

TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS: AS NOÇÕES DOS ESTUDANTES AO EXPLICAREM FATOS DE UMA HISTÓRIA

Daniela Rodrigues da Silva¹, José Cláudio Del Pino²

RESUMO

O presente trabalho constitui-se em um estudo de caso desenvolvido com estudantes do ensino técnico integrado ao ensino médio. Foram desenvolvidas entrevistas organizadas a partir de uma história construída com o objetivo de contextualizar situações em que uma transformação química era analisada. Buscou-se conhecer as noções apresentadas pelos estudantes ao elaborarem explicações para os fatos abordados na história. Percebeu-se que os estudantes apresentam dificuldades em aplicar os conhecimentos estudados nas aulas de ciências e química para analisar fatos do cotidiano, e que utilizam noções diferentes das aceitas cientificamente.

Palavras-chave: aprendizagem, noções dos estudantes, transformações químicas.

CHEMICAL TRANSFORMATIONS: STUDENTS NOTIONS WHEN EXPLAINING THE FACTS IN A STORY

ABSTRACT

This paper constitutes a case study developed with students from technical education integrated with intermediate education. Interviews were developed and organized from a story that was constructed with the objective of contextualizing situations in which a chemical transformation is analyzed. The purpose was to learn about the notions presented by students while elaborating explanations for the facts covered in the story. It was perceived that students faced difficulties in applying the knowledge studied in the science and chemistry classes to analyze daily facts, and that they make use of notions that differ from those that are scientifically accepted.

Keywords: Chemical transformations, student notions, learning.

¹ Instituto Federal do Rio Grande do Sul – Campus Canoas. Porto Alegre – RS – Brasil. E-mail: dani.santoro@hotmail.com.

² Programa de Pós-Graduação Educação em Ciências – UFRGS e Programa de Pós-Graduação Ensino – Univates. Porto Alegre – RS – Brasil. E-mail: delpinojc@yahoo.com.br.

A COMPREENSÃO DE CONCEITOS EM ESTUDO NAS AULAS DE QUÍMICA

No exercício da docência, os professores de química do ensino médio deparam-se com a necessidade de criar condições para os estudantes aprenderem uma série de conceitos abstratos que fundamentam os estudos característicos dessa ciência. Os conteúdos da química e a abordagem dada nas aulas requerem que o estudante opere no nível operacional formal para que eles compreendam os conceitos que são apresentados (HERRON, 1975). No período formal, os indivíduos são capazes de manejar o pensamento hipotético-dedutivo característico da ciência, ampliando suas capacidades para além do raciocínio sobre o real, sobre o que conhecem ou sobre o que está presente, e podem fazê-lo também sobre o possível, isso exige o manejo de uma combinatória que permite criar esse possível e uma lógica das proposições (DELVAL, 1998). Considerar essas características exige dos professores de química a atenção para as especificidades do grupo de estudantes para o qual sua proposta pedagógica é planejada, na medida em que o diagnóstico sobre como os estudantes compreendem os fenômenos que serão estudados permitirá a construção de propostas de ensino e de aprendizagem que propiciem o desenvolvimento cognitivo destes sujeitos.

Alguns estudos (DRIVER, 1992; CRESPO; POZO, 1992; MORTIMER; MIRANDA, 1995; LOPES, 1995; BARKER, 2000; JUSTI, 1998; ROSA; SCHNETZLER, 1998) apontam explicações elaboradas pelos estudantes quando eles analisam situações envolvendo conhecimentos químicos. Essas pesquisas indicam que um número significativo de estudantes, mesmo tendo vivenciado anos de escolarização, apresentam compreensões diferentes das consideradas cientificamente aceitas. Então cabe perguntar: O professor poderá organizar uma proposta pedagógica para aprendizagem dos conceitos da química sem considerar as noções dos estudantes sobre os conteúdos que serão abordados? Acredita-se que não, pois se o estudante não reconhecer diferenças entre a sua forma de compreender e explicar os fenômenos químicos e os conceitos cientificamente aceitos apresentados pelo professor, ou ainda, se ele não se sentir desafiado a repensar suas “verdades”, ele continuará com suas explicações para as diferentes situações vivenciadas no cotidiano, e apenas memorizará os conteúdos de aula para devolvê-los nas avaliações, que são, no contexto escolar, uma necessidade para a continuidade dos estudos. Assim, a necessidade estará vinculada à aprovação e não à aprendizagem.

Se tudo que o estudante procura na aula de ciências é a aprovação, uma vez que tenha conseguido seu objetivo, irá esquecer o que foi estudado, todavia, se ele descobrir o valor de aproximar-se do mundo, indagando sobre sua estrutura e sua natureza, se ele descobrir o interesse de fazer perguntas e procurar as próprias respostas, o valor de aprender é intrínseco àquilo que se aprende (POZO; CRESPO, 2012). Ainda segundo os autores, esse é o tipo de motivação que predomina em contextos de instrução informal, em que há menos pressão social para aprender.

Acredita-se assim que, para a aprendizagem de conhecimentos novos, é preciso então, saber o que o estudante conhece, quais são as explicações que ele apresenta para determinados fenômenos, como ele compreende o que será estudado na aula de química. Caso contrário, o professor poderá estar planejando estratégias que não atendem às necessidades dos sujeitos que participarão das aulas, o que provavelmente, não permitirá o conflito cognitivo necessário à construção de conhecimento.

De acordo com Lopes (1995, p.9), em seus primeiros contatos com a química, uma aluna ou um aluno precisa compreendê-la como o estudo das reações químicas, reações essas que definem as propriedades químicas das substâncias. No entanto, essa compreensão não é suficiente para que o estudante se aproprie e utilize os conhecimentos por ela abordados, pois a aprendizagem da química implica um problema de representação do não observável em que o estudante deve abandonar os indícios perceptivos como fonte de representação, para passar a utilizar um sistema de representação muito mais abstrato, os símbolos químicos (CRESPO; POZO, 1992).

De acordo com Rosa; Schnetzler (1998), as explicações dos alunos sobre transformação química concentram-se no nível macroscópico, isto é, no campo fenomenológico, isso impede que os (as) alunos (as) construam modelos explicativos coerentes que se aproximem mais dos modelos científicos. Reiterando esses dados, Mortimer; Miranda (1995) indicam que os estudantes nem sempre reconhecem as entidades que se transformam e as que permanecem constantes, e tendem a centrar suas explicações nas mudanças perceptíveis que ocorrem com as substâncias, sequer fazendo referência às mudanças em nível atômico-molecular. Além disso, os mesmos autores ressaltam que estudantes tendem a generalizar algumas explicações válidas para mudanças de estado, ou mesmo a confundir uma transformação química com uma mudança de estado.

Na busca por conhecer como os estudantes compreendem conceitos relacionados às transformações químicas no período da escolaridade em que concluem o ensino

fundamental e iniciam o ensino médio, o presente trabalho faz uma análise das explicações elaboradas por estudantes ao explicarem dois fatos contextualizados em uma história.

CAMINHOS PARA CONHECER AS NOÇÕES DOS ESTUDANTES

No contexto dessa pesquisa, para a análise das noções que os estudantes apresentam sobre os conceitos em estudos optou-se por entrevistas organizadas a partir da contação de uma história, em que os fenômenos apareciam em uma situação problema vivenciada pelo personagem principal. Ao concluir a história, a entrevistadora (ENT), uma professora-pesquisadora da área da química, perguntava ao estudante se ele poderia pensar sobre o problema apresentado na história, e compartilhar as explicações por ele elaboradas.

A proposta caracteriza-se como um estudo de caso (LÜDKE; ANDRÉ, 1986) desenvolvido por meio de entrevistas que foram agendadas individualmente, em horários diferentes dos horários de aula. Ao iniciar cada entrevista, a entrevistadora explicava que o seu papel seria o de questionar as explicações dadas, estratégia vinculada a uma das técnicas do método clínico crítico utilizado por Jean Piaget, a contra-sugestão. A contra-sugestão consiste em submeter o sujeito a uma resposta errônea dada por uma criança da mesma idade, que se deixa ainda seduzir pelas aparências enganosas, sendo particularmente útil perante o silêncio do sujeito que está sendo questionado, podendo ainda estimulá-lo ao incitá-lo a uma maior flexibilidade de argumentação (CHARLOT-BLANC, 1997). No caso das entrevistas analisadas nesse trabalho, essa técnica foi adaptada da seguinte forma: depois que o estudante apresentava sua explicação para a situação proposta, a entrevistadora apresentava ao estudante uma explicação diferente da elaborada por ele, dizendo que essa mesma entrevista já havia sido realizada com outros estudantes e que uma série de respostas diferentes haviam sido elaboradas pelos participantes, essa estratégia foi utilizada com todos os entrevistados.

Os sujeitos da pesquisa foram cinco estudantes do primeiro ano do ensino técnico integrado ao ensino médio do Instituto Federal do Rio Grande do Sul – Câmpus Canoas, que participaram como voluntários de um projeto de pesquisa desenvolvido na instituição. A identidade desses estudantes será preservada, e para esse trabalho eles serão chamados por pseudônimos. Todos os estudantes apresentavam um bom desempenho nas avaliações na disciplina de química, critério utilizado para a seleção dos candidatos que se propuseram a participar do projeto. Esse critério se fundamenta em Herron (1975) que indica que contrariamente ao que professores preferem acreditar, as noções incorretas

cientificamente não são apresentadas por estudantes que não se esforçam em aprender. Bons estudantes que fazem um esforço consciente para alcançar êxito, parecem não poder entender ideias abstratas, por não progredirem em seu desenvolvimento intelectual ao estágio das operações formais.

A história denominada “Bolhas na vida de Maria Clara” foi elaborada objetivando a análise de como os estudantes caracterizam e diferenciam as transformações químicas e as transformações físicas. As entrevistas com os estudantes foram gravadas em áudio e posteriormente transcritas para análise, e na medida em que se caracteriza como uma pesquisa qualitativa, o aprofundamento da compreensão dos fenômenos investigados a partir do diagnóstico das informações obtidas durante as entrevistas se deu por meio da análise textual (BARDIN, 2009).

A história construída e utilizada para a realização das entrevistas foi a seguinte:

Maria Clara é uma adolescente muito interessada pelos fenômenos que ocorrem a sua volta, e agora que iniciou seus estudos do ensino médio, está muito empolgada pela possibilidade de, pela primeira vez estudar química, física e biologia, disciplinas da área da ciência que muito lhe interessam. Desde muito nova ela busca explicações para o que acontece a sua volta. Perguntas como: Por que as plantas têm flores em apenas algumas épocas do ano? Do que são feitas as nuvens? Por que sentimos sono? De que é feita a lágrima? Por que o sol aparece e depois vai embora? Sempre acompanharam Maria durante o seu desenvolvimento, e foi na interação com seus pais e professores que ela encontrou explicações para o que lhe interessava. Atualmente o que tem lhe chamado muita atenção é o estudo dos estados físicos da matéria, principalmente os gases. Na observação das diferentes situações do seu dia a dia ela tenta formular explicações que deem conta dos fenômenos que observa. Vamos analisar dois exemplos explicados por ela: Fato 1 – A mãe de Maria Clara, Dona Ana, sofre, frequentemente, com azia. Ela explicou para sua filha que azia é uma “queimação no estômago”. Assim, toda vez que ela tem azia, toma um comprimido de antiácido que ela compra na farmácia. Na embalagem do comprimido diz que ele é efervescente e que deve ser dissolvido em água. Maria Clara percebeu que, ao colocar o comprimido na água, a mãe aguarda um pouco até aparecerem muitas bolhas, e só então ela ingere o medicamento. Então de onde vieram aquelas bolhas? Essa é a pergunta que ficou martelando na cabeça de Maria Clara. Sua mãe disse que é a efervescência do remédio. Então ela passou a pensar sobre as bolhas presentes no processo. Fato 2 - Maria percebeu outro fenômeno em que aparecem bolhas, e pensou na similaridade dessa situação com o fato anterior. Ao aquecer água para fazer uma sopa, sua mãe pediu que ela avisasse quando a água estivesse fervendo. Ela perguntou: Como saberei quando ela está fervendo? A mãe respondeu: observa a água, ela ficará cheia de bolhas, então nesse momento ela estará fervendo. Maria Clara acompanhou o aquecimento da água na panela onde seria preparada a sopa e percebeu que após um tempo, iniciou a formação de bolhas que passaram a se movimentar de baixo para cima na água, assim como

aconteceu com o comprimido efervescente. Então perguntou a sua mãe se poderia considerar a água fervendo também como efervescente? Sua mãe disse que achava que sim, mas que poderia buscar explicações mais detalhadas com seus professores na escola. Você poderia ajudar Maria Clara na compreensão dos fenômenos por ela observados?

ANÁLISE DAS EXPLICAÇÕES APRESENTADAS PELOS ESTUDANTES ENTREVISTADOS

A análise das falas dos estudantes está organizada em cinco categorias que têm como relação, entre as unidades, as compreensões que os estudantes apresentaram sobre o objeto de estudo. Durante o recorte das unidades de registro, percebeu-se que os estudantes explicam os fatos da história baseados em compreensões que são obstáculos à aprendizagem de conceitos científicos e que dão nome às categorias.

1. Misturar e reagir como processos idênticos

Dois estudantes, em momentos diferentes da entrevista, apresentam o conceito “misturar” como sinônimo de reação química.

A estudante Magali identifica o fato 1 como uma transformação química e o fato 2 como uma transformação física e utiliza, em suas explicações, os conceitos “mistura” e “transformações químicas” como sinônimos. De acordo com Rosa (1996, p.40), a ideia de mistura aparece como a concepção mais simplista de transformação química, já que para os alunos, sempre que dois materiais forem misturados ocorrerá uma transformação química.

ENT – [...] você acha que os dois casos são parecidos ou eles são diferentes? [...]

Magali - Eles são diferentes, por que o comprimido reagiu na água e aí formou as bolhas, já na panela ele teve um aquecimento, então foi um fenômeno físico que aconteceu na água da sopa e no primeiro foi um fenômeno químico que aconteceu. ENT [...] no caso 1, você disse que aconteceu uma reação química, então vamos pensar, tinha um sólido que era o comprimido, e um líquido que era a água, e apareceu um outro estado físico, que é um gás, esse outro estado físico não existia antes?

Magali - E ele também não foi, como eu poderia dizer, quando o comprimido entrou no copo de água, ele se misturou com a água, isso quer dizer ele não era mais a água, já na segunda situação era sempre a água aí, não ia mudar de jeito nenhum, e o comprimido fez com que a água gerasse outra substância. ENT - Ah, então esse gás que se forma no caso do comprimido com água, não é água no estado gasoso, é outra coisa? Magali - É outra coisa, pode ser carbono, qualquer outra coisa.

Após a contra-sugestão, George apresenta ideias que mostram confusões conceituais e utiliza o termo “misturassem” para explicar uma reação química.

ENT - Agora eu vou apresentar outra resposta para ver se você concorda com o que foi dito, essa história já foi contada para vários estudantes do ensino médio e temos muitas repostas diferentes. Uma resposta foi a seguinte: o caso um é uma transformação química e não física, porque o sólido ao entrar em contato com o líquido forma um gás que não existia antes. Você acha isso possível?

George - Sim, como transformação química os dois poderiam estar se fundindo na mistura homogênea. ENT - Fundir é um processo físico. George - Poderia ser químico então, no qual o comprimido seria um comburente, combustível. Quando o comprimido e a água entrassem em contato haveria uma explosão que faria com que os dois se misturassem.

2. Processo irreversível como critério para identificar uma transformação química

Os estudantes Dalton e Magali utilizam como critério para identificar uma transformação química o fato de não poder recuperar as substâncias após o contato entre elas. De acordo com Lopes (1995, p.7) essa diferenciação mostra-se equivocada, porque a reversibilidade não é um critério científico de distinção dos diferentes fenômenos.

O estudante Dalton apresenta o critério da reversibilidade para identificar uma transformação física e da irreversibilidade para a transformação química.

ENT - Um estudante disse que os dois processos são físicos, porque o que acontece no caso um é o mesmo que acontece com a naftalina, na qual a naftalina passa de sólido diretamente para gás na presença da água. E no caso dois é o que você já havia dito, mas para ele o caso um seria mesmo uma transformação física. Você acha isso possível?

Dalton - Se é mudança de estado físico significa que ele pode voltar ao estado que estava antes [...] física é reversível e não tem como o comprimido voltar a ser comprimido. Se tirar a água do gás que já entrou em contato e virou outra coisa. Acredito realmente que seja química.

Para Magali, em uma reação química após a formação dos produtos, não há como recuperá-los:

ENT – Um estudante disse que no fato 1 também há uma transformação física, parecida com o que acontece com a naftalina, que de sólida se transforma em gás direto, então ele acha que o gás que se formou no

caso 1, ele é do comprimido que passou para o estado gasoso. O que você acha que é mais correto, essa ou a tua resposta? Magali - Eu acho a minha mais lógica, por que tipo, a naftalina é a mesma substância, e não é uma reação química, a naftalina é uma transformação física, por que ela passou do sólido para o estado gasoso, como no caso da água e no comprimido não, ele é uma reação química, por que não tem como, pode até ter, como recuperar ele depois, mas é mais difícil separar ele da água.

3. Gases como produtos de reações entre gases apenas

Uma explicação interessante apresentada por Magali é a de que um gás não pode ser formado a partir de um sólido e um líquido. Sua argumentação indica que seus critérios de análise para os fatos estão baseados na percepção do real, ou seja, ela não consegue imaginar, microscopicamente, a interação entre partículas nos estados sólido e gasoso, sólido e líquido ou líquido e gasoso:

ENT - Tu tens uma lógica bem estabelecida, que é uma reação química então tu tens os teus reagentes, o comprimido e a água, e dentro desse copo há uma outra substância, que não é nem água nem comprimido, só que nesse processo há um terceiro estado físico que não existia antes, que é o gás, é isso que eu queria debater contigo, de onde ele vem? Magali - Eu acho que ele também reagiu com o gás oxigênio do ambiente, por que o único jeito de formar um gás com o líquido e um sólido, é com um outro gás.

4. O comprimido é responsável pela formação do gás

A estudante Edith mostra, em suas explicações, que para ela a reação química não compreende a interação entre substâncias (reagentes), mas a ação de uma substância específica, ou seja, um “agente ativo” que atua sobre um “agente passivo” (MORTIMER; MIRANDA, 1995). Com a expressão “cria uma química” a estudante denota uma compreensão de que uma substância específica (o comprimido) é responsável pelo processo analisado na história no fato 1.

ENT – Tu achas que os dois fatos são parecidos ou apresentam alguma diferença? Edith – Eu acho que é diferente. ENT – Por quê? Vamos pensar nas características que eles têm de diferentes então. Edith – o comprimido, quando você põe na água, ele vai efervescer por causa da água, e a água vai criar bolhas por causa do fogo. ENT – do aquecimento? Edith – é. ENT – [...] Agora vamos pensar um fato por vez. Como são formadas as bolhas do fato 1? Edith – Eu acho que a

própria substância que entra em contato com a água, ela mesma cria uma química e essas bolinhas.

5. Transformação química como mudança de estado físico

Pablo e George acreditam que ambos os fatos analisados na história são mudanças de estado físico, no entanto, com o andamento da entrevista, Pablo explica que o gás já estava presente dentro do comprimido, já George caracteriza o processo como uma sublimação.

ENT - Vamos pensar agora no caso um. Como são formadas as bolhas, de que elas são feitas?

Pablo - Da acidez do efervescente. ENT - [...] O que você acha que é esse gás? Pablo - Eu acho que o sólido em contato com a água passou para líquido aí liberou a efervescência. Acho que não existe outra explicação. ENT - É como se esse gás já existisse dentro do comprimido e quando entra em contato com a água libera? Pablo - É isso, imagino que seja isso.

Quando a entrevistadora apresenta uma contra sugestão à explicação de Pablo, proporcionando uma versão supostamente dada por outro estudante da mesma idade, o estudante indica que o gás já existia dentro do comprimido, e apresenta uma ideia que Andersson (1986, 1990) chama de deslocamento, ou seja, exprime a noção de que durante a transformação química pode ocorrer mudança de posição da substância, isto é, ela pode desaparecer de um dado lugar simplesmente por que se deslocou.

ENT - outro estudante respondeu o seguinte: o primeiro caso seria um processo químico e o segundo físico, dizendo que no caso um o gás não existia, ele foi produto de uma reação entre o comprimido e a água. E no segundo caso sim seria um processo físico, pois temos apenas a mudança de estado físico. Você acha isso possível? Pablo - para mim a primeira parte que diz o que o caso dois é físico e o um é químico é possível, mas não que poderia produzir uma nova substância. ENT - Mas o que é um processo químico? Pablo - Só que aquela substância já estava contida no comprimido. ENT - Então se ela já existia e não foi produzida é um processo físico. Você não acredita que seja possível a produção de uma nova substância. Pablo - Me parece meio estranho isso. Eu mantenho a minha resposta. Acho que é isso mesmo. ENT- É uma liberação. Pablo - O contato com a água provoca isso.

O estudante George caracteriza os dois fatos como transformações físicas, no fato 1, a sublimação, e no fato 2, a ebulição. No caso da reação química em análise, a explicação deste estudante remete as ideias de estudantes categorizadas por Andersson

(1986, 1990) como modificação, pois a transformação química é explicada como uma transformação de estado físico onde a composição da substância não é alterada:

ENT - Você está diferenciando porque um tem aquecimento e o outro não? George - Sim, pois no caso da panela de ferro as bolhas se referem à água passando de um estado físico para outro, no caso passando para gás. E o primeiro não é mais uma coisa que passa do estado líquido para o gasoso, mas sim passando do sólido para o gasoso direto.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mesmo com as mudanças nas propostas curriculares das licenciaturas na área da química das instituições de ensino superior, e com vários anos de pesquisas desenvolvidas na área de educação química, eventos de divulgação científica e com a maior oferta de cursos de formação continuada e/ou de especialização para os professores que estão atuando em sala de aula, constata-se que concepções muito similares às encontradas nas pesquisas das décadas de 80 e 90 do século XX continuam presentes nas explicações dos estudantes.

Ainda que os estudantes sejam dedicados e apresentem um bom desempenho nas avaliações de química, e que, além disso, gostem de ciências, e mais especificamente de química, eles não conseguem empregar os conceitos estudados no ensino fundamental e no início do médio para formular explicações para os fenômenos em análise na história contada. Percebe-se nas explicações dos estudantes que o fato de diferenciar transformações químicas e físicas não significa que eles compreenderam os processos envolvidos nesses fenômenos e que consigam aplicar o conhecimento estudado em sala de aula quando esses são abordados em uma situação que faz parte do cotidiano deles.

Os cinco estudantes apresentam explicações que evidenciam a falta de modelos abstratos capazes de sustentar as análises para os fatos apresentados na história. A dificuldade de separar as substâncias após o contato entre elas também caracterizaria um processo químico, a ocorrência de uma reação sem necessariamente haver a formação de novas substâncias, a caracterização de uma substância como capaz de “criar uma química” que provoque uma reação, a ocorrência de uma explosão provocando a mistura dos reagentes no contato entre água e comprimido, são todas características que demonstram uma leitura dos processos a partir das aparências, fundamentadas pelas evidências do mundo macroscópico. Todas essas concepções apresentadas pelos estudantes denotam

obstáculos à aprendizagem baseada em representações do mundo microscópico, ou seja, por meio de modelos que caracterizam os conhecimentos cientificamente aceitos para a compreensão das transformações físicas e químicas.

Há ainda a evidência da utilização de termos como “mistura”, “solvente”, “difundir” de forma confusa, o que provavelmente tem relação direta com a compreensão que os sujeitos têm a respeito desses conceitos.

Acredita-se que essas noções fazem parte do desenvolvimento dos sujeitos e que devem ser problematizadas, pois estruturam a formação de novos conhecimentos. O estudante não tem como construir conhecimentos novos a partir do vazio, como se ele não tivesse nenhuma compreensão sobre os fenômenos que estão sendo tratados, ele precisa dar-se conta da sua forma de analisar os fenômenos em estudo para então rever seus conceitos, e as incoerências entre eles e os cientificamente aceitos, que devem ser estudados na escola.

REFERÊNCIAS

ANDERSSON, B. Pupils' Explanations of Some Aspects of Chemical Reactions. **Science Education**. vol. 70, n. 5, 1986, p. 549 – 563.

_____. Pupils' Conceptions of Matter and its Transformations (age 12-16). **Studies in Science Education**, 18, p. 53-58, 1990.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Edições 70, LDA: Lisboa, 2009.

BARKER, V. **Concepções Espontâneas dos alunos sobre conceitos básicos de química**. 2000. Disponível em <http://www.iq.ufrgs.br/aeq/producao.htm>. Acesso em: 10 abr. 2012.

CHARLOT-BLANC, A. C. **Introdução a Jean Piaget**. Lisboa: Instituto Piaget, 1997.

CRESPO, M. A. G.; POZO, J. I. La estructura de los conocimientos previos em Química: una propuesta de núcleos conceptales. **Revista Investigación en la Escuela**, 18, 1992, p. 23-40.

DELVAL, J. **Crescer e Pensar: A construção do conhecimento na escola**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

DRIVER, R. Más allá de las apariencias: la conservación de la materia en las transformaciones físicas y químicas. In: DRIVER, R.; GUESNE, E.; TIBERGHEN, A. (Orgs). **Ideas científicas en la infancia y la adolescencia**. Madrid: Ediciones Morata, S.A. Centro de Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia, 1992.

HERRON, J. D. Piaget for chemists. Explaining what "good" students cannot understand. **Journal Chemical Education**. 52, 1975, p.146-150.

JUSTI, R. S. A afinidade entre as substâncias pode explicar as reações químicas? **Revista Química Nova na Escola**. 7, 1998, p. 26-29.

LOPES, A. R. C. Reações Químicas: fenômeno, transformação e representação. **Revista Química Nova na Escola**, 2, 1995, p. 7-9.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MORTIMER, E. F.; MIRANDA, L. C. Transformações: concepções de estudantes sobre reações químicas. **Revista Química Nova na Escola**, 2, 1995, p. 23-26.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. A falta de motivação dos alunos pelas ciências. **Revista Pátio**. Ano IV, 12, 2012, p. 6-9.

ROSA, M. I. F. P. S.; SCHNETZLER, R. P. Sobre a importância do conceito transformação química no processo de aquisição do conhecimento químico. **Revista Química Nova na Escola**, 8, 1995, p. 31-35.

ROSA, M. I. F. P. S. **A evolução de ideias de alunos de 1º ano do ensino médio sobre o conceito de transformação química numa abordagem construtivista**. Dissertação de Mestrado. Campinas. Faculdade de Educação da Unicamp, 1996, disponível em: <http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000105290&fd=y>, acesso em 11 de setembro de 2012.