



## **Atividade Orientadora de Ensino e a apreensão de conhecimentos em Química**

### **Teaching Guiding Activity and the comprehension of knowledge in Chemistry**

**Daniela Mica Espimpolo**

Pós-graduanda  
Universidade de São Paulo  
dme.daniela@gmail.com

**Yassuko Iamamoto**

Professora Titular  
Universidade de São Paulo  
iamamoto@ffclrp.usp.br

**Daniela Gonçalves de Abreu**

Professora Doutora  
Universidade de São Paulo  
danielaga@ffclrp.usp.br

#### *Resumo*

Neste artigo, pretende-se discutir sobre os indícios acerca do processo de apreensão de conhecimentos no contexto da disciplina de Química Analítica Qualitativa (QAQ). O presente estudo se faz relevante uma vez que a disciplina sofreu, ao longo dos anos, uma considerável redução de sua carga horária e decorrentes reestruturações. Apesar dessas reestruturações terem sido introduzidas na disciplina nos cursos de Química do Departamento de Química da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto (DQ/FFCLRP/USP), observa-se que o aprendizado dos alunos ainda tem ficado muito aquém do desejado. Destarte, a partir do desenvolvimento de uma Atividade Orientadora de Ensino com alunos do terceiro semestre do curso de Licenciatura em

Química, buscamos obter indícios desse processo, pautando este estudo no enfoque Histórico-Cultural e na Teoria da Atividade. A pesquisa foi de caráter qualitativo com enfoque na pesquisa-ação. Observou-se que a linguagem desempenha um importante papel na apropriação de conhecimento. E a AOE é uma ferramenta didático-metodológica interessante para tornar o processo de ensino e aprendizagem significativo na disciplina de QAQ.

**Palavras-chave:** Química; Atividade Orientadora de Ensino; linguagem.

### *Abstract*

This work aims at discussing the evidences about the process of conceptual development within the scope of the Qualitative Analytical Chemistry (QAC) discipline. The present study is relevant since the discipline has suffered, along the years, a reduction in its credit hours. Although some modifications have been introduced in the Chemistry' courses in the Department of Chemistry, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto (DQ/FFCLRP/USP), we observe that students' learning has still been far from the desired. Thus, from the development of a Teaching Guiding Activity with third semester undergraduate students of the Chemistry course, we seek to obtain evidences of this process, basing this study on the Historical-Cultural point of view, and on the Activity Theory. The qualitative research was based on action research. We observed that the language is very important in knowledge acquisition. And AOE is an interesting methodological-didactic tool to make significant the process of teaching and learning in the context of the discipline of QAC.

**Keywords:** Chemistry; Teaching Guiding Activity; Language.

## Introdução

A disciplina de Química Analítica Qualitativa (QAQ) passou por reformulações ao longo dos anos devido a uma redução de carga horária de 11 horas para 6 horas semanais. Esta disciplina é oferecida aos cursos de Bacharelado e de Licenciatura em Química do Departamento de Química da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto (DQ/FFCLRP/USP) logo no início de ambos os cursos - terceiro semestre. Ao final da disciplina, almeja-se que o aluno seja capaz de compreender os princípios básicos envolvidos na teoria sobre "equilíbrio químico em soluções aquosas", os quais são necessários à interpretação dos fenômenos que ocorrem nas diversas áreas da Química; bem como compreender as propriedades dos principais grupos de cátions e ânions e os fundamentos de separação e identificação desses grupos (marcha analítica).

Visando manter a qualidade do ensino apesar da redução de carga horária, algumas modificações (ABREU et al., 2006) foram introduzidas na disciplina. Por exemplo, houve a reestruturação do conteúdo e um manual de laboratório foi elaborado com alguns diferenciais (ABREU, 2003) se comparado aos livros-texto (CURTMAN, 1959; MOELLER, 1972; ALEXÉIEV, 1975; VOGEL, 1981; BACCAN, 1997) clássicos de QAQ. No entanto, mesmo com tais modificações, as avaliações e relatórios revelaram que o aprendizado dos alunos ainda tem ficado muito aquém do desejado.

Diante deste cenário, tornou-se evidente a necessidade de investigar o processo de aprendizagem dos conceitos fundamentais da disciplina de QAQ. No início, algumas perguntas nortearam o trabalho: “como se dá o processo de construção do conhecimento na disciplina de QAQ?”; “como os alunos aprendem?”; “como ter indícios do processo de apreensão de conhecimentos envolvidos na disciplina de QAQ?”; “a linguagem seria um caminho?”. A partir do momento que definimos o objetivo deste trabalho – buscar indícios do processo de apreensão dos conceitos fundamentais da disciplina de QAQ – deparamo-nos com mais um problema: como apreender um objeto de pesquisa que é dinâmico e abstrato simultaneamente?

A perspectiva histórico-cultural nos pareceu bastante adequada, primeiramente por conceber que a aprendizagem se dá na interação dos sujeitos com o meio, objetos e outros indivíduos. Aos que se propõem a investigar o processo de aprendizagem é inevitável perguntar-se: “**como** o ser humano aprende?” Muitos estudiosos realizaram e realizam a busca por desvendar o que faz o homem natural constituir-se enquanto homem e como ocorre seu desenvolvimento enquanto ser pensante que é. Vigotski e Leontiev, psicólogos soviéticos do século XX, o fizeram notadamente abordando o enfoque Histórico-Cultural e a Teoria da Atividade, respectivamente, ambos fundamentados no materialismo histórico-dialético. Corroboramos com estes autores, uma vez que assumem que a evolução do homem é dada socialmente, de maneira coletiva, por meio da interação com outros indivíduos.

O ensino apenas configura-se como tal, caso promova o desenvolvimento do psiquismo humano, sendo assim torna-se imprescindível que se busque adequar o ensino de modo a estimular o processo de desenvolvimento. Desta maneira, Moura (2010), propõe o que denomina de Atividades Orientadoras de Ensino (AOE) como uma possibilidade para realizar a atividade educativa considerando-se o conhecimento produzido sobre os processos humanos de construção do conhecimento. A estrutura da AOE baseia-se nos princípios do desenvolvimento do psiquismo abordados por Leontiev e Vigotski, visto que ela parte da ideia de promover uma **necessidade** nos estudantes acerca da busca por apropriar-se de um determinado **conceito**. Ao longo da atividade, o aluno irá se deparar com a **necessidade** de criar um conceito acerca de algo (no caso, o conteúdo requerido pelo professor) e neste momento o apreenderá de modo mais significativo.

*A AOE mantém a estrutura de atividade proposta por Leontiev, ao indicar uma necessidade (apropriação da cultura), um motivo real (apropriação do conhecimento historicamente acumulado), objetivos (ensinar e aprender) e propor ações que considerem as condições objetivas da instituição escolar (MOURA, 2010, p. 96).*

Parafraseando Moura (2010) é importante que a situação desencadeadora de aprendizagem, como denomina o autor, a ser desenvolvida com os alunos contemple a gênese do conceito, ou seja, que revele o que levou a humanidade à criação daquele determinado conceito, quais foram os problemas e as necessidades que surgiram e como, no movimento lógico-histórico os homens foram elaborando as soluções para os mesmos. A esse tipo de apropriação de conceitos, por meio da reprodução das necessidades históricas, o autor recorre ao termo **história virtual do conceito**.

As AOE representam um elo entre o ensino do professor e a aprendizagem do aluno. Na AOE, tanto o professor quanto o aluno são sujeitos em Atividade, e nesta Atividade

(no caso, a Atividade Educativa) a finalidade é aproximar ambos os sujeitos de um determinado conhecimento, com relação à possibilidade de apropriação dos conhecimentos produzidos socialmente. Ambos, professor e aluno são detentores de conhecimento, valores, os quais estarão permeando as ações que possuem o objetivo de atingir um novo nível de conhecimento. Assim, ambos serão modificados no momento da realização da AOE, e neste sentido, portanto, ambos (professor e aluno) alcançarão um conhecimento de qualidade nova. A AOE possui, então, o caráter de mediar e orientar o processo de ensino e de aprendizagem.

Diante do exposto, sendo nosso objeto de pesquisa dinâmico e abstrato, decidimos adotar a Teoria da Atividade e a AOE como possibilidade para colocar o processo de apreensão de conhecimentos em movimento. Assim, buscou-se estruturar uma AOE a partir da necessidade de investigação acerca de possível(is) substância(s) – íon(s) – causadora(s) de algumas alterações na água de abastecimento de uma cidade fictícia. Isto está de acordo com o surgimento histórico desta área de conhecimento (QAQ), uma vez que o desenvolvimento da QAQ iniciou-se na Antiguidade, pela necessidade de identificar substâncias indesejáveis em certas amostras (ALVIM; ANDRADE, 2006). Podemos dizer que a AOE configurou-se como um recurso metodológico para tentar colocar o objeto em estudo em movimento, porém ainda necessitávamos apreendê-lo. Para tanto, a **linguagem** poderia fornecer indícios do processo de apreensão de conhecimentos, uma vez que AOE foi realizada com grupos de alunos e vários diálogos foram estabelecidos entre eles. Desta forma, pretende-se neste artigo discutir os dados de pesquisa levantados nesse processo.

## Fundamentação teórica

O desenvolvimento humano está atrelado às leis sócio-históricas e não somente às leis biológicas. Os homens se diferem dos outros animais ao passo que para suprir suas necessidades (não apenas as biológicas) o faz de modo intencional, consciente, por meio de seu trabalho, o que leva à constituição de uma cultura, e isso o caracteriza efetivamente como humano (MOURA, 2010) e (LEONTIEV, 1978a) – esquema apresentado na figura 1 a seguir.



Figura 1: Esquema produzido a partir de MOURA (2010) e LEONTIEV (1978a) sobre a constituição do homem enquanto humano a partir de suas necessidades.

Neste panorama, o desafio que se encerra é compreender como as formas sociais das atividades humanas geram formas específicas de psiquismo e como a partir do mundo objetivo, concreto é possível a formação da subjetividade. Nesse tocante, Leontiev introduz o conceito de **Atividade**, o qual define como sendo “*aqueles processos que, realizando as relações do homem com o mundo, satisfazem uma necessidade especial correspondente a ele*” (LEONTIEV, 2001, p. 68). O termo Atividade é traduzido do alemão *tagitkeit* e do russo *deyatel’nost*, sendo entendido segundo Tolman (1988) como:

*Um conceito que conota a função do indivíduo em sua interação com o que o cerca. A Atividade psíquica é uma relação específica de um corpo vivo com o ambiente, media, regula, e controla as relações entre o organismo e o ambiente. A atividade psíquica é impelida por uma necessidade (...)* (TOLMAN, 1988, p. 16).

Ainda em Tolman (1988), o termo **necessidade**, traduzido do alemão *bedurfnis* e do russo *potrebnost*, é “*algum tipo de requisito para qualquer atividade*”. Assim, todo e qualquer ser que mantenha interações com o meio que o cerca movido por suas necessidades para manter-se neste meio pode **estar em Atividade**. Portanto, os homens e também os outros animais podem entrar em Atividade. Mas o que diferencia a atividade humana da atividade animal?

Retomando a figura 1 observa-se que o homem imprime transformações na natureza. Os outros animais também o fazem, todavia as transformações humanas são realizadas de modo **intencional** e **consciente** (DUARTE, 2004).

E no caso das Atividades humanas, o que diferencia uma Atividade da outra?

*Podemos diferenciá-las por suas características: suas formas, os caminhos pelos quais pode ser realizada, tensão emocional, características espaciais ou temporais, mecanismos fisiológicos, etc. Mas sem dúvida, o mais importante que difere uma atividade de outra é o OBJETO da atividade* (LEONTIEV, 1978a, p. 82).

A atividade tem como característica o motivo pelo qual o sujeito se dispõe a agir a partir de uma necessidade:

*A primeira condição de toda a atividade é uma necessidade. Todavia, em si, a necessidade não pode determinar a orientação concreta de uma atividade, pois é apenas no objeto da atividade que ela encontra a sua determinação: deve por assim dizer encontrar-se nele. Uma vez que a necessidade encontra a sua determinação no objeto (se “objetiva” nele), o dito objeto torna-se motivo da atividade, aquilo que o estimula* (LEONTIEV, 1978b, p. 115).

O objeto e o motivo da Atividade não são idênticos, mas os mesmos devem guardar relações entre si, para que de fato o indivíduo possa estar em Atividade. As ações realizadoras da atividade são estimuladas pelo seu motivo. Leontiev (1978a, p. 84) apresenta um exemplo para ilustrar essa questão: um homem tem a necessidade de se alimentar e precisa realizar tal Atividade: aí está o seu motivo (ir em busca de alimento). “*Mas para satisfazer sua necessidade de alimentar-se ele deve realizar ações, as quais não estão encaminhadas diretamente para obter tais alimentos*” (LEONTIEV, 1978a). As ações são os processos que se realizam para atingir determinado resultado

(objetivo consciente). As formas pelas quais as ações são realizadas Leontiev (1978a) denomina como operações. Toda operação é resultado de uma transformação da ação. Para ilustrar a relação entre ações e operações pode-se pensar na Atividade de dirigir um automóvel: torna-se uma operação após a sequência das ações (dar partida no carro, soltar o freio de mão e engatar a primeira marcha, etc.) automatizarem-se. Externamente o fenômeno é tido como automático, mas internamente (no plano psíquico) já se tornou instrumento do pensar, ou seja, uma operação.

Leontiev (1978b) ressalta que a Atividade é entendida como um **sistema** e sendo assim, é mister que os elementos que a compõem (necessidade, objetivo, motivo, ações e operações) estejam em consonância para o perfeito funcionamento desse sistema como um todo. Além disso, sendo um sistema, esses elementos funcionam em conjunto, são interdependentes e se inter-relacionam. Há, então, certa mobilidade quando se assume a estrutura da Atividade enquanto um **movimento** dialético. E, portanto, não se aplica fragmentar a estrutura da mesma para estabelecer classificações estanques de suas entidades. A figura a seguir busca retratar esta ideia de sistema e movimento relacionada aos elementos constituintes da Atividade – para perceber o efeito de movimento da figura aproxime-se e afaste-se da imagem tomando como ponto fixo a palavra “motivo” no centro da mesma.

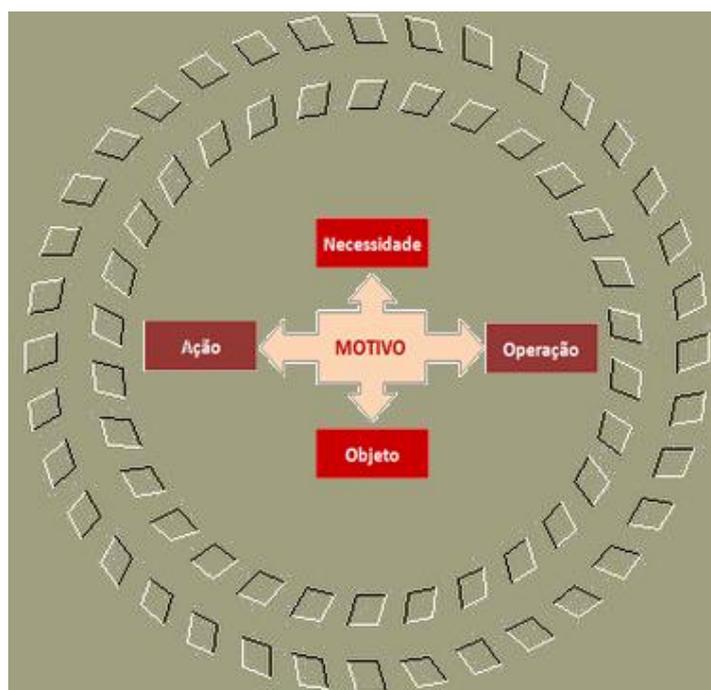


Figura 2: Esquema representativo da estrutura da Atividade a partir da Teoria Geral da Atividade de Leontiev (1978b). Para perceber o efeito de movimento da figura aproxime-se e afaste-se da imagem tomando como ponto fixo a palavra “motivo” no centro da mesma.

Gadotti (2006, p. 23) afirma que *“somente o movimento é absoluto, pois é constante em todo processo”* e Vigotski (2007), partindo do pressuposto do método materialista histórico-dialético, afirma que *“é somente em movimento que um corpo mostra o que é”*. Metodologicamente, isto implica que sejam criadas condições na pesquisa que permitam ao pesquisador investigar o processo de desenvolvimento do fenômeno/objeto estudado (RIGON et al., 2010).

Isto se faz necessário pelo fato de mesmas manifestações externas poderem admitir origens internas diferentes (VIGOTSKI, 2007). RIGON et al. (2010) explica tal perspectiva utilizando o seguinte exemplo de Leontiev (1978a): uma mesa é colocada em uma sala espelhada, com um brinquedo no centro e vários obstáculos ao redor desta mesa, e uma vara é posta em um canto desta mesma sala. É pedido para uma criança que apanhe o brinquedo no centro da mesa. Após várias tentativas a criança não o faz. Uma segunda criança é inserida na sala para observar a situação e esta sugere à primeira que pule para alcançar o brinquedo. A primeira criança continua tentando, mas ainda em vão. A segunda criança então sugere uma alternativa à primeira: “pegue a vara”. E a primeira criança prontamente retruca: “mas assim fica fácil!” Esta experiência mostra a importância de se colocar em **movimento** o fenômeno a ser analisado ao longo da pesquisa para que se possa inferir acerca da gênese dos mesmos. Inicialmente, poder-se-ia dizer que a criança possuía algum tipo de deficiência intelectual que não a permitiu perceber a vara no canto da sala como um instrumento facilitador de sua tarefa. No entanto, a inserção da segunda criança na experiência permitiu perceber qual o real **sentido** atribuído à tarefa pela primeira criança, pois seu mérito estaria no **esforço** que realizaria para alcançar o brinquedo no centro da mesa.

Assim, optamos por trabalhar com a AOE, pelo fato desta permitir colocar em movimento o fenômeno a ser estudado conforme explanado anteriormente. Além disso, a AOE possibilita aos alunos argumentar uns com os outros, colocar seus pontos de vista, expor suas propostas para a resolução da situação desencadeadora de aprendizagem, construindo de maneira coletiva o caminho para se alcançar o objetivo da atividade.

*Refletindo sobre a prática pedagógica, são poucos os trabalhos escolares que proporcionam aos estudantes a construção e a assimilação do conhecimento, que questionam, promovem a dúvida, instigam a procura por mais conhecimento, e os motivam no processo de aprendizagem. A função da educação escolar, criada para difundir o conhecimento científico, é a de proporcionar a compreensão do significado dos conceitos. Tal objetivo implica criar condições para que as gerações posteriores compreendam a necessidade humana que gerou a criação do conceito, bem como seu processo de desenvolvimento. Com isso o estudante se apropria dos conceitos e compreende que é herdeiro do conhecimento desenvolvido pelas gerações precedente (MOURA, 2010, pp. 65-66).*

O processo de construção do conhecimento, de apreensão do conhecimento, consiste na busca dos nexos cognitivos (VIGOTSKI, 2007), e os conceitos surgem durante esse processo. Este processo é um “*processo interior por natureza e exterior por manifestação*” (VIGOTSKI, 2009, p. 427). Então, podemos inferir acerca do processo de construção do conhecimento dos estudantes na disciplina de QAQ utilizando para tanto a **linguagem**, a **palavra**, como instrumento de análise visto que apesar de a linguagem, por sua estrutura, não ser um simples reflexo especular do pensamento, o pensamento se materializa na palavra, “*o pensamento não se exprime na palavra, mas nela se realiza*” (VIGOTSKI, 2009, p. 409).

Interessante salientar que em uma gama de investigações se concebe o pensamento e a linguagem como elementos autônomos (VIGOTSKI, 2009). Todavia, Vigotski (2009)

assemelha o método de análise (decomposição da totalidade em seus elementos constituintes) dessas correntes de estudiosos a pesquisadores que ao tentar explicar, por exemplo, o porquê de a água apagar o fogo, a decomporia em seus elementos constituintes: hidrogênio e oxigênio, e se seriam surpreendidos ao notar que o (gás) oxigênio matem a combustão e o (gás) hidrogênio é inflamável. Implica-se assim que para Vigotski o pensamento e a palavra guardam entre si uma unidade dialética: *“a relação entre a palavra e o pensamento é, antes de tudo, não uma coisa, mas um processo, um movimento do pensamento à palavra e da palavra ao pensamento”* (VIGOTSKI, 2009, p. 409). Essa unidade é dada por meio do **significado** da palavra, sendo este sinônimo de ‘generalização’ ou ‘conceito’:

*O significado da palavra é, ao mesmo tempo, um fenômeno de discurso e intelectual (...). O significado da palavra só é um fenômeno de pensamento na medida em que o pensamento está relacionado à palavra e nela materializado, e vice-versa: é um fenômeno de discurso apenas na medida em que o discurso está vinculado ao pensamento e focalizado por sua luz. É um fenômeno do pensamento discursivo ou da palavra consciente, é a unidade da palavra com o pensamento (VIGOTSKI, 2009, p. 398).*

Esta perspectiva de Vigotski implica em um avanço ao passo que introduz que os significados das palavras **se desenvolvem**, transformam-se e se modificam ao longo do processo de desenvolvimento do indivíduo. Vigotski estabelece, baseado nos trabalhos de Paulham, a diferença entre o significado e o **sentido** da palavra.

*O sentido de uma palavra é a soma de todos os fatos psicológicos que ela desperta em nossa consciência. Assim, o sentido é sempre uma formação dinâmica, fluida, complexa, que tem várias zonas de estabilidade variada. (...) Como se sabe, em contextos diferentes a palavra muda facilmente de sentido. (...) O sentido real de cada palavra é determinado, no fim das contas, por toda a riqueza dos momentos existentes na consciência e relacionados àquilo que está expresso por uma determinada palavra (VIGOTSKI, 2009, p. 465-466).*

Vigotski abordando um exemplo clássico extraído dos diários de Dostoiévski acerca da ‘linguagem dos bêbados’ afirma ser possível exprimir inúmeros pensamentos e reflexões a partir de uma única palavra. Sendo possível aproximar-se desses pensamentos e reflexões a partir do conjunto de características inerentes à linguagem falada, como os olhares, os gestos, e principalmente o aspecto entonacional, os quais podem exprimir dúvidas, certezas, surpresas, indignação, discordância etc entre os sujeitos participantes de uma conversa. **O diálogo aliado a essas características citadas, portanto, configura-se como uma importante ferramenta para compreensão da essência do sentido atribuído às palavras pelos indivíduos.** E desta maneira, os diálogos dos estudantes serão nossa fonte de dados neste trabalho, pois poderão nos fornecer indícios do processo de construção do conhecimento. Até porque este autor comenta ainda que a *“necessidade de demonstrar e a habilidade de fundamentar o nosso próprio pensamento só surgem quando as nossas ideias se chocam com ideias alheias”*. E inclusive, justifica-se mais uma vez a estruturação da AOE como uma atividade que propiciará a materialização (o movimento) dos diferentes pensamentos e ideias dos alunos utilizando para tanto a linguagem falada.

## Desenvolvimento da pesquisa

Participaram da pesquisa alunos matriculados no terceiro semestre do curso de Licenciatura em Química do DQ/FFCLRP/USP. O curso é oferecido no período noturno e cerca de 40 alunos estavam matriculados, sendo que 18 deles participaram da pesquisa voluntariamente, uma vez que o convite foi realizado em uma das primeiras aulas da disciplina apenas por meio da apresentação do projeto de pesquisa ressaltando-se a importância desta para a melhoria da qualidade do curso.

A AOE proposta por nós foi estruturada a partir da necessidade de resolver um problema relativo à qualidade da água de abastecimento de uma cidade fictícia. Roupas com manchas amareladas, pH abaixo da normalidade e entupimento dos canais de irrigação da praça central da cidade eram algumas das evidências desse problema.

O problema a ser investigado pelos sujeitos da pesquisa consistia na presença de íons ferro ( $\text{Fe}^{3+}$ ) em excesso na água de abastecimento da cidade, proveniente do material do qual as tubulações eram constituídas. O princípio básico envolvido é a reação de hidrólise sofrida pelo ferro desprendido das tubulações:

Quadro 1. Problemáticas relatadas pelos personagens do vídeo envolvendo a qualidade da água da cidade fictícia e as causas químicas das mesmas.

Personagens do vídeo	Alterações observadas	Justificativas químicas
Morador	Roupas amareladas	Coloração do $\text{Fe}(\text{OH})_3$
Zelador da praça central	Entupimento dos canais de irrigação	Estado de agregação do $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , ou seja, sólido
Químico da estação de tratamento	pH abaixo da normalidade	Liberação de íons $\text{H}^+$ através da reação de hidrólise



O composto sólido  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  – hidróxido de ferro (III), formado na reação de hidrólise confere à água a coloração amarelada sendo, portanto, responsável pelas manchas de mesma tonalidade nas roupas dos moradores. O mesmo composto também é responsável pelo entupimento dos canais de irrigação da praça. A liberação de íons  $\text{H}^+$  pela reação de hidrólise, conforme observado acima, provoca o abaixamento do pH da água (caráter ácido), uma vez que o pH é dado a partir da concentração de íons  $\text{H}^+$  em solução.

Um vídeo curto foi produzido, o qual consistia na apresentação de um noticiário local da referida cidade, onde o entrevistador indagava os moradores acerca das problemáticas envolvendo a qualidade da água e estes retratavam suas observações, as quais constam organizadas na tabela a seguir com as respectivas justificativas químicas das mesmas.

Desvendar o íon causador das alterações observadas na água da cidade era o objetivo da AOE proposta. O conteúdo químico envolvido está relacionado à temática **equilíbrio químico** em soluções aquosas e ao conceito central de **solubilidade**. **Equilíbrio ácido-base e reações de hidrólise** e o princípio fundamental de separação dos íons na **marcha analítica** foram foco dessa AOE.

Foram realizados 5 encontros com duração de 2 horas cada um deles. Todos foram vídeo-gravados.

Quando na ocasião da aplicação da AOE, havia sido apresentado aos alunos na disciplina de QAQ apenas o conteúdo referente aos cátions do Grupo I ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ). Os grupos II ( $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ) e III ( $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ) seriam estudados posteriormente.

No primeiro encontro, houve a apresentação do vídeo. Os alunos deveriam reconhecer e pontuar o problema e levantar suas hipóteses a partir dos fenômenos relatados no vídeo e das características de diversos íons abordadas em um texto de apoio fornecido aos mesmos durante a AOE. Posteriormente, os alunos se dividiram em grupos e foi solicitado, que propusessem uma rota de análise experimental, mobilizando ações para a possível identificação do(s) íon(s). Nesse momento, também lhes foram fornecidas algumas informações para subsidiar a proposição da rota de análise como tabelas de constantes de produto de solubilidade de diversos compostos, regras de solubilidade para compostos inorgânicos, e algumas reações de equilíbrio.

No segundo encontro, os alunos foram ao laboratório didático para realizar os experimentos referentes às suas respectivas rotas propostas e tomar nota de suas observações, utilizando uma amostra de água simulando a água da cidade em questão. A amostra continha em torno de 3 mL de cada uma das seguintes soluções:  $\text{FeCl}_3$ ;  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ ;  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ;  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ;  $\text{NaNO}_3$ ;  $\text{KNO}_3$ ; todas a  $0,2 \text{ mol.L}^{-1}$ . A amostra foi preparada de modo a conter alguns íons de cada um dos grupos estudados na disciplina de QAQ, no caso, grupo I ( $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$ ), grupo II ( $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ ), grupo III ( $\text{Fe}^{3+}$ ) e grupo IV ( $\text{Cu}^{2+}$ ), sendo o  $\text{Fe}^{3+}$  o responsável pelas alterações da água fictícia. À amostra foi adicionado  $\text{NaOH } 4\text{mol.L}^{-1}$  até formação de precipitado de  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  para simular a coloração da água da cidade.

No terceiro encontro, houve uma discussão coletiva para a elaboração de uma rota geral construída a partir das contribuições de todos os grupos de acordo com as observações realizadas pelos mesmos no laboratório.

No quarto encontro, novamente os alunos foram ao laboratório para executar a rota geral proposta e realizar suas observações.

No quinto encontro, o vídeo foi apresentado novamente para retomar as evidências do problema relacionado à água fictícia, bem como as hipóteses previamente levantadas pelos alunos. Buscou-se instigar nos alunos relações entre o que puderam inferir sobre a água a partir dos experimentos executados e das rotas propostas com as alterações retratadas pelos moradores da cidade. Neste encontro de encerramento procurou-se relacionar os aspectos sociais e fenomenológicos retratados no noticiário (vídeo) como as manchas nas roupas, a coloração da água, o entupimento dos canais de irrigação, bem como a saúde dos moradores, as medidas para remediação do problema com alguns tópicos trabalhados ao longo da disciplina de QAQ como “processo de formação de precipitados, constante de produto de solubilidade”; “reações de hidrólise e pH”; e para avaliar a espontaneidade das reações redox “cálculo de potenciais de reações redox”; os “processos de separação envolvidos na marcha analítica e suas respectivas reações”, reflexões acerca da especificidade do teste para identificação do íon  $\text{Fe}^{3+}$  foram igualmente trabalhadas com os alunos. Houve, então, a preocupação em se tecer, em um constante devir, as relações entre os aspectos sociais e fenomenológicos com o conhecimento químico, com o intuito de explorar ao máximo os diversos aspectos presentes nas múltiplas facetas da

totalidade, buscando assim suscitar constantemente as relações entre as partes e o todo, uma vez que estas não podem ser consideradas elementos estratificados e isolados dessa totalidade (FRIGOTTO, 2001). Questionamento no grupo como “esta água pode acarretar prejuízos para a saúde dos moradores?” foi contraposto com “a utilização de águas ferruginosas para fins medicinais”. Uma amostra de água real (coletada em um apartamento no centro de Ribeirão Preto construído com tubulações de ferro) com as mesmas características da água simulada fictícia foi utilizada para ilustrar aos alunos a existência de ocorrências reais semelhantes, no nosso cotidiano. Além disso, dada a especificidade do teste para identificar o íon  $\text{Fe}^{3+}$  com tiocianato, este foi realizado durante o último encontro, por uma das alunas com a amostra real. Neste artigo os resultados que serão discutidos referem-se ao primeiro e segundo encontros. Os vídeos destes encontros foram assistidos algumas vezes e foram buscados elementos relativos ao objetivo deste trabalho.

## Análise dos dados

A pesquisa foi de caráter qualitativo com enfoque na pesquisa-ação. Tendo em vista os objetivos e objeto de pesquisa deste trabalho a metodologia utilizada tem sua base na pesquisa qualitativa, porque tal abordagem procura buscar no campo dos significados das ações humanas, o que não é perceptível e nem captável estatisticamente (BOGDAN e BIKLEN, 1994). Fez-se viável por permitir que buscássemos compreender os fenômenos na perspectiva dos participantes e a partir dela, situássemos a interpretação dos fenômenos estudados. Utilizou-se a pesquisa-ação (EL ANDALOUSSI, 2004) uma vez que esta é aquela que além de compreender, objetiva intervir na situação com vistas a modificá-la (SEVERINO, 2007). O mesmo autor comenta:

*O conhecimento visado articula-se a uma finalidade intencional de alteração da situação pesquisada. Assim, ao mesmo tempo que realiza um diagnóstico e a análise de uma determinada situação, a pesquisa-ação propõe ao conjunto de sujeitos envolvidos mudanças que levem a um aprimoramento das práticas analisadas (SEVERINO, 2007, p. 120, grifo nosso).*

Sobre a pesquisa-ação Tripp (2005) argumenta que “(...) não fazemos isso porque apenas queremos conhecer (isso é “pesquisa pura”), indagamos por que alguma coisa é como é apenas para podermos saber melhor **como aprimorar a prática** (TRIPP, 2005, p. 452, grifo nosso.)” Neste trabalho pesquisamos para conhecer o processo de construção do conhecimento no contexto da disciplina de Química Analítica Qualitativa com intuito futuro de aprimorarmos o próprio processo de ensino e aprendizagem na disciplina.

O procedimento de análise dos dados foi pautado no conceito de **isolado** proposto por Moura (2004). Segundo Caraça (2002), pautado em Vigotski, a realidade que nos cerca, a qual é o ponto de partida da construção do conhecimento, possui duas características básicas: a **fluência** e a **interdependência**. O princípio da fluência afirma que o mundo está em um constante devir, em processo contínuo de transformação. O princípio da interdependência diz que todas as coisas estão relacionadas entre si, que todos e todas as coisas participam da vida uns dos outros. A realidade que nos cerca,

portanto, está em constante transformação e todas as coisas que a compõem se relacionam. Sendo assim, como pesquisar fenômenos dessa realidade?

*(...) se tudo depende de tudo, como fixar a nossa atenção num objeto particular de estudo? Temos que estudar tudo ao mesmo tempo? Mas qual é o cérebro que o pode fazer? Por outro lado, se tudo devém, como encontrar no mundo movente da fluência, os fatos, os seres, os próprios objetos do nosso estudo? (CARAÇA, 2002. p. 105).*

Baseando-se no conceito de **isolado** nos propõem a solução: “(...) na impossibilidade de abraçar, num só golpe, a totalidade do universo, o observador recorta, destaca, dessa totalidade, um conjunto de seres e fatos (...)” (CARAÇA, 2002, p. 105). É a este recorte da totalidade que Caraça denomina de **isolado**. Tecendo as inter-relações destes isolados, um com o outro, construímos o que é denominado por Moura (2004) de **episódio**. Os resultados serão apresentados a seguir na forma de episódios.

### Episódio 1: Reconhecendo o problema

Ao serem questionados acerca do problema retratado no vídeo, os alunos fizeram referência à água da cidade. Atentaram-se aos 3 aspectos abordados no vídeo como evidências desse problema: entupimento dos tubos de irrigação da praça; pH da água abaixo da normalidade e coloração amarelada da água, coloração esta adquirida ao longo do percurso até a estação de tratamento, pois o químico da estação afirmou que a mesma apresentava-se incolor na própria fonte.

Induzidos pela última informação fornecida pelo químico da estação de tratamento, os alunos indicaram como possíveis causas do problema da água alguma **alteração na canalização** ou algum problema na própria estação de tratamento. Neste momento, foi-lhes indicado que retomassem a fala do químico da estação quando o mesmo disse que ao chegar à estação a água já apresentava coloração diferenciada, o que os fizeram refutar a segunda hipótese. Segundo os alunos, essa alteração na canalização poderia ter ocorrido devido ao transporte de alguma substância advinda do solo ao longo do percurso da água, ou por alguma substância proveniente das próprias tubulações.

Diante das problemáticas abordadas no vídeo e por meio da análise do texto contendo as características dos íons, os alunos puderam levantar alguns possíveis cátions causadores das alterações na água fictícia. O quadro 2 compila as relações estabelecidas pelos alunos. Foi possível verificar que inicialmente os alunos lançaram mão de associações mais diretas, pois relacionaram os fatos de modo isolado. Acabaram por suspeitar de vários íons que não poderiam ser os responsáveis pelas alterações provocadas na água fictícia, no entanto, tomavam como base apenas uma dessas alterações e a relacionavam com alguma característica do íon em questão abordada no texto fornecido a eles. E desta forma, surgiram todas as hipóteses de íons retratados na tabela abaixo. Em um dos grupos surgiu a hipótese do sódio, por exemplo, devido à associação feita entre a coloração do composto sólido formado pelo sódio quando adicionado a ele o reagente específico acetato de zinco e uranila, cuja reação resulta num precipitado de coloração amarelada.

Quadro 2. Relações entre os possíveis cátions causadores do problema da AOE.

Íon	Associações de ideias feitas pelos alunos	Relação com o problema da água da cidade fictícia
<b>Cálcio, Magnésio e Bário</b>	<i>Formação de composto insolúvel</i>	<i>Entupimento dos canais de irrigação</i>
<b>Manganês</b>	<i>Formação de composto pouco solúvel e coloração do mesmo</i>	<i>Roupas manchadas</i>
<b>Sódio</b>	<i>Coloração apresentada pelo sólido formado por este íon na aula experimental de QAQ.</i>	<i>Roupas manchadas</i>
<b>Ferro</b>	<i>Formação de composto pouco solúvel, cuja reação envolve a liberação de <math>H^+</math>, alteração da coloração da água por conta da presença deste composto pouco solúvel formado.</i>	<i>Entupimento dos canais de irrigação, pH da água da cidade fictícia abaixo da normalidade, roupas manchadas.</i>
<b>Amônio</b>	<i>Coloração apresentada por complexo sólido formado por este íon na aula experimental de QAQ</i>	<i>Roupas manchadas</i>

Questionamentos foram realizados com o intuito de instigá-los a refletir sobre íons que pudessem provocar as 3 alterações na água relatadas no vídeo simultaneamente. Ao longo das discussões, conseguiram excluir a maioria das hipóteses restando somente a possibilidade do **ferro e/ou do manganês**.

Com relação ao manganês associaram a formação de um composto pouco solúvel de manganês, no caso citaram o óxido de manganês, com o entupimento dos canais de irrigação. E também associaram a coloração deste composto com as manchas amareladas das roupas dos moradores. Estabeleceram estes nexos entre as informações a partir do exposto no texto fornecido a eles: “*Manganês na forma  $Mn^{2+}$  é solúvel, mas se não for removido da água pode formar óxidos de coloração marrom-amarelados que alterarão as propriedades organolépticas da água.*”

Com relação ao ferro, associaram também a formação de um composto pouco solúvel de ferro, com o entupimento dos canais de irrigação. Associaram a coloração amarelada apresentada por este composto quando precipitado em água com as manchas nas roupas dos moradores. E alguns alunos apenas em cada um dos grupos conseguiram estabelecer a relação entre o abaixamento do pH provocado pela liberação de íons  $H^+$  quando formado  $Fe(OH)_3$ .

Destacamos assim a dificuldade dos estudantes em predizer o pH quando uma reação de hidrólise ocorre. As discussões foram intensas nos grupos na tentativa de buscar explicações para a alteração do pH da água. Pela fala transcrita a seguir, observa-se que os alunos conseguiram compreender a reação de hidrólise, mas alguns com certas dificuldades que serão discutidas adiante.

- (1) Aluna G: *Mas o sódio não deixa o pH ácido, o pH é ácido (referindo-se à água fictícia), vai dar básico (referindo-se ao pH da água na presença de sódio).*
- (2) Aluna S: *Mas se for pegar o pH nenhum aqui vai ser, nem o cálcio, nenhum... Se pensar em pH baixo...*

- (3) Aluna C: *Nenhum...* (pensativa)
- (4) Aluna G: *Risos com expressão de “e agora?!”*
- (5) Aluna A: *Não, mas o ferro...* (interrompe sua fala para finalizar o raciocínio antes de prosseguir)
- (6) Aluna G: *O ferro...?* (pensativa, mas não muito surpresa, apenas tentando analisar a fala da colega)
- (7) Aluna A continua: *Porque o ferro faz com o ‘ó agá’ da água* (referindo-se ao íon hidroxila OH-) *Vai formar um precipitado, não é...!?*
- (8) Aluna S: *Ferro com água...* (tentando imaginar o que poderia resultar)
- (9) Aluna M e aluna S: *Hidróxido de ferro vai formar.*
- (10) Aluna S complementa: *Mais ‘agá mais’* (referindo-se ao cátion H<sup>+</sup>)
- (11) Aluna M: *Daí deixa ácido.*
- (12) Aluna S: *Básico!* (discordando das colegas)
- (13) Aluna L: *Ácido!!!* (convicta e com a voz imponente)
- (14) Aluna M: *Vai deixar ácido, vai liberar ‘agá mais’.*
- (15) Aluna S, ainda não convencida, justifica: *Básico! Vai formar hidróxido de ferro* (ênfatizando a palavra ‘hidróxido’).
- (16) Aluna M: *Só que o hidróxido vai precipitar.*
- (17) Aluna M e A em uníssono: *Aí vai sobrar ‘agá mais’.*
- (18) Aluna S: *Ai... É verdade...* (falando pausadamente e em voz baixa, ainda desconfiada).
- (19) Aluna A: *Aí entupiu o cano, deixou a água amarela, aí pronto! É o ferro!* (com a expressão contente e empolgada).

Todas ouvem o comentário da aluna A, riem juntas e concordam com ela.

A pesquisadora atuou como monitora da disciplina de QAQ quando na ocasião da coleta de dados, acompanhando os alunos tanto nas aulas teóricas e experimentais como em encontros semanais extras para discussões dos experimentos e dúvidas referentes à disciplina de modo geral, bem como na correção de relatórios produzidos pelos alunos. Essa convivência e aproximação com grande parte dos alunos da disciplina de QAQ, inclusive com aqueles participantes da referida pesquisa, acabou por contribuir com a identificação do perfil desses alunos, pois alguns aspectos importantes puderam ser observados. Por exemplo, observou-se ao longo do semestre que a aluna S mostrou-se muito empenhada e dedicada nas atividades da disciplina, mas havia certa resistência de sua parte em aceitar seus próprios deslizes e suas próprias dificuldades. Quando percebido algum equívoco da aluna S e explicações lhe iam ser fornecidas, esta interrompia constantemente a fala da monitora ou da professora ou de um colega de classe na tentativa de obter êxito em sua resposta. Essa característica inquisitiva da aluna foi positiva, ao passo que muito estimulou as discussões no grupo. De acordo com o enfoque Histórico- Cultural, o processo de apreensão do conhecimento está diretamente relacionado com o próprio perfil do indivíduo, ou seja, há influência de sua postura e bagagem sócio-histórica neste processo e verifica-se aqui a maneira como o perfil da estudante pôde contribuir nesse quesito.

Interessante notar a ênfase dada pela aluna S na palavra ‘hidróxido’ quando redarguiu à sua colega com relação ao pH. Essa ênfase sugere que o sentido atribuído pela aluna S à palavra ‘hidróxido’ foi de justificativa ao pH básico previsto por ela. O nexos (VIGOTSKI, 2007) estabelecido pela aluna S entre as palavras ‘hidróxido’ e ‘básico’ indica uma relação de causa e consequência: se a substância é classificada como um hidróxido, logo o pH da solução será básico. Segundo a definição de Arrhenius, as

substâncias possuirão caráter básico caso ocorra dissociação da mesma **em solução aquosa** com liberação de íons hidroxila ( $\text{OH}^-$ ). É sabido que as substâncias que possuem em sua estrutura o íon  $\text{OH}^-$  são denominadas utilizando o termo 'hidróxido'. Na investigação em questão o que se observa é uma reação de hidrólise do ferro, ou seja, quando o íon trivalente  $\text{Fe}^{3+}$  está presente em água, reagirá com os íons hidroxila formando hidróxido de ferro (III) –  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ; liberando íons  $\text{H}^+$  em solução, o que implica no abaixamento do pH (caráter ácido), conforme discorrido em seções anteriores deste artigo. Apesar da formação do  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , este composto é muito pouco solúvel, de forma que o  $\text{OH}^-$  oriundo desta solubilização não é suficiente para tornar o pH básico.

Ao passo que o processo de apreensão do conhecimento é um “*fenômeno interior por natureza e exterior por manifestação*”, verifica-se neste episódio, em consonância com Vigotski (2009), os indícios que a linguagem nos propicia acerca do pensamento do indivíduo, uma vez que esta não se configura como um reflexo especular do pensamento, mas o pensamento se realiza/materializa na palavra. Assim, pode-se inferir ainda que exista um movimento do pensamento à palavra e da palavra ao pensamento, constituindo ambos (pensamento e palavra) uma unidade dialética. Nesta fala da aluna S fica explícita essa relação, indicando que essa relação é tida como um processo.

A confusão detectada no pensamento da aluna S observada a partir de sua fala é recorrente no contexto da disciplina de QAQ. A dificuldade dos alunos encontra-se em perceber que o composto formado contém em sua estrutura os íons  $\text{OH}^-$ , mas estes não estarão livres em solução, pois o composto é sólido (precipitado). Os íons que estarão livres em solução serão os íons  $\text{H}^+$ , sendo estes os responsáveis pela alteração do pH, determinando assim a acidez da solução. Fica evidente que para a aluna S, o conceito de pH ainda não lhe era claro. Por este episódio também podemos verificar que a aluna S revisou a sua forma de pensar a partir da fala de suas colegas, ou seja, há indícios que tenha desenvolvido o conceito de pH. Nesta perspectiva, concordamos com Vigotski (2009), quando este afirma ser na interação com o outro que se dá o processo de apreensão do conhecimento.

## Episódio 2: A especificidade do teste do ferro como promotora da apreensão do princípio da marcha analítica e o desenvolvimento do conceito de solubilidade

Antes de os alunos iniciarem a elaboração da rota foi discutido em conjunto com todos os grupos acerca da composição da água. Segundo os alunos, possivelmente na água fictícia haveria ferro e/ou manganês (como responsáveis pelas alterações) e outros íons comuns de se encontrar nas águas, sendo citados: cálcio, potássio, sódio, cloreto, flúor, amônio, alumínio e magnésio. Foram anotados na lousa os íons ferro, manganês, cálcio, potássio, sódio, amônio, alumínio e incluiu-se no final da discussão cobre e chumbo. Ressaltou-se que podiam ignorar a presença de ânions para a proposição da rota. Foi reforçado várias vezes que os alunos partissem da premissa, portanto, da presença de vários íons na água além do ferro e/ou manganês que pretendiam identificar. Com isso, almejava-se instigar a necessidade de se apropriar do princípio de separação da **marcha analítica** por meio do desenvolvimento do **conceito de**

**solubilidade.** O princípio consiste na **separação** prévia dos grupos de íons por meio da diferença de solubilidade entre os compostos formados, a seguir a **identificação** de cada um dos íons. O conceito de interferente deve também surgir neste contexto. Um excerto de uma das discussões ocorridas no grupo 3 juntamente com a pesquisadora (identificada como P nas falas a seguir) sobre este aspecto está transcrita abaixo e será analisada na sequência.

- (20) P: *Vocês acreditam então que as causas dos problemas na água fictícia seja pela presença ou do ferro ou do manganês, certo? No entanto, nós discutimos e vocês me disseram que a água pode conter vários outros íons... Por exemplo, todos esses aqui (apontando para a lousa)... E possivelmente, muitos outros íons, não é? (alunos fazem sinal de positivo) Pensando nisso, como vocês fariam pra determinar que de fato tem ferro naquela água e manganês, ou se tem um ou o outro (ênfatisando o termo 'ou')? Porque essas são as hipóteses de vocês, certo...?*
- (21) Alunos com expressões pensativas
- (22) P: *Como vocês poderiam afirmar que existe ferro nessa água? Vocês já viram, ouviram falar sobre isso?*
- (23) Aluno D: *Com 'tiocia...neto'. (com dúvidas com relação ao nome do composto)*
- (24) Aluno F: *Com tiocianato.*
- (25) Aluno R: *Com tiocianato. (falando baixo)*
- (26) P: *Como...?*
- (27) Os alunos repetem o nome do composto e o aluno que havia dito tiocianeto corrige para tiocianato.
- (28) P: *Com tiocianato? Como vocês usariam o tiocianato?*
- (29) Aluno D: *Aí ele (referindo-se ao ferro) fica vermelho.*
- (30) Aluno F: *Sim.*
- (31) P: *Todos concordam com o que ele falou?*
- (32) Vários alunos dizem que sim.
- (33) Aluno F: *A gente fez, né? Ano passado... Em Geral Experimental.*
- (34) P: *Humm. E esse teste com tiocianato vocês disseram que dá então positivo pra ferro porque ele deixa vermelho, certo?*
- (35) Vários alunos: *Sim... Isso...*
- (36) P: *Mas ele dá positivo com alguma outra coisa? Com algum outro íon?*
- (37) Silêncio por alguns instantes.
- (38) Aluno R: *Hummm... Não sei...*
- (39) Aluno F: *Não sei também...*
- (40) Aluna St: *Não faz pergunta difícil...(risos)*
- (41) P: *Tá, então se vocês não sabem essa informação, ou seja, se o teste com tiocianato também dá positivo com algum outro íon, como vocês poderiam fazer?*
- (42) Alunos pensando, outros conversando muito baixo entre si.
- (43) P: *Se não tiver ferro na água, mas tiver algum outro íon nessa água que também reage da mesma maneira que o ferro com tiocianato... O teste vai dar positivo sendo que não tem ferro ali, certo?*
- (44) Alunos: *É verdade! Aí já era! É mesmo!*
- (45) P: *Alguém tem alguma ideia? Alguma possibilidade?*
- (46) Aluna L: *Eliminar as outras impurezas... (com a voz tímida, demonstrando alguma incerteza).*
- (47) P: *Eliminar as outras impurezas?*
- (48) Aluna L: *É, teria que tirar...*
- (49) P: *Que impurezas são essas?*
- (50) Aluna L: *Os outros cátions que estão na água...*

- (51)P: *Isso! Muito boa ideia! E agora pensando no manganês? Alguém conhece algum teste para o manganês?*
- (52)Alunos em silêncio pensativos.
- (53)Aluno R: *Formar óxido...?*
- (54)P: *E se cair no mesmo problema do ferro? Vocês formarem um óxido de outro íon que estiver presente na água e vocês acharem que é o manganês?*
- (55)Aluno R: *Então é a mesma coisa!*
- (56)Os outros alunos também concordam com ele: *'Tem que isolar'*.
- (57)Aluno R: *Tem que separar...!*
- (58)P: *E como a gente poderia fazer isso então?*
- (59)Aluna M: *Usa a solubilidade... Eu pensei...* (aluno R, aluna St e aluno F também respondem utilizando o termo 'solubilidade').
- (60)P: *Como assim pela solubilidade?*
- (61)Aluna M: *Sei lá, mas a gente conhece... Tem uma previsão de quais cátions estejam na água. Aí a gente pega algum composto que já é bem específico pra cada um deles... Sei lá... Pouco solúvel... Talvez... Adiciona na água e vê a solubilidade, se precipitar ou não a gente vai saber...*
- (62)P: *Uma ideia! Será que não tem uma maneira mais sistemática pra fazer isso que a aluna M falou? Uma forma mais prática? Por que imagine nós termos que adicionar um reagente pra cada íon... Dá trabalho, né?! Mas é uma ideia... Pensando no que a aluna M falou, como a gente poderia otimizar isso?*
- (63)Aluna L: *Tentar fazer isso em grupos?*
- (64)P: *Ótimo!!*

Segundo Moura (2010), conforme explanado em seções anteriores deste artigo, uma AOE deve reproduzir a necessidade a qual levou a humanidade a apropriar-se de determinado conceito a partir do qual ele designa como história virtual do conceito. Neste trecho extraído da AOE desenvolvida nota-se esta preocupação de reproduzir o princípio da marcha analítica, ou seja, a necessidade de separação dos grupos de íons antes da identificação de cada um desses íons por um teste específico. Na Antiguidade, a QAQ desenvolveu-se pela necessidade de identificação de substâncias indesejadas em determinadas amostras e nesta AOE, resgatou-se através da necessidade de encontrar o possível íon causador das alterações da água fictícia.

As falas acima sugerem que se suscitou, por meio da indagação acerca da especificidade do teste do ferro com tiocianato, o pensamento dos alunos para a necessidade de separação prévia dos íons à identificação do ferro. As palavras (expressões) como *'eliminar' as outras 'impurezas'*, *'teria que tirar'*; *'tem que isolar'* e finalmente *'tem que separar'* foram sendo utilizadas pelos alunos e indicam a associação feita com este , princípio da **marcha analítica**. Apesar de utilizarem inicialmente os termos citados acima para se referir à separação, verifica-se que o sentido atribuído às palavras utilizadas ao longo das discussões aponta para o mesmo envolvido no conceito de separação previsto na **marcha analítica**. Percebe-se nas discussões posteriores ocorridas durante a proposição das rotas que os alunos avançaram para a utilização da palavra *'interferente'* para referirem-se ao que no início (diálogo acima) a aluna L denominou de *'impurezas'*, pelo fato de poderem atrapalhar os testes de identificação do ferro caso também ocorram reações paralelas de formação de compostos semelhantes (de coloração vermelha) com o tiocianato. Vigotski (2009) afirma que ocorrem transformações, mudanças no sentido atribuído pelo indivíduo às palavras conforme ele mesmo, enquanto ser histórico, desenvolve-

se. E a partir das falas acima, verifica-se um possível indício da evolução e compreensão do fenômeno de 'interferência', bem como um indício da compreensão do princípio da **marcha analítica**, ambos instigados pela necessidade despertada. Cabe ressaltar neste momento a explicitação do caráter **orientador** de uma AOE, ou seja, o caráter **intencional** da atividade de ensino, conforme previsto por Moura (2010).

### Episódio 3: Estruturação das rotas de identificação dos íons Fe<sup>3+</sup>

Todos os grupos embasaram suas discussões para a proposição da rota de análise no conceito de solubilidade, apesar de aplicados de maneira diferenciada no que concerne à temática **equilíbrio químico**.

Solicitou-se aos alunos que após a discussão, registrassem em papel a rota final elaborada para também se ter conhecimento de modo sistematizado das ações que os mesmos mobilizariam para alcançar o objetivo previsto na AOE. Mesmo com a ressalva de que não necessariamente os íons anotados na lousa é que estavam presentes na água fictícia, os grupos partiram do pressuposto da presença de todos os íons listados na lousa para iniciarem a elaboração das rotas de análise.

O grupo 1 utilizou um princípio muito interessante para elaboração da rota. Partindo do pressuposto que o ferro estava livre em solução (ou seja, na forma iônica Fe<sup>3+</sup>) decidiram utilizar um reagente que precipitasse o ferro já logo no início, no entanto, outros íons também precipitariam, mas estavam cientes disso. A partir desse precipitado obtido foram tentando separar os íons que não lhes interessavam de modo a deixar os íons de interesse (ferro e manganês) isolados na forma de precipitado até o final da análise. Utilizaram o princípio de que os mais solúveis ficariam na solução e os menos solúveis precipitariam. A todo o momento, recorreriam à tabela com valores de constantes de produto de solubilidade ( $K_{ps}$ ) a qual atribui um valor numérico ao grau de solubilidade de diversos compostos em água. Os menores valores indicam menor solubilidade (ou seja, formação de precipitado – sólido, é favorecida). Basearam-se então na diferença de solubilidade dos grupos de compostos formados com os íons (e.g. classe dos sulfatos: os sulfatos de ferro, de chumbo, de manganês; classe dos hidróxidos: os hidróxidos de ferro, de alumínio e de manganês). Todavia, indicaram em suas falas ignorar a importância de tê-los previamente na forma livre (iônica) para propiciar a reação posterior de precipitação. Precipitavam determinado composto e adicionavam outro reagente logo em seguida assumindo uma nova precipitação. Seria preciso, primeiramente, solubilizar o precipitado formado de alguma maneira para então adicionar o reagente de interesse para formação do novo precipitado. Quando afirmam *“para tirar o chumbo do precipitado, adicionar sulfato e formará um novo precipitado com chumbo e os outros íons ficarão em solução”* verifica-se este fato. Apesar de indicarem um possível indício de atentarem-se à importância de o íon encontrar-se na forma livre para reagir, este foi sutil: *“Na solução adiciona cromato para precipitar... Não, para solubilizar, né?! E não pra precipitar... Para solubilizar o cobre e retira-se o sobrenadante”*; e não ficou claro ao longo da rota elaborada. Um excerto do diálogo está a seguir. Neste momento o grupo havia iniciado a elaboração da rota no papel e a aluna K era quem estava tomando nota.

- (65) Aluno D: *Tem que adicionar sulfetos, selenetos ou teluretos para formar precipitado com os cátions alumínio, cobre, chumbo, ferro e manganês... Porque são compostos pouco solúveis. Os solúveis ficarão como sobrenadante. Agora a gente vai adicionar... Agora a gente vai tirar o chumbo. Aí a gente coloca sulfato.*
- (66) Aluna M: *Sulfato...?* (pensativa)
- (67) Aluno D: *É...Aí só ele precipita, aí tira o resto.*
- (68) Aluna K: *Precipita não.*
- (69) Aluno D: *Precipita, ele precipita... Aí os outros ficam em solução, os outros íons.*
- (70) Aluna K não continua a discussão e recomeça a anotar, mas vagarosamente, indicando que está pensando em como fazê-lo.
- (71) Aluno G: *Vixe... Se depender da velocidade dela escrever aí, hein!?* (risos)
- (72) Aluna K: *Ai...Eu não sei como formular...*
- (73) Aluno D: *Então coloca aí* (com ar solícito): *Para retirar o precipitado...* (aluna K o interrompe)
- (74) Aluna K: *Aí, eu ia escrever 'para tirar o chumbo do precipitado...'* (ligeiramente irritada por conta do comentário do colega G).
- (75) Aluno D: *Isso, beleza!* (continuando a indicar o que ela deveria escrever) *Adiciona o sulfato* (pausa para aguardar a aluna K escrever) *e formará precipitado com o chumbo e os outros íons ficarão em solução.*
- (76) Aluna K: *Tá.*
- (77) Aluno D: *Beleza. Agora a gente vai tirar o...cobre.*
- (78) Aluna K: *Na solução* (pensando alto o que estava escrevendo).
- (79) Aluno D: *Na solução adiciona cromato para precipitar...* (indicando novamente como a aluna deveria anotar) *Não, para solubilizar, né?! E não pra precipitar... Para solubilizar o cobre e retira-se o sobrenadante. Aí beleza. Já tirou o cobre, o chumbo, aí sobrou o quê? O alumínio...*
- (80) Aluna K: *Sobrou o alumínio, o manganês e o ferro.*
- (81) Aluno D: *Então, se a gente colocar hidróxido vai formar hidróxido de alumínio, hidróxido de manganês* (mas pronuncia lentamente a última substância transmitindo alguma incerteza em sua entonação; procura a tabela para buscar informação acerca da solubilidade do hidróxido de manganês).
- (82) Aluna K: *Vai formar hidróxido de ferro, hidróxido de manganês e hidróxido de alumínio. Os três vão formar hidróxido, não vão?!?*
- (83) Aluno D: *Vai, só que aqui ó* (apontando para a tabela de valores de produtos de solubilidade). *Se a gente adicionar o hidróxido vai precipitar mais fá...cil, é, mais fácil, o ferro e o alumínio porque eles são menos solúveis. Aí o manganês a gente já tira fora dessa solução.*
- (84) Aluna V: *É, isso se tiver manganês lá, né?!?*
- (85) Aluno D: *É, isso se tiver... Se não tiver...* (risos) *Entendeu?* (referindo-se a aluna que K que estava tomando nota).
- (86) Aluno G: *Dos três aqui, o manganês é o mais solúvel, o hidróxido de manganês, né?!?*
- (87) Aluno D: *É. O mais solúvel. Então ele vai ficar na solução e esses dois aqui vão precipitar* (referindo-se ao alumínio e ao ferro). *Aí depois é só eliminar um desses aqui.*
- (88) Aluna D: *Ah, aí é só eliminar... Só eliminar...*(risos) (arremedando o aluno D indicando em sua fala como se o respectivo procedimento fosse algo bem simples de se executar)
- (89) Aluno D: *Bom, aí a gente precisa ver... Porque... Cadê a tabela?* (procurando a tabela de Kps). *Aqui. Porque o 'cá pê esse' deles são bem próximos tá vendo?! Dez a menos trinta e quatro e dez a menos trinta e nove. Esse aqui é menor* (referindo-se ao kps de valor  $10^{-39}$  do ferro). *Aí dá pra precipitar o ferro então e fica o alumínio em solução, controlando a solubilidade.* (ênfatisando o termo 'controlando a solubilidade')
- (90) Aluno G: *É... Bem difícil...* (meio desconfiado)

- (91) Aluna K: *E como a gente vai fazer isso?*  
(92) Aluno D: *O que você colocou aí?* (apontando para as anotações)  
(93) Aluna K: *E por final para separar o ferro do alumínio...* (lendo o que havia escrito)  
(94) Aluno D dando continuidade: *em concentrações controladas precipitamos o ferro. Aí você coloca que adicionou hidróxido pra separar o ferro, vai precipitar o ferro. Precipita o ferro primeiro e fica o alumínio em solução.*

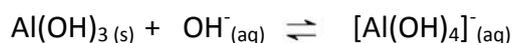
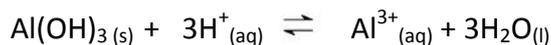
Outro princípio extremamente importante na área de QAQ é justamente a necessidade do **controle das condições reacionais** para se favorecer os equilíbrios químicos de interesse. É notável que os alunos perceberam a possibilidade de obtenção de compostos de interesse em uma reação a partir do controle das condições reacionais. Os alunos comentaram explicitamente sobre a necessidade do **‘controle da solubilidade’**. Verifica-se que pela expressão utilizada por eles formada pelas palavras ‘controle’ e ‘solubilidade’, os alunos possivelmente estabelecem nexos entre a quantidade de íons que ficarão na forma sólida (precipitados) e na forma solúvel (no sobrenadante). Provavelmente, atribuem a esta expressão um sentido que faz alusão à possibilidade de manipular/influenciar as condições da reação para que se favoreça a obtenção de compostos de interesse, um princípio fundamental da QAQ.

Nas falas transcritas acima, fica evidente mais uma vez que o conhecimento é fruto da interação com outros seres, conforme pressuposto por Vigotski (2009). As discussões promovem a argumentação e contra-argumentação dos alunos e assim, o conhecimento vai sendo construído. O argumento relacionado ao ‘controle da solubilidade’ utilizado pelo aluno D foi impelido pela aluna D quando esta o imitou com relação à eliminação final de um dos dois íons (ferro ou manganês) e quando o aluno G comenta ser *“bem difícil”* realizar a separação de íons que possuem  $K_{ps}$  muito próximos. Em conformidade com o que afirma Moura (2010), observa-se que esta interação (aluno-aluno e também professor-aluno) que a AOE propicia, suscita o desenvolvimento de **conhecimentos de qualidade nova**, como se pôde observar pelos indícios nas falas dos alunos neste episódio, onde o aluno despertou-se para a necessidade do controle das condições reacionais devido aos valores de  $K_{ps}$  serem muito próximos para o ferro e o manganês.

Pela recorrente consulta à tabela de valores de  $K_{ps}$ , observada ao longo das discussões desse grupo, e pela fala do aluno D *“Bom, aí a gente precisa ver... Porque... **Cadê a tabela?**”*, por exemplo, pode-se dizer que o aluno expressa pela fala reconhecer a necessidade de buscar mais informações e adquirir outros conhecimentos para desvendar o problema abarcado na AOE, o que contribui para o processo de apreensão de conhecimentos de modo a desenvolver o estudante enquanto ser humano (LEONTIEV, 1978a). Segundo, Moura (2010), a tarefa educativa que proporciona a construção e assimilação do conhecimento, que fazem com que os alunos questionem por conta das dúvidas aplacadas e que instigam essa busca por mais conhecimento acabam por motivá-los e assim, contribui significativamente para o processo de ensino e de aprendizagem.

Além disso, verifica-se que os alunos não possuem o conhecimento acerca das propriedades anfóteras do hidróxido de alumínio (ou seja, reage tanto em meio ácido como em meio básico – reações adiante), como já era esperado devido a este conteúdo na ocasião ainda não ter sido ministrado na disciplina. Verifica-se nas falas acima a importância do papel atribuído ao professor em uma AOE. O caráter

“orientador” da AOE justifica-se aí, bem como o papel do professor: a necessidade do acompanhamento dos alunos pelo professor para que o mesmo possa nortear o processo de ensino e de aprendizagem. Neste momento, seria oportuno introduzir os conceitos referentes às propriedades anfóteras de alguns compostos a partir da necessidade que surgiu de separação do ferro e do alumínio, tendo em vista que seus respectivos hidróxidos possuem valores de Kps muito próximos –  $\text{Fe(OH)}_3=2,79 \times 10^{-39}$  e  $\text{Al(OH)}_3=3 \times 10^{-34}$  (<<http://www.ktf-split.hr/>>). A introdução das reações a seguir durante a construção da rota e suas implicações poderiam esclarecer certos questionamentos e comentários como “*E como a gente vai fazer isso?*” e “*É... Bem difícil...*”.



Estas propriedades foram abordadas com os alunos no terceiro encontro teórico quando foi elaborada conjuntamente a rota de análise com os três grupos, justificando mais uma vez o caráter orientador da AOE proposto por Moura (2010), a intencionalidade da atividade de ensino. Isso nos remete, inclusive, a refletir acerca do papel importante do professor no processo de apreensão do conhecimento, uma vez que tem a função de mediador deste processo.

O grupo 3 foi o grupo de alunos que mais se destacou com relação à construção da rota de análise referente ao conceito de solubilidade. Um dos alunos demonstrava realizar mais facilmente as associações do que os outros, mas outros três alunos também contribuíram significativamente para as discussões. Algo interessante levantado por este grupo é que o ferro, possivelmente presente na água fictícia, estaria inicialmente já na forma sólida como hidróxido de ferro, até mesmo por conta do entupimento dos canais de irrigação. Ou seja, o composto sólido já estava previamente formado. Esta discussão foi posta para os grupos 1 e 2, no entanto, apenas o grupo 3 partiu desse pressuposto. O grupo 1 e 2 elaboraram a rota de análise admitindo que o ferro encontrava-se na forma iônica livre ( $\text{Fe}^{3+}$ ), é isso gerou divergências nas rotas propostas. A rota do grupo 3 consistiu então em primeiramente adicionar ácido clorídrico (HCl) para precipitar o chumbo (admitindo que o mesmo poderia estar presente na água) e além disso para **‘manter o ferro em solução’** conforme expressão utilizada por eles. O sentido atribuído pelos alunos à essa expressão refere-se à dissolução do hidróxido de ferro, uma vez que ao adicionar HCl iriam provocar a dissolução do mesmo, deixando o ferro livre para reagir. Esta expressão **‘manter o ferro em solução’**, portanto, está associada ao conceito de solubilidade. A fala transcrita a seguir sugere o explicitado acima.

- (100) Aluno R dirigindo-se para a câmera: *Então, a gente pensou em primeiro adicionar ‘agá cê eli’ porque ele vai precipitar o chumbo e os outros vão continuar em solução. Então já tira o chumbo.*
- (101) Aluna C: *E vai tornar o meio mais ácido.*
- (102) Aluno R: *É, vai tornar o meio mais ácido.*
- (103) Aluna J: *Aí naquela solução...*
- (104) Aluno R: *E daí, naquela solução ali atrás que tirou o chumbo... A gente vai adicionar ácido sulfídrico (pequena pausa) porque o ácido sulfídrico vai precipitar o ferro, o manganês e o alumínio e os outros vão continuar em solução. Agora a gente tem que se concentrar nessas três porque têm dois do que a gente quer aqui (referindo-*

se ao manganês e ao ferro). *Então a partir de agora a gente tem que discutir o que a gente pode fazer pra separar os íons... Então, a gente tá pensando o que a gente pode fazer pra identificar o ferro agora.*

- (105) Aluna C: *É... A gente tem que colocar na centrífuga pra separar o sobrenadante porque é nele que vai ter os restos das coisas que a gente tirou.*
- (106) Aluno R: *Então a gente separa em três tubos e a gente tá pensando o que a gente vai fazer pra cada tubo (neste momento, começam a pensar em como identificar cada um dos íons em cada tubo separadamente).*

Após esta discussão, os alunos do grupo 3 partem para uma outra estratégia para continuar a construção da rota de análise, conforme transcrito a seguir.

- (107) Aluno St: *Mas o que a gente precisa saber e se só no ferro o tiocianato vai ficar vermelho...*
- (108) Aluno R: *Tá, e pro alumínio?*
- (109) Aluna J: *O alumínio precipita como hidróxido, não precipita?*
- (110) Aluno R: *Precipita, mas todo mundo precipita... Não adianta.*
- (111) *Eles tão como mesmo? Eles tão em sulfeto, né?*
- (112) Aluna J: *A gente pode precipitar o alumínio com fosfato... Fosfato de alumínio.*
- (113) Aluno R: *A gente jogou tudo isso em água, agora a gente tem esses três em água...*
- (114) Aluna C: *Mas se a gente jogar em água de novo...*
- (115) Aluna J: *Eu não sei se é água, eu acho que não é... Tem que ser outra coisa...*
- (116) Aluna St: *Tem que ser água deionizada, se não vai ter interferência...*
- (117) Aluna J: *A gente vai ter que controlar... Acho que com o pH, vamos ter que descobrir se é com ácido ou base... Ai, agente vai ter três tubinhos... Em um o teste do ferro, do outro do alumínio com o fosfato...*
- (118) Aluno C: *Então, mas o fosfato ele pode precipitar o ferro também...*
- (119) Aluna St: *É, ele precipita primeiro o quê? O ferro, né? Ahh, não... Então vai precipitar primeiro o de alumínio mesmo...*

Verifica-se neste grupo a preocupação com relação ao controle das condições reacionais, assim como no grupo 1, no entanto, aqui já se apropriam da palavra **controle** relacionada ao **pH**. Fazem alusão ao controle da reação por meio do pH para precipitar apenas os compostos de interesse, apesar de não saberem exatamente como fazê-lo inicialmente (se em meio básico, ou se em meio ácido). Ao longo das discussões observa-se que optaram por utilizar um controle básico, fazendo uso da palavra **tampão** (solução capaz de manter o pH de meios reacionais), justificando que *“meio não pode ser muito básico, mas pouco básico já é suficiente para precipitar o ferro e o alumínio, devido a seus baixos  $K_{ps}$ . Porque se fosse muito básico precipitaria mais cátions”*.

De acordo com Gadotti (2006) e Vigotski (2007) é somente em movimento que um corpo pode mostrar o que é de fato e que este movimento é sempre constante. Neste panorama, segundo RIGON (2010), é preciso que se criem condições na pesquisa em termos metodológicos que propiciem captar tal movimento, como discutido em seções anteriores. Observa-se pelas falas transcritas que a AOE foi interessante enquanto um recurso metodológico, visto que proporcionou captar indícios desse movimento. É perceptível no trecho acima, onde o movimento do pensamento à palavra e da palavra ao pensamento se aflora.

Os três grupos de alunos testaram suas rotas de análise no laboratório no segundo encontro. No terceiro, foram discutidas algumas de suas observações experimentais e apesar das divergências encontradas em cada uma das rotas, verificaram que todos os grupos haviam encontrado ferro em suas amostras. Este fato suscitou a rediscussão da especificidade do teste do ferro com tiocianato. E concluiu-se que o mesmo era de fato muito específico a este íon e desde que houvesse íons  $\text{Fe}^{3+}$  livres em solução (ou seja, não na forma de hidróxido de ferro) poderiam analisá-lo sem maiores problemas. Foi proposital o questionamento inicial na AOE sobre a especificidade do teste do ferro com tiocianato, com intuito de gerar dúvidas e levá-los a pensar acerca do princípio da marcha analítica (separação prévia à identificação).

Ainda assim, foi discutido que é interessante – mesmo no caso do ferro para o qual existe um teste tão específico – que se realize um processo sistemático e organizado quando se trata de uma amostra cuja composição é desconhecida. E por conta disso foi construída uma rota coletiva baseada na discussão conjunta entre todos os grupos e posteriormente, a mesma foi realizada em laboratório. No último encontro, retomou-se às problemáticas, buscando relacionar com fenômenos outros observados, que serão discutidos em trabalhos vindouros.

## Conclusão

Posta a dificuldade de apreensão do objeto de pesquisa do presente trabalho, a AOE apresentou-se como um recurso interessante para de fato colocá-lo em movimento e permitir acesso a indícios do possível processo de apreensão de conhecimentos dos alunos na disciplina de QAQ. A AOE desenvolvida propiciou que os alunos reconhecessem a necessidade de adquirir o conhecimento químico para “sanar o problema”. Por meio dos indícios levantados neste trabalho, pôde-se verificar que a apreensão do conhecimento é um processo sócio-histórico, dado através da interação com outros seres. *“Interior por natureza, mas exterior por manifestação”* (Vigotski, 2009), sendo assim, a linguagem é de suma importância nesse processo. As palavras e expressões utilizadas pelos alunos ao longo da atividade possibilitaram perceber o movimento de apropriação dos conhecimentos na disciplina de QAQ. Este ocorre por meio das associações (nexos) que os alunos realizam entre conhecimentos diversos e os sentidos atribuídos por eles se desenvolvem durante o processo.

A AOE deve reproduzir através da história virtual do conceito a necessidade que levou a humanidade a apropriar-se de determinado conceito, suscitando-a nos estudantes por meio de questionamentos e indagações, bem como propiciando o diálogo e discussões entre eles. Verifica-se que há assim um estímulo intrínseco ao processo, o qual faz com que o aluno apreenda aquele conceito ou princípio em questão. Foi possível verificar um movimento no processo de apreensão de conhecimentos na disciplina de QAQ concernentes à temática Equilíbrio Químico, como solubilidade, pH, reações de hidrólise, o fenômeno de interferência, o controle das condições reacionais, e o princípio fundamental da Marcha Analítica.

Além disso, a AOE configura-se como uma possível ferramenta didático-metodológica muito interessante para o processo de ensino e de aprendizagem. Associações com a “água fictícia” pelos alunos participantes da pesquisa foram recorrentes durante as

aulas experimentais de QAQ quando executadas análises de amostras desconhecidas. Os estudantes lembravam-se de possíveis ações a se realizar para dar sequência à suas análises e inferir sobre a composição das amostras.

## Agradecimentos

Agradecemos aos alunos da VIII turma de Licenciatura em Química que gentilmente participaram desta pesquisa; aos que contribuíram com a produção do vídeo da AOE (Amanda Aragão, Fabrício Bortolucci Zanardi e Felipe Fiani) e nas filmagens dos encontros; ao técnico de laboratório Thiago de Sousa Cavallini e à aluna de iniciação científica Roberta Pugina por auxiliarem na realização das atividades de laboratório, bem como ao CNPq pela bolsa concedida.

## Referências

- ABREU, D.G. **Tratamento de resíduos químicos como recurso para a promoção da educação ambiental no ensino superior**. 2003. 101f. Tese de Doutorado - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2003.
- ABREU, D.G., COSTA, C.R., ASSIS, M.D., IAMAMOTO, Y. Uma proposta para o ensino da química analítica qualitativa. **Química Nova**, v. 29, p. 1381-1386, 2006.
- ALEXÉIEV, V.N. **Semimicroanálisis Químico Cualitativo**. URSS: Mir Moscú, 1975.
- ALVIM, T. R.; ANDRADE, J. C. de. A importância da Química Analítica Qualitativa nos cursos de Química nas instituições de ensino superior brasileiras. **Química Nova**, v. 29, n. 1, p. 168-172, 2006.
- BACCAN, N., ALEIXO, L. M., STEIN, E., GODINHO, O. E. S. **Introdução à Semimicroanálise Qualitativa**. 7ªed. Campinas: Editora da UNICAMP, 1997.
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. Plano de investigação. In: \_\_\_\_\_. **Investigação qualitativa em educação**. Portugal: Editora do Porto, 1994.
- CARAÇA, B. de J. **Conceitos fundamentais da matemática**. Lisboa: Gradativa, 2002.
- CURTMAN, L. J. **Análisis Químico Cualitativo**. Espanha: Manuel Marin y Cía, 1959.
- DUARTE, N. Formação do indivíduo, consciência e alienação: o ser humano na psicologia de A.N.Leontiev. **Caderno Cedes Campinas**, v. 24, n. 62, p. 44-63, 2004.
- EL ANDOUSSI, K. **Pesquisas-ações: Ciências, desenvolvimento, democracia**. Trad. Michel Thiollent. São Carlos: EdUFSCar, 2004.
- FRIGOTTO, G. O enfoque da dialética materialista histórica na pesquisa educacional. In: FAZENDA, I. (org). **Metodologia da pesquisa educacional**. 7ªed. São Paulo: Cortez, 2001.
- GADOTTI, M. **Concepção dialética da educação: um estudo introdutório**. São Paulo: Cortez, 2006.
- LEONTIEV, A.N. **O desenvolvimento do psiquismo**. Lisboa: Horizonte Universitário, 1978a.
- \_\_\_\_\_. **Actividad, conciencia, personalidad**. Buenos Aires: Ciência Del Hombre, 1978b.

- LEONTIEV, A.N. Uma contribuição à teoria do desenvolvimento da psique infantil. In: VIGOTSKI, L.S.; LURIA, A. R.; LEONTIEV, A. N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. 5ª Ed. São Paulo: Ícone, 2001.
- MOELLER, T.; O'CONNOR, R. **Ions in Aqueous Systems: An Introduction to Chemical Equilibrium and Solution Chemistry**. USA: McGraw-Hill, 1972.
- MOURA, M. O. **A atividade pedagógica na teoria histórico-cultural**. Brasília: Liber Livro, 2010.
- RIGON, A. J.; ASBAHR, F. S. F.; MORETTI, V. D. Sobre o processo de humanização. In: MOURA, M. O. de (org). **A atividade pedagógica na teoria histórico-cultural**. Brasília: Liber Livro, 2010.
- SEVERINO, A. J. Teoria e prática científica. In: \_\_\_\_\_. **Metodologia do trabalho científico**. 23ª ed. São Paulo: Cortez, 2007, p. 99-126.
- TOLMAN, C. W. O vocabulário básico da teoria da atividade. Tradução de Wellington Lima Cedro. In: \_\_\_\_\_. **The basic vocabulary of Activity Theory**, p. 14-20, 1988.
- TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e Pesquisa**. São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, 2005.
- VIGOTSKI, L. S. **A formação social da mente**. 6ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.
- VIGOTSKI, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. Tradução Paulo Bezerra. 2ªed. São Paulo: Martins Fontes, 2009.
- VOGEL, A. I. **Química Analítica Qualitativa**. 5ª ed. São Paulo: Mestre Jou, 1981. Disponível em: <<http://www.ktf-split.hr/>> Acesso em: 13 de fevereiro de 2010.

**Submetido em fevereiro de 2012, aceito em fevereiro de 2013.**