

# Estudo do processo de apreensão do conhecimento em Química Analítica Qualitativa em uma Instituição de Ensino Superior do estado de São Paulo

Daniela Mica Espimpolo\*(PG), Yassuko Iamamoto(PQ), Daniela Gonçalves de Abreu(PQ).  
*danielamica@pg.ffclrp.usp.br*

*Departamento de Química. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto.  
Av. dos Bandeirantes, 3900. Monte Alegre. Ribeirão Preto, SP.*

*Palavras-Chave:* Química, apreensão de conhecimento, atividade orientadora de ensino.

## RESUMO:

Neste trabalho, pretende-se discutir sobre os indícios acerca do processo de apreensão de conhecimentos no contexto da disciplina de Química Analítica Qualitativa (QAQ). A pesquisa foi de caráter qualitativo baseando-se na pesquisa-ação (EL ANDALOUSSI). Uma Atividade Orientadora de Ensino (MOURA) voltada à temática “equilíbrio químico em soluções aquosas” foi organizada e desenvolvida com os estudantes do curso de Química de um Departamento de Química de uma instituição de ensino superior do estado de São Paulo. Os encontros foram vídeo gravados e analisados pautando-se no enfoque Histórico-Cultural (VIGOTSKI) e na Teoria da Atividade (LEONTIEV) considerando, sobretudo, a linguagem. A apresentação da análise foi realizada por meio de episódios (CARAÇA), nos quais se explicitam a organização do ensino, bem como o movimento de aprendizagem dos estudantes.

## INTRODUÇÃO

A disciplina de Química Analítica Qualitativa (QAQ) teve uma redução de sua carga horária ao longo dos anos: de 10 horas semanais na década de 90 para 6 horas semanais a partir de 2001, sendo este fato decorrente das orientações da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), promulgada em 1996 (Lei 9394/96).

A presente pesquisa foi desenvolvida em um Departamento de Química (DQ) de uma instituição de ensino superior pública do estado de São Paulo. No referido DQ, a disciplina de QAQ é oferecida no início dos cursos de Bacharelado e de Licenciatura em Química - terceiro semestre. Ao final desta 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 (MOELLER, 1972; VOGEL, 1981; BACCAN et al, 1997) clássicos de QAQ. Esses diferenciais abrangem a introdução de questionamentos ao longo do texto que mobilizam a reflexão dos alunos acerca da relação entre a teoria e a prática experimental. 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. 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 então 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 intangível 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 constituir-se enquanto homem e como ocorre seu desenvolvimento como ser pensante que é. Vigotski e Leontiev, psicólogos soviéticos do século XX, o fizeram notadamente com 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.

Acreditamos que 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 Atividade Orientadora 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 idéia 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** (HVC), sendo esta HVC estruturante da AOE.

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 intangível, decidimos adotar a Teoria da Atividade e a AOE como possibilidade para colocar o processo de apreensão de conhecimentos em um movimento relativamente acessível. 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 de estudo em um movimento relativamente acessível. Acesso este propiciado pela linguagem, uma vez que a AOE foi realizada com grupos de alunos e vários diálogos foram estabelecidos entre eles. Sendo assim, a linguagem poderia fornecer indícios deste processo de apreensão de conhecimentos. Desta forma pretende-se neste trabalho 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). As diferentes formas sociais das atividades humanas podem gerar formas específicas de psiquismo humano. 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). Em Tolman (1988, p.16) encontramos que *“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. (...) é impelida por uma necessidade (...)”*.

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. Assim, esses elementos são interdependentes e se inter-relacionam em um movimento dialético.

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).

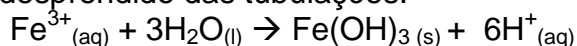
O processo de apreensão do conhecimento consiste na busca dos nexos cognitivos (VIGOTSKI, 2007), e os conceitos surgem durante esse processo. Este processo é um *“processo interior por natureza e exterior por manifestação”* (VIGOTSKI, 2009, p.427). Então, podemos inferir acerca do processo de construção 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).

Vigotski (2009) 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. **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 idéias se chocam com idéias 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 idéias dos alunos utilizando para tanto a linguagem falada.

## Desenvolvimento da pesquisa

Tendo em vista os objetivos e objeto de pesquisa deste trabalho a metodologia utilizada tem sua base na pesquisa qualitativa, por que 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).

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. 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:



Um vídeo curto foi produzido onde os moradores da cidade eram entrevistados e retratavam suas observações concernentes à problemática envolvida na qualidade da água, as quais constam organizadas no quadro a seguir juntamente com as respectivas justificativas químicas das mesmas.

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

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

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.

Foi realizado um total de 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.

Neste trabalho os resultados que serão discutidos referem-se ao primeiro encontro. Os vídeos deste encontro foram assistidos algumas vezes e foram buscados elementos relativos ao objetivo deste trabalho.

## Análise dos dados

A análise dos dados foi pautada no conceito de **isolado** e de **episódio** proposto por Caraça (2002). Segundo este autor, a realidade que nos cerca, a qual é o ponto de partida da construção do conhecimento, está em constante movimento (fluência) e todas as coisas que a compõem estão relacionadas (interdependência). Sendo assim, para que seja possível analisá-la, é preciso realizar um “recorte” da mesma, denominado pelo autor de **isolado** e então, tecer as inter-relações entre estes recortes para construir os denominados **episódios**. Alguns episódios serão abordados neste trabalho para discussão dos resultados.

## 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 de um texto contendo as características dos íons que foi disponibilizado aos alunos durante a atividade, os alunos puderam levantar alguns possíveis cátions causadores das alterações na água de JS. O quadro 2 compila as relações estabelecidas pelos alunos.

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

Íon	Associações de idéias feitas pelos alunos	Relação com o problema da água da cidade de JS
<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>

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 de JS, 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 no quadro acima. 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.

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 prever 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.

Aluna G: *Mas o sódio não deixa o pH ácido, o pH é ácido (referindo-se à água de JS), vai dar básico (referindo-se ao pH da água na presença de sódio).*

Aluna S: *Mas se for pegar o pH nenhum aqui vai ser, nem o cálcio, nenhum... Se pensar em pH baixo...*

Aluna C: *Nenhum...* (pensativa)

Aluna G: Risos com expressão de “e agora?!”

Aluna A: *Não, mas o ferro...* (interrompe sua fala para finalizar o raciocínio antes de prosseguir)

Aluna G: *O ferro...?* (pensativa, mas não muito surpresa, apenas tentando analisar a fala da colega)

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...!?*

Aluna S: *Ferro com água...* (tentando imaginar o que poderia resultar)

Aluna M e aluna S: *Hidróxido de ferro vai formar.*

Aluna S complementa: *Mais ‘agá mais’* (referindo-se ao cátion  $H^+$ )

Aluna M: *Daí deixa ácido.*

Aluna S: *Básico!* (discordando das colegas)

Aluna L: *Ácido!!!* (convicta e com a voz imponente)

Aluna M: *Vai deixar ácido, vai liberar ‘agá mais’.*

Aluna S, ainda não convencida, justifica: *Básico! Vai formar hidróxido de ferro (ênfase na palavra ‘hidróxido’).*

Aluna M: *Só que o hidróxido vai precipitar.*

Aluna M e A em uníssono: *Aí vai sobrar ‘agá mais’.*

Aluna S: *Ai... É verdade...* (falando pausadamente e em voz baixa, ainda desconfiada).

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.

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 possuem 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 discutido 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 de JS 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 seqüência.

P: *Vocês acreditam então que as causas dos problemas na água de JS 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...?*

Alunos com expressões pensativas

P: *Como vocês poderiam afirmar que existe ferro nessa água? Vocês já viram, ouviram falar sobre isso?*

Aluno D: *Com 'tiocia...neto'.* (com dúvidas com relação ao nome do composto)

Aluno F: *Com tiocianato.*

Aluno R: *Com tiocianato.* (falando baixo)

P: *Como...?*

Os alunos repetem o nome do composto e o aluno que havia dito tiocianeto corrige para tiocianato.

P: *Com tiocianato? Como vocês usariam o tiocianato?*

Aluno D: *Aí ele (referindo-se ao ferro) fica vermelho.*

Aluno F: *Sim.*

P: *Todos concordam com o que ele falou?*

Vários alunos dizem que sim.

Aluno F: *A gente fez, né? Ano passado... Em Geral Experimental.*

P: *Hummm. E esse teste com tiocianato vocês disseram que dá então positivo pra ferro porque ele deixa vermelho, certo?*

Vários alunos: *Sim... Isso...*

P: *Mas ele dá positivo com alguma outra coisa? Com algum outro íon?*

Silêncio por alguns instantes.

Aluno R: *Hummm... Não sei...*

Aluno F: *Não sei também...*

Aluna St: *Não faz pergunta difícil...(risos)*

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?*

Alunos pensando, outros conversando muito baixo entre si.

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?*

Alunos: *É verdade! Aí já era! É mesmo!*

P: *Alguém tem alguma idéia? Alguma possibilidade?*

Aluna L: *Eliminar as outras impurezas...* (com a voz tímida, demonstrando alguma incerteza).

P: *Eliminar as outras impurezas?*

Aluna L: *É, teria que tirar...*

P: *Que impurezas são essas?*

Aluna L: *Os outros cátions que estão na água...*

P: *Isso! Muito boa idéia! E agora pensando no manganês? Alguém conhece algum teste para o manganês?*

Alunos em silêncio pensativos.

Aluno R: *Formar óxido...?*

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?*

Aluno R: *Então é a mesma coisa!*

Os outros alunos também concordam com ele: *'Tem que isolar'.*

Aluno R: *Tem que separar...!*

P: *E como a gente poderia fazer isso então?*

Aluna M: *Usa a solubilidade... Eu pensei...* (aluno R, aluna St e aluno F também respondem utilizando o termo 'solubilidade').

P: *Como assim pela solubilidade?*

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...*

P: *Uma idéia! 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 caada íon... Dá trabalho, né?! Mas é uma idéia... Pensando no que a aluna M falou, como a gente poderia otimizar isso?*

Aluna L: *Tentar fazer isso em grupos?*

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 de JS.

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).

## 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. 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. Diante dos episódios apresentados 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 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 da cidade 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 seqüência à suas análises e inferir sobre a composição das amostras.

## Agradecimentos

Agradecemos ao CNPq por fomentar esta pesquisa e a todos os alunos que gentilmente participaram das etapas deste trabalho. Também agradecemos aos colaboradores que contribuíram para as filmagens da AOE e para a produção do vídeo.

## Referências

ABREU, D. G. de. *Tratamento de resíduos químicos como recurso para a promoção da educação ambiental no ensino superior*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Brasil, **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**.

ALVIM, T.R.; ANDRADE, J.C. *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. et al. *Introdução à Semimicroanálise Qualitativa*, 7ªed., Editora da UNICAMP: Campinas, **1997**.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. *Plano de Investigação*. In: Bogdan, R.; Biklen, S. *Investigação Qualitativa em Educação*. Portugal: Editora do Porto, **1994**.

BRASIL. Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Disponível em <http://portal.mec.gov.br/> acessado em dezembro de **2011**.

CARAÇA, B. de J. *Conceitos fundamentais da matemática*. Lisboa: Gradativa, **2002**.  
GADOTTI, M. *Concepção dialética da educação: um estudo introdutório*. São Paulo: Cortez, **2006**.

EL ANDALOUSSI, K. *Pesquisas-ações: Ciências, desenvolvimento, democracia*. Trad. Michel Thiollent. São Carlos: EdUFSCar, **2004**.

LEONTIEV, A.N. *O desenvolvimento do psiquismo*. Lisboa: Horizonte Universitário, **1978a**.

\_\_\_\_\_. *Actividad, conciencia, personalidad*. Buenos Aires, Ciência Del Hombre, **1978b**.

MOELLER, T., O'CONNOR, R. *Ions in Aqueous Systems: An Introduction to Chemical Equilibrium and Solution Chemistry*, McGraw-Hill: USA, **1972**.

MOURA, M.O. et al. *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: *A atividade pedagógica na teoria histórico-cultural*. MOURA, M.O. de (org). Brasília: Liber Livro, **2010**.

SEVERINO, A.J. *Metodologia do trabalho científico*. 23ª ed. São Paulo: Cortez, **2007**.

TOLMAN, C.W. *O vocabulário básico da teoria da atividade*. Tradução de Wellington Lima Cedro. In: TOLMAN, C.W. *The basic vocabulary of activity theory*. Activity Theory. p.14-20. **1988**.

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., Mestre Jou: São Paulo, **1981**.