mas ser capaz de articular com conhecimentos de outros domínios, fazer relações, aplicar novos métodos e criar exemplos, ou seja, usar os conhecimentos prévios para construção de novos conhecimentos.

Certamente não é possível estabelecer uma grade de conhecimentos e classificá-los como técnicos, mobilizáveis e disponíveis para que se obtenha uma aprendizagem significativa e esse também não era o objetivo desse trabalho, mas se espera que o mesmo contribua para reforçar a questão da importância da formação dos professores em relação aos conteúdos que deverão trabalhar, pois ficou bastante claro que serão eles que irão fazer as escolhas e, conseqüentemente, desenvolverão seus cursos em níveis que dependerão dessas escolhas o que tornará ou não possível que o estudante tenha uma aprendizagem significativa.

Referências

BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio. Parte I – Bases Legais. 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2018.

BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio.

Parte III – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. 2000. Disponível em: <file:///C:/Users/STRICTO/Desktop/marlene/PCN%20EM-%20Q.%20p.%2030-39.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2018.

DIAS, M.A. Les problèmes d'articulation entre points de vue cartésien et paramétrique dans l'enseignement de l'algèbre linéaire. Tese de doutorado da Universidade Denis Diderot – Paris 7. França, 1998.

LDB. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Diretrizes e bases da educação nacional. <http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/tvescola/leis/lein9394.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2018.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M.E.D.A. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU, 2013.

MOREIRA, M.A.; MASINI, E. *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Moraes, 1982.

MOREIRA, M.A. *Al final, qué es aprendizaje significativo*. *Rev. Curriculum*, v.25, p.29-56, 2012.

ROBERT, A. Outils d'analyse des contenus mathématiques à enseigner au lycée et à l'université. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, v.18, p.192-212, 1998.

ROBERT, A. Niveaux de conceptualisation et enseignement secondaire. In: DORIER, J.L. et al. *L'enseignement de l'algèbre linéaire en question*. Grenoble: La Pensée Sauvage, 1997. p.149-157.

SÃO PAULO. Química: ciências da natureza. *Caderno do Professor*, v.1, 2014.

UNESP. Provas e gabaritos. 2004. Disponível em: http://www.curso-objetivo.br/vestibular/resolucao_comentada/Unesp/Unesp2004.asp?img=01. Acesso em: 30 jan. 2018.