

Antônia e seu tempo de criança: as concepções de estudantes sobre o processo de ferrugem

Antônia and her childhood: Students' conceptions of the rust process

Daniela Rodrigues da Silva

Universidade Federal do Rio Grande do Sul Instituto
Federal do Rio Grande do Sul – Câmpus Canoas
daniela.silva@canoas.ifrs.edu.br

Érika Piacheski Abreu

Instituto Federal do Rio Grande do Sul – Câmpus Canoas
erikapiacheskiabreu@gmail.com

José Claudio Del Pino

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
delpinojc@yahoo.com.br

Resumo

O presente trabalho constitui um estudo de caso realizado com estudantes ingressantes do ensino médio no ano de 2011, com o objetivo que conhecer suas concepções a respeito de um processo de ferrugem. Os estudantes participaram de entrevistas individuais onde formularam hipóteses buscando explicar um processo de ferrugem relatado em uma história contada pela entrevistadora. Assim como nos estudos realizados no século passado, diferentes obstáculos à aprendizagem de conceitos fundamentais para a compreensão do processo em análise foram evidenciados, situação que indica a importância de repensarmos processos de ensino e aprendizagem e a necessidade de professores pesquisadores no ambiente escolar.

Palavras chave: ensino, aprendizagem, concepções dos estudantes, ferrugem.

Abstract

This paper comprises a case study carried out with freshman students from intermediate education in 2011 with the objective to learn about their conceptions of the rusting process. The students took part in individual interviews in which they formulated hypotheses seeking to explain a rust process from a story narrated by the interviewer. As with studies carried out in the last century, different obstacles to learning fundamental concepts to understand the analysis process became evident, a situation that indicates the importance of rethinking teaching and learning processes, as well as the need for researcher teachers in the school environment.

Key words: teaching, learning, students' conceptions, rust.

Antônia e seu tempo de criança: as concepções de estudantes sobre o processo de ferrugem

Dentre os saberes que um professor deve ter para planejar e desenvolver situações de ensino que se transformem em oportunidades de aprendizagem, está conhecer as necessidades e as concepções dos estudantes a respeito dos conceitos que serão objeto de estudo durante as aulas (FREIRE, 2000; ZEICHNER, 2008; SHULMAN, 2005). Na área da educação química, há uma série de pesquisas que apontam concepções de estudantes a respeito de diferentes conceitos da química, presentes nos currículos tanto na educação básica quanto na educação superior (ANDERSSON 1986, 1990; DRIVER, 1992, GÓMEZ CRESPO e POZO, 1992, 2009; MORTIMER e MIRANDA, 1995; LOPES, 1995; BARKER, 2000; JUSTI, 1998; ROSA e SCHNETZLER, 1998). Ao considerar que a maioria desses estudos foram realizados nas décadas de 80 e 90 do século passado, pergunta-se: Quais serão as concepções de estudantes que ingressam no ensino médio nos dias de hoje a respeito das transformações químicas?

O presente trabalho apresenta uma parte de uma pesquisa realizada com estudantes ingressantes do ensino médio, onde o tema utilizado para buscar as concepções dos estudantes a respeito das transformações químicas foi a ferrugem. A escolha desse tema relaciona-se à sua abrangência e importância no estudo da química, possibilitando ao professor pensar formas de abordar diversos conteúdos de química na Educação Básica, tais como reações químicas, oxirredução, cinética química, equilíbrio químico e eletroquímica (MERÇON, GUIMARÃES e MAINIER, 2011) e, além disso, por tratar-se de um assunto relacionado à situações presentes no cotidiano dos estudantes.

O principal objetivo da pesquisa não foi o de verificar se os estudantes conseguiam explicar os processos de oxidação e redução apresentados no contexto da história, pois eles estavam cursando o primeiro ano do ensino médio, e provavelmente, ainda não tinham estudado esses processos, porém buscou-se verificar como eles compreendiam o fato, e como o relacionavam com os conceitos já estudados em ciências no ensino fundamental, e em poucos meses de química no ensino médio. Objetivou-se saber se o processo de ferrugem era explicado pelos estudantes como uma situação onde há produção de novas substâncias (transformação química), se os gases apareciam como participantes do processo nessas explicações e ainda, qual era o entendimento dos estudantes sobre a conservação da massa no processo.

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 pela personagem principal. Ao concluir a história, a entrevistadora (ENT), uma professora-pesquisadora da área da química, perguntava ao estudante se ele poderia pensar sobre os fatos apresentados na história, e compartilhar as explicações por ele elaboradas.

A proposta caracteriza-se como um estudo de caso (LÜDKE e ANDRÉ, 1986) desenvolvido em dois mil e onze 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, independentemente de elas

estarem cientificamente corretas ou não, na medida em que o objetivo era o de verificar se os estudantes conseguiam fundamentar suas explicações de forma a manter uma lógica que eles considerassem válidas e consistentes para dar conta de explicar os fenômenos em estudo. Essa estratégia está vinculada a uma das técnicas do método clínico crítico utilizado por Jean Piaget, a contra-sugestão. Cabe ressaltar que o método clínico crítico desenvolvido por Jean Piaget não foi utilizado durante as entrevistas, apenas um de seus elementos foi considerado, pois, acreditava-se, por outras experiências realizadas anteriormente (SILVA, 2011) que esta seria uma estratégia importante para diagnosticar as noções dos estudantes sobre o tema em estudo.

No caso das entrevistas analisadas nesse trabalho, a contra-sugestão (CHARLOT-BLANC, 1997) foi adaptada da seguinte forma: depois que o estudante apresentava sua explicação para a situação proposta, a entrevistadora expunha 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.

Neste trabalho serão analisadas as explicações de três estudantes que participaram das entrevistas realizadas com a história denominada “Antônia e seu tempo de criança”, onde o foco de análise era como os estudantes caracterizam o processo de ferrugem em pregos. Os sujeitos da pesquisa foram estudantes voluntários do primeiro ano do ensino técnico integrado ao ensino médio do Instituto Federal do Rio Grande do Sul – Câmpus Canoas e suas identidades serão preservadas por meio de pseudônimos. As entrevistas foram gravadas em áudio e posteriormente transcritas para análise. As respostas das estudantes não foram organizadas em categorias, pois apresentaram características diferentes umas das outras. A história contada aos estudantes foi a seguinte:

Antônia é uma adolescente que vive com seus pais em Canoas, cidade da região metropolitana de Porto Alegre – RS. Ela foi uma criança muito ativa, e teve a oportunidade de morar com sua família em uma casa com um grande pátio nos fundos. Nesse pátio havia árvores, flores, uma fonte de água e uma pequena horta, onde sua mãe cultivava verduras e legumes que sempre alimentaram a todos da família. No pátio havia também um balanço que o pai de Antônia confeccionou pregando, em uma das árvores, duas correntes em um pedaço de madeira, que serviu como base do balanço. Esse era o lugar preferido de Antônia, onde, na sombra de uma das árvores ela podia se balançar e sentir o vento batendo no rosto, experimentando uma sensação de liberdade. Muitas amigas de Antônia iam até a sua casa durante as tardes ensolaradas para brincar, e o balanço sempre foi um espaço disputado, possibilitando a aprendizagem do valor de “compartilhar” entre as amigas. Antônia cresceu, tornou-se uma adolescente, e o ambiente que marcou sua infância foi ficando cada vez menos frequentado, até o dia em que seus tios vieram visitar sua família com um primo que Antônia ainda não conhecia. O primo chamava-se Tiago, e tinha 3 aninhos. Então ela pensou em levá-lo para brincar no seu “adorado” balanço. Mas, para sua surpresa, seu pai a aconselhou a não leva-lo para o local, pois os pregos de ferro que o sustentavam estavam enferrujados e assim, ele poderia quebrar, provocando um acidente. Antônia perguntou ao pai: Como você sabe que os pregos estão enferrujados? O seu pai respondeu: eles estão com uma coloração entre o amarelo e o vermelho, e ainda, alguns até já se soltaram da madeira, estão danificados, corroídos e não sustentarão o peso do teu primo Tiago. O tio de Antônia então sugeriu, vamos comprar pregos novos e substituir os enferrujados, assim você poderá recuperar esse lugar da sua infância, agora cuidando e brincado com seu priminho.

As explicações dos estudantes

A ferrugem para a estudante Diana

Inicialmente, Diana indica a ação de fatores do ambiente, como a chuva, na produção de ferrugem, no entanto ela mesma faz o contraponto indicando que os pregos que não estão expostos a esses agentes também enferrujam e, assim, busca elementos que sejam comuns em qualquer ambiente para explicar o fato. Percebe-se que, para a estudante, uma reação química envolve a formação de novas substâncias, diferentes das iniciais, e utiliza esse conhecimento para construir hipóteses, indicando a possibilidade de ocorrência de uma reação química para a formação da ferrugem, mas por não ter um modelo claro, sente-se insegura no momento de formular explicações, tanto que, mesmo indicando a formação de novas substâncias pela “junção” do prego e dos gases, a estudante pensa que a massa do prego continua a mesma após o processo de corrosão, desconsiderando a massa dos gases.

ENT - O que é essa ferrugem pra ti? Como é que tu enxerga ela? Diana- Pra mim, é que alguma substância, não sei, ou alguma coisa assim, é que pra mim, como ele estava na rua, estava na árvore, então a chuva essas coisas se transformou, não sei, pega no prego e depois se enferruja.

ENT – Então pensa no prego antes, logo que foi colocado, e depois, enferrujado, se você pudesse coloca-los em uma balança para verificar a massa, você acha que mudaria? Diana - Acho que não!

ENT - Na história, está dizendo que ele ficou com uma coloração diferente. O que isso significa?

Diana - Acho que tem alguma coisa, uma substância, eu não sei [pausa], pra mim, é como um líquido, pra mim é um líquido, que daí se transforma em outra coisa, em ferrugem, tipo que daí tem aquela cor mais para marrom.

ENT - E esse líquido que ficou dessa cor tu acha que se formou como?

Diana- Acho que não é só a chuva, por que tem também dentro de casa, ferro que enferruja, então também pode ser, mas deve ser outra coisa! Mas aí?

ENT - O que tem dentro de casa que tem fora de casa também? Diana - Tem os gases, é! ENT - Mas e daí, o que acontece, como é que você entende esse processo? (silêncio) Diana - Acho que ele sofre uma transformação química, eu acho, por que ele vai mudar alguma substância, eu acho, que ele vai entrar em contato com alguma substância, que vai, que vai, [pausa], como na queima da madeira também muda a substância, a molécula não sei. Isso também eu acho que vai acontecer na ferrugem.

ENT - Então tu estás falando de uma reação química? (Indica que sim com a cabeça) ENT - Vamos pensar em dois componentes antes, o ferro (prego) e o gás e depois aquele prego danificado. Então, as substâncias envolvidas, tu estavas falando, elas continuam aí presentes, ou formou outra coisa agora, como tu enxerga esse isso? Diana

- Pra mim essas, no caso os gases, e o ferro se juntou e formou outra coisa. ENT- Outro estudante explicou esse mesmo processo dizendo que o ferro continua sendo ferro depois que forma aquela coloração característica da ferrugem, é o mesmo ferro, só que isso acontece por que é normal acontecer isso com os metais, eles aparecem de uma forma em uma determinada situação e depois mudam de acordo com a situação. O que tu pensa a respeito dessa explicação? (fica um tempo em silêncio) Diana – Eu acho que continuo pensando igual.

ENT- Outro estudante explicou esse mesmo processo dizendo que o ferro continua sendo ferro depois que forma aquela coloração característica da ferrugem, é o mesmo ferro, só que isso acontece por que é normal acontecer isso com os metais, eles aparecem de uma forma em uma determinada situação e depois mudam de acordo com a situação. O que tu pensa a respeito dessa explicação? (fica um tempo em silêncio) Diana – Eu acho que continuo pensando igual.

ENT- Outro estudante explicou esse mesmo processo dizendo que o ferro continua sendo ferro depois que forma aquela coloração característica da ferrugem, é o mesmo ferro, só que isso acontece por que é normal acontecer isso com os metais, eles aparecem de uma forma em uma determinada situação e depois mudam de acordo com a situação. O que tu pensa a respeito dessa explicação? (fica um tempo em silêncio) Diana – Eu acho que continuo pensando igual.

De acordo com Gómez Crespo e Pozo (1992), as ideias sobre conservação nas reações químicas têm sido estudadas em processos de oxidação e os resultados obtidos mostram várias possibilidades. Aparecem interpretações nas quais se considera que a massa diminui, como por exemplo, ao ver o aspecto esponjoso da capa do óxido, os estudantes indicam que o óxido come o metal. Os que pensam que a massa aumenta explicam que se adiciona óxido ao metal. Os que consideram que a massa não varia explicam oxidação que a substância segue sendo a mesma, somente houve uma mudança no aspecto. A explicação da estudante Diana apresenta uma possibilidade de ocorrência de uma reação química em que a massa do prego não é alterada, como já foi relatado por Barker (2000), segundo a qual, a minoria dos alunos atribui a ferrugem a uma reação química, nem sempre vista como incluindo oxigênio, mesmo quando se sabia que oxigênio estava envolvido, os alunos não necessariamente associavam isto com um aumento em massa.

A ferrugem para a Estudante Camile

Camile sugere diferentes fatores como responsáveis pela ferrugem, a água, o tempo, a temperatura. Para ela o fato de o ferro “tornar-se outra substância” não significa “modificar

sua composição química”, o que indica confusão em relação a conceitos da química. Essa forma de explicar já foi relatada por Andersson (1986, 1990) e caracterizada como “modificação”, ou seja, os estudantes usam a ideia de que durante o processo uma substância mesmo parecendo nova, continua sendo a mesma substância e mantendo sua identidade, porém de forma modificada, com alteração de algumas das suas propriedades.

ENT - O que tu achas que aconteceu com o prego para ele enferrujar? Camile - Eu acho que pode ter sido a água, porque enferruja geralmente por causa da água. ENT - Então como o balanço está em um ambiente aberto, tem sol, chuva. E pregos que não ficam expostos a chuva, tua acha que não enferrujam? Camile - Eu acho que enferrujam com o tempo. ENT - Tu achas que esse ferro que havia antes, continua compondo o prego depois? Depois da ferrugem, esse ferro do prego continua igual? Camile - Eu acho que é o mesmo ferro que se modificou. Ele só foi, por exemplo, assim como a água que vai do sólido para o líquido, ele foi se tornando outra substância. Não que a composição química tenha mudado, mas o estado dele, não o estado físico, o estado dele vai mudando. ENT - Então continua sendo ferro, mas outro ferro? Camile - É porque eu acho que não tem como uma substância se misturar com ele sendo que ele já está no estado sólido.

Nessa última fala, a estudante demonstra que dentre suas noções está a de que os sólidos não participam de reações químicas. E ainda, ela utiliza o termo misturar para explicar que não teria como o ferro reagir estando no estado sólido, assim os conceitos reagir e misturar são tratados como sinônimos. Quanto à conservação da massa, é mais comum os alunos pensarem que a massa de um prego enferrujado seria mais leve do que o prego original, porque a ferrugem “corrói” o metal (BARKER, 2000); e é essa a explicação que constitui a fala da estudante Camile.

ENT - Agora pense, se tu pudesses pegar esse prego antes de pregar no balanço, e colocar em uma balança e verificar a massa, e depois de já ter enferrujado, pegar o mesmo prego e ver a massa novamente. Ao verificar a massa antes e depois, tu acha que ela se mantém? Camile - Eu acho que vai ficar menor. ENT - Por quê? Camile - Ela vai se decompondo e a massa vai ficando menor. ENT - E esse material que não está mais presente, foi pra onde? Camile - É que ele vai perdendo pedacinhos, então vai diminuindo. ENT - Para um outro estudante o processo acontece pela presença do ar, ou seja, forma-se uma substância que não existia antes. Tu achas essa explicação válida? Camile - É que eu não consigo ver o ar, por que eu acho que para formar outra substância teria que ter alguma outra coisa, por exemplo, a temperatura, que tivesse a ver com o processo. Acho que só o ar não teria como simplesmente passar do metal e se transformar em outra substância. ENT - Então tu achas que se esse ferro fosse aquecido e se tornasse líquido, teria a possibilidade de se transformar em outra coisa? Camile - Sim, por que acho que a água vai corroer ele, já o ar acho meio difícil corroer ele, eu acho que a água tem mais possibilidade, por que, não que ele se misture com a água, nem que transforme a substância, mas acho que o contato com a água, justamente, eu imagino que vai ter alguma substância, alguma coisa que vai entrando em contato com a água e se torna outra. É que eu não consigo imaginar ele, sólido, se transformar em outra coisa, mas ao mesmo tempo, agora eu parei pra pensar, ele vai acabar se transformando em outra coisa, ele vai mudar.

A estudante tem dificuldade de imaginar uma reação entre um gás e um sólido, o que demonstra que o estudante fundamenta suas explicações nas suas percepções a nível macroscópico. Ela não busca formular hipóteses em um nível abstrato, propondo situações para além do que ela pode ver.

A ferrugem para a estudante Olga

A estudante apresenta a umidade como algo adquirido pelo prego e responsável pela ferrugem. Além disso, a falta de “uso” do prego também é apontada como fator que provocou a ferrugem. As falas da estudante remetem a presença de obstáculos animistas por meio de confusões entre o vital e o material (BACHELARD, 1996, p. 186) na forma de compreender o processo de ferrugem. Quanto à conservação da massa, inicialmente Olga considera que a

ferrugem provoca um aumento na massa do prego, mas após a contra sugestão muda de opinião, considerando que a camada externa que aparece esconde um ferro em decomposição internamente.

ENT - Querida que você me ajudasse a entender o que aconteceu com os pregos. Quando fala que enferrujou. O que é essa ferrugem? O que tu acha que aconteceu? Por que eles enferrujaram? Olga - Porque de certo pegou muita umidade. ENT - Umidade. Por que ele estava em um ambiente aberto? Olga - É. ENT - Então vamos pensar. Tu estás me dizendo os motivos para o ferro enferrujar. Em função da umidade e de ele estar em um ambiente externo. Olga - E também por ele ser antigo, pode ser. E por ficar muito tempo sem ser utilizado. ENT - O que tu acha que é essa ferrugem? Ela já estava presente, ou ela se formou durante o processo, ou, o que aconteceu? Olga - De uma certa maneira ela já existia, mas só depois de ter acontecido alguma coisa ela veio a aparecer. Por estar na umidade e não ser muito utilizado o ferro vai modificando. ENT - Se nós pudéssemos fazer uma experiência. Temos uma balança e a gente verifica a massa do prego antes dele enferrujar, depois pregamos ele, esperamos um tempo até enferrujar. Retiramos ele e vamos pesar novamente. Tu achas que a massa continua a mesma? Olga - Não. Eu acho que aumenta. Porque tem mais uma camada, digamos assim. ENT - Mais uma camada que antes não aparecia. Então tu está me dizendo que continua a mesma coisa e o que já estava ali apareceu. Por que a massa aumentou? Olga - Eu acho que é porque tem mais uma camada. A camada veio tornar ele mais pesado. ENT - Tu havias falado que a ferrugem já existia e que ela veio a aparecer devido a umidade que agiu sobre o prego, certo? Se ela já existia, como é que a massa aumentou? Tu acha que tem algum agente externo? Como tu entende essa camada? Olga - Eu acho que essa camada aumentou por causa do tempo. ENT - Tempo que ele ficou lá? Olga - É. ENT - Então se eu pegar o mesmo prego e colocar num ambiente fechado por bastante tempo ele vai enferrujar também? Olga - Vai. ENT - O que acontece durante este tempo para ele enferrujar? Olga - Ou ele pode não estar sendo utilizado para ele enferrujar. ENT - Então, se fosse um prego que nós mudássemos de lugar isso não iria ocorrer? Olga - Dependendo. Se fosse muito tempo eu acho que iria. O prego vai enferrujar um dia, não vai ser para sempre um prego bom.

Nesse momento Olga apresenta o que Andersson (1986, p.551) chama de “It is just like that”, ou seja, é assim, simplesmente não é possível entender e explicar tudo. Nesse caso, para a estudante é natural que isso aconteça com o prego.

ENT - Um estudante disse que a ferrugem faz com que a massa diminua, porque é como se o ferro sofresse uma decomposição, como se ele ficasse quebradiço, ou seja, ele vai perdendo pedaços ao longo do tempo, fato que faz com que ele se solte e diminua sua massa. Essa é uma contra sugestão, selecionei uma resposta diferente da tua, dentre as inúmeras existentes. O que tu achas disso? Olga - Eu acho que ele está certo. Faz mais sentido. Eu retiro o que eu disse e concordo com ele. ENT - Diminui a massa então. Vamos pensar agora no que tu disseste. A ferrugem seria uma camada que se fica a mais por fora. Olga - Mas pode ser que as camadas de dentro do ferro vão se desmanchando e cria uma nova em cima. ENT - Então essa ferrugem não é mais o ferro que existia antes. É uma outra coisa ou é um ferro que existia antes, mas que agora tem uma nova aparência? Olga - É o mesmo ferro que existia antes só que com uma nova aparência. Pois não tem porque por dentro não ser mais ferro se só vai mudar por fora.

Alguns alunos tendem a tratar a ferrugem como um tipo de “mudança de estado do ferro”, em que “o ferro virá pó”. Assim, o estudante tende a ignorar a alteração de massa que ocorre no sistema, afirmando que o prego enferrujado pesa o mesmo que o prego sem ferrugem, pois “ferro e ferrugem são a mesma coisa, em formas diferentes”. É muito comum, também, que o estudante recorra a uma espécie de transmutação para explicar as transformações químicas. Nesse tipo de explicação, a transformação não é vista como resultado da interação entre diferentes substâncias que resultam em substâncias distintas, mas como a realização de uma certa „potencialidade” da substância transmutada. Assim, o ferro vira ferrugem porque “o ferro tem uma tendência natural a se enferrujar” (MORTIMER e MIRANDA, 1995).

Considerações Finais

Obstáculos à aprendizagem de conceitos cientificamente aceitos para o estudo da ferrugem foram encontrados nas respostas elaboradas pelas três estudantes, todavia, percebeu-se que esses obstáculos são fundamentados por diferentes concepções a respeito do que seja a ferrugem.

Embora não consiga formular um modelo que explique a transformação da matéria em nível microscópico, a estudante Diana buscou utilizar como critério para a avaliação dos fatos da história o conceito que ela tem construído para uma transformação química, assim, mesmo sem identificar com clareza os reagentes e produtos envolvidos, e desconsiderando a massa “dos gases” por ela definidos como reagentes, a estudante formula explicações seguindo o pressuposto de que há a formação de uma “outra coisa”, ou seja, uma nova substância.

Diferentemente, a estudante Camile compreende que “formar uma outra substância” é característica de procedimentos envolvendo transformação de estado físico, e não a mudança da composição química, fato que indica uma confusão conceitual que poderá conduzir a estudante a outros erros conceituais. Ela explica o processo fundamentalmente pelo que é perceptível, por meio de aspectos visíveis, concretos, como no entendimento de que as misturas, relatadas aqui como situações onde as substâncias teriam contato para então reagir, somente seriam possíveis no estado líquido, excluindo sólidos e gases.

Olga apresenta explicações fundamentadas pelo realismo ingênuo (POZO e GÓMEZ CRESPO, 2009), ou seja, as coisas são de certa forma porque são assim. Não há, como no caso das demais estudantes participantes, uma tentativa de relacionar, mesmo que de forma superficial, conceitos estudados em ciências ou química, com o fato em análise, mas há, sobretudo a confusão entre estados mentais e materiais pautadas em interpretações animistas.

Percebe-se, dessa forma, que as concepções apresentadas pelas estudantes neste estudo de caso são muito similares às encontradas pelos estudos desenvolvidos no século XX, e que esse continua sendo um problema para qual a educação química e/ou em ciências precisa buscar melhorias. Para Lopes (2007, p.58) ao se negar a existência de conceitos prévios sobre os mais diferentes assuntos, não se cuida para que os preconceitos e os erros das primeiras concepções sejam questionados, obstaculizando-se novos conhecimentos e cristalizando-se falsos conceitos.

Referências

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

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

BACHELARD, G. A formação do espírito científico. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

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.

GÓMEZ CRESPO, M. A.; POZO, J. I. La estructura de los conocimientos prévios em Química: una propuesta de núcleos conceptuales. *Revista Investigación en la Escuela*, nº18, 1992, p.23-40.

_____.A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento ao cotidiano ao conhecimento científico. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

_____.A falta de motivação dos alunos pelas ciências. Revista Pátio. Ano IV, n.12, março/maio 2012, p.6-9.

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

DRIVER, R. Más ala de las apariencias: la conservación de la matéria em las transformaciones físicas y químicas. In: Ideas científicas em la infância y la adolescência. DRIVER, R.; GUESNE, E.; TIBERGHIE, A.(orgs). Madrid: Ediciones Morata, S.A. Centro de Publicaciones del Ministerio de educacion y ciência,1992.

FREIRE, P. Pedagogia da autonomia. Saberes necessários à prática educativa. 14 ed. São Paulo: Paz e Terra, 2000.

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

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

_____. Currículo e Epistemologia. Ijuí: Editora Unijuí, 2007.

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

MERÇON, F.;GUIMARÃES, P.I.C.;MAINIER, F.B. Sistemas Experimentais para estudo da corrosão em metais. Química Nova na Escola. Vol 33, n.1, fev. 2011, p. 57-60.

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

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. Análise Textual Discursiva. 2 ed. Ijuí: Ed.Unijuí, 2011.

PARRAT-DAYAN, S, D. A teoria de Piaget sobre a causalidade. In: Conhecimento e Mudança: os modelos organizadores na construção do conhecimento. MORENO, M.; SASTRE, G.; BOVET, M.; LEAL, A.(orgs). São Paulo: Moderna; Campinas: Editora da Universidade de Campinas, 2000.

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, n. 8. nov. 1995, p. 31-35.

SILVA, D. R. A escola como lugar para pesquisar e usufruir da pesquisa. In: Caminhos Reflexivos da Pesquisa Docente. COLLARES, D.; ELIAS, C.R. (orgs). Curitiba: Honoris Causa, 2011.

SHULMAN, L.S. Conocimiento y enseñanza: fundamentos de la nueva reforma. Profesorado. Revista de currículum e formación del profesorado, 9, 2, 2005. Disponível em: <http://www.ugr.es/local/recfpro/Rev92ART1.pdf>. Acesso em 20 de fev. de 2013.

ZEICHNER, K.M. Uma análise crítica sobre a “reflexão” como conceito estruturante na formação docente. Revista Educação e Sociedade. Vol.29, n. 103, maio/ago. 2008, p. 535-554. Disponível em <http://www.cedes.unicamp.br>. Acesso em 10 de fev. de 2013.