



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA**

**PAULO HENRIQUE MEDEIROS THEOPHILO**

**QUÍMICA ANALÍTICA QUALITATIVA NA UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ:  
UM OLHAR SOBRE A MEDIAÇÃO UTILIZANDO OBJETOS DE APRENDIZAGEM.**

**FORTALEZA**

**2014**

PAULO HENRIQUE MEDEIROS THEOPHILO

QUÍMICA ANALÍTICA QUALITATIVA NA UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ: UM  
OLHAR SOBRE A MEDIAÇÃO UTILIZANDO OBJETOS DE APRENDIZAGEM.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Química, do Departamento de Química Analítica e Físico-Química da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Química. Área de concentração: Química Analítica.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria das Graças Gomes.

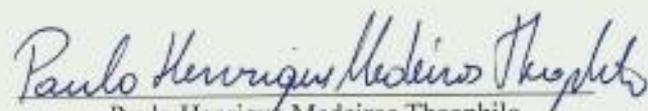
FORTALEZA

2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

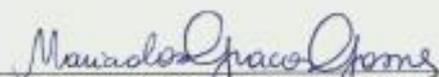
- 
- T356q Theophilo, Paulo Henrique Medeiros.  
Química analítica qualitativa na Universidade Federal do Ceará: um olhar sobre a mediação utilizando objetos de aprendizagem / Paulo Henrique Medeiros Theophilo. – 2014.  
68 f. : il. color., enc. ; 30 cm.
- Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Departamento de Química Orgânica e Inorgânica, Programa de Pós-Graduação em Química, Fortaleza, 2014.  
Área de Concentração: Química Analítica.  
Orientação: Profa. Dra. Maria das Graças Gomes.
1. Didática - Ensino. 2. Química analítica. 3. Objetos de aprendizagem. I. Título.

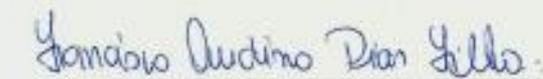
Esta Dissertação foi aprovada como parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Mestre em Química, área de concentração Química Analítica, outorgada pela Universidade Federal do Ceará, em cuja Biblioteca de Ciências e Tecnologia/UFC encontra-se à disposição dos interessados.

  
Paulo Henrique Medeiros Theophilo

DISSERTAÇÃO APROVADA EM: 22/09/2014.

EXAMINADORES:

  
Profª. Dra. Maria das Graças Gomes  
Universidade Federal do Ceará – UFC

  
Prof. Dr. Francisco Audisio Dias Filho  
Universidade Federal do Ceará – UFC

  
Prof. Dr. Sandro Thomaz Gouveia  
Universidade Federal do Ceará – UFC

## DEDICATÓRIA

Já se passaram mais de quarenta anos e ainda me lembro da mesinha de fórmica verde, parte de conjunto com cadeirinhas, no qual eu sentava para fazer a lição de um colégio numa cidade do interior do Ceará.

A borracha era implacável ao apagar as primeiras tentativas de escrever letras e números. “Faça bem feito!”, “Faça de novo”, são frases que ajudaram a construir em mim o desejo de melhorar em todas as atividades que norteiam minha vida.

Por isso dedico esse trabalho a meus pais, pois em cada parágrafo escrito e em cada ideia fundada, há um comando interior que ecoa na direção de fazer melhor.

É possível somente a mim enxergar as habilidades manuais de meu pai aflorarem de meus próprios dedos enquanto produzo ou conserto algo no laboratório. Vejo também que os hábitos de leitura de minha mãe me permitiram sondar os mares de palavras que revelam o mundo da Química.

Se me fosse permitido colocar mais uma referência de dois autores, ela seria escrita assim:

THEOPHILO, José Rossas; MEDEIROS, Maria Adelayde; **Nossa família**. Ed. da vida.V. único. 1967 a 2014.

## AGRADECIMENTOS

A meu filho Henrique Theophilo de Farias, que me deu uma nova data de nascimento ao nascer e me emprestou seus olhinhos para que eu novamente enxergasse a vida.

À minha esposa Maria Adalgiza de Farias, cuja visão de futuro, amor e persistência permitiram minha transformação pessoal e a reentrada na vida acadêmica.

À Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria das Graças Gomes, exemplo de determinação e principalmente de grande Ser Humano com o qual tenho a honra de partilhar ideias. Com ela aprendi novas formas de pensar não só o meu trabalho, mas minha conduta de ser humano e agora mestre.

À minha colega de trabalho Maria do Socorro Pinheiro que sugeriu a ideia deste trabalho no início de minha chegada à esta Universidade. Em suas palavras percebi a necessidade de lançar um novo olhar nesta disciplina sobre a qual gira as ideias de renovação e continuidade que alicerçam os saberes dos químicos. Agradeço principalmente pelo carinho de suas orientações e pela presteza de cobrir minhas falhas de principiante como técnico da disciplina.

Aos professores: Dr.<sup>a</sup> Helena Bécker e Dr. Francisco Belmino Romero, cujo convívio é sempre engrandecedor. Agradeço-os mais ainda por me conduzirem à professora que teria a capacidade de orientar-me neste trabalho.

## RESUMO

Há cerca de vinte anos, o pesquisador Paschoal Senise do Instituto de Química da Universidade de São Paulo, ressaltava a necessidade de se refletir sobre a diferença entre Química Analítica e Análise Química. Ele acreditava que a conscientização desta diferença proporcionaria um maior aproveitamento da disciplina de Química Analítica Qualitativa. No Brasil, esta foi introduzida nas universidades a partir de 1935, com base nos ensinamentos da chamada Escola de Rheinboldt. Em meio a esta ascensão, os trabalhos publicados sobre Química Analítica Qualitativa, a partir dos anos sessentas, têm seu cunho direcionado para as atividades de ensino. Os currículos dos cursos universitários norte-americanos reduziram a carga horária, outras relegando seu ensino para as atividades de laboratório na disciplina de Química Geral, ou mesmo, retirando a disciplina por completo dos cursos. Tal situação repercutiu no mundo científico e vários educadores e pesquisadores, dentre eles Henry Taube, Prêmio Nobel de Química de 1983, se manifestaram a favor da manutenção da disciplina como forma de introduzir a química descritiva e motivar os alunos a estudarem as reações químicas. A presente pesquisa evidencia a importância e a situação na qual se encontra a Química Analítica Qualitativa na Universidade Federal do Ceará. Nessa pesquisa 5 turmas foram observadas das quais duas delas foram utilizadas como turma de trabalho onde entrevistou-se 37 estudantes com objetivo de verificar a satisfação e os problemas relacionados à disciplina em questão. Fez-se uma historicização da disciplina e traçou-se uma análise crítica em relação à aplicação da mesma nos cursos oferecidos pela Universidade Federal do Ceará. De acordo com os resultados na fase de observação e entrevista, fez-se uma reestruturação do material didático com o objetivo de colaborar com o professor na contextualização necessária à abordagem da tecnologia de informação e comunicação (CTS). Promoveu-se a confecção de objetos de aprendizagem como vídeos com as técnicas de análises, diapositivos, espectroscópio didático e banners que facilitam a apresentação do conteúdo e o contextualizam. A reestruturação proporciona maior efetividade na apresentação, reduzindo o tempo de exposição e melhorando o aprendizado. De acordo com as opiniões de discentes e docentes foi possível verificar maior desenvoltura das turmas logo nas primeiras aulas. O material elaborado não tem a pretensão de substituir o trabalho do professor ou mesmo substituir livros didáticos, mas sim de conseguir facilitar a compreensão do estudante, fazendo com que o conteúdo seja melhor apropriado pelo discente da disciplina Química Analítica Qualitativa, oferecida nos cursos de Licenciatura em Química, nas categorias presenciais e semipresenciais, da Universidade Federal do Ceará.

**Palavras-chave:** Química Analítica Qualitativa, didática, multimídia, contextualização.

## ABSTRACT

Some twenty years, Pascoal Senise researcher at the Institute of Chemistry, University of São Paulo, emphasized the need to reflect on the difference between Analytical Chemistry and Chemical Analysis. He believed that awareness of this difference would provide a better use of the discipline of Qualitative Analytical Chemistry. In Brazil, this was introduced in universities after 1935, based on the teachings of the so-called School of Rheinboldt. Amidst the rise, papers on Qualitative Analytical Chemistry, from the years sixties have its seal directed to teaching activities. The curricula of American university courses reduced workload, other relegating teaching to the lab activities in the discipline of General Chemistry, or even completely removing the discipline courses. This situation affected the scientific world and several educators and researchers, among them Henry Taube, Nobel Prize in Chemistry 1983, were in favor of maintaining discipline as a way of introducing the descriptive chemistry and motivate students to study chemical reactions. This research highlights the importance and the situation in which one finds the Qualitative Analytical Chemistry at the Federal University of Ceará. There was a historicizing of Discipline and drew up a critical analysis regarding the application of the same courses offered by the Federal University of Ceará. According to the results of this analysis, it is believed that a restructuring of its courseware in order to collaborate with the teacher in the context of necessary information and communication (CTS) technology approach is needed. Promoted to making videos with technical analysis, slides that facilitate the presentation of content and contextualize. The restructuring provides greater effectiveness in the presentation, reducing the exposure time and improve learning. Thus, the extra time due to the improvement in the approach can be used in discussions that promote the emergence of investigative thinking for the student to develop their creative intuition and ability necessary to Chemistry professional. It was possible to detect greater ease of classes in the first few lessons. The section does not pretend to replace the teacher's job or even replace textbooks, but to achieve facilitate student understanding, making the content of the course is best suitable for student discipline Qualitative Analytical Chemistry, offered in undergraduate courses in Chemistry, in the classroom and hybrid categories, the Federal University of Ceará.

Key words: Qualitative Analytical Chemistry, didactic, multimedia, context

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Cenas dos filmes sobre procedimentos da Química Analítica Qualitativa.....	41
Figura 2 – Diapositivo com filmes e fotos das técnicas básicas de análise química .....	42
Figura 3 – Tela de modo de exibição do apresentador .....	43
Figura 4 – Diapositivo contendo links para todos os esquemas de análises de íons.....	44
Figura 5 – Esquema de análise dos cátions do 1º grupo .....	45
Figura 6 – Principais alterações feitas no material impresso .....	47
Figura 7 – Foto do filme sobre o lago 223 .....	49
Figura 8 – Foto de desabamento de hotel.....	50
Figura 9 – Foto e esquema do espectroscópio didático .....	51

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	12
	1.1 Um breve histórico da Química Analítica Qualitativa .....	12
	1.2 O ensino de Química Analítica no Brasil .....	14
	1.3 A Química Analítica na Universidade Federal do Ceará .....	20
2.	OBJETIVOS .....	22
3.	METODOLOGIA.....	23
	3.1 Acompanhamento e Observação .....	23
	3.2 Coleta de dados.....	24
	3.3 Confeção de material didático em multimídia .....	24
	3.4 Elaboração do material didático impresso.....	25
	3.5 Apresentação do material aos estudantes .....	27
	3.6 Apresentação do material aos docentes da área de Química Analítica .....	28
	3.7 Aplicando o aprendizado .....	28
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	30
	4.1 Análise Crítica sobre a disciplina de Análise Química Qualitativa na UFC.....	30
	4.2 Observando e problematizando.....	36
	4.3 Coleta de opiniões .....	37
	4.4 Elaboração do material didático .....	41
	4.4.1 Material impresso .....	47
	4.5 Sugestões de abordagens didáticas .....	49
	4.5.1 Sugestões pedagógicas .....	49
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	53
	REFERÊNCIAS .....	55

APÊNDICE A – Questionário aplicado aos estudantes do curso de Licenciatura em Química, turma 2012. ....	60
APENDICE B – Espectros da região do visível obtidos no espectroscópio didático .....	62
ANEXO I - Instituições de Ensino Superior pesquisadas pelos professores Terezinha Ribeiro Alvim e João Carlos de Andrade .....	63
ANEXO II – Exemplo de ementas de Instituições de Ensino Superior .....	65

## 1 INTRODUÇÃO

Há cerca de vinte anos, o pesquisador Paschoal Senise (1993) do Instituto de Química da Universidade de São Paulo, ressaltava a necessidade de se refletir sobre a diferença entre Química Analítica e Análise Química. Ele acreditava que a conscientização desta diferença proporcionaria um maior aproveitamento da disciplina de Química Analítica Qualitativa. É preocupante se observar que a diferenciação deva ser ressaltada por um estudioso, pois isso caracteriza a não tão óbvia distinção de tal dicotomia, não só pelos leigos, mas também pelos estudiosos da Química. Esta dúvida faz parte do desenrolar histórico da Química como ciência, e na maneira como seus ramos científicos foram abordados e transmitidos ao longo destes anos.

Hoje várias Instituições de Ensino Superior mantêm em seus currículos não somente a Química Analítica Quantitativa, mas também a Química Analítica Qualitativa.

### 1.1 Um breve histórico da Química Analítica Qualitativa

A Análise Química remonta o tempo em que o controle da pureza do ouro e da prata era fundamental para os administradores das comunidades (ANDRADE, 2009). A maioria dos métodos analíticos utilizados eram físicos, como o sugerido por Galileo Galilei, que comentou sobre isso em um *La bilancetta*. Nesse trabalho, ele afirmou que o método utilizado por Arquimedes para descobrir a quantidade de prata em uma coroa de ouro, foi provavelmente pela medida do empuxo ao invés da medida da água derramada (MARTINS, 2000). Somente na idade média é que os processos de análise passaram a ser majoritariamente químicos, pois já era possível dissolver os metais em ácidos minerais e a partir das soluções, fazer suas análises.

Foi então, nos períodos entre os séculos dezesseis e dezessete, auge da Iatroquímica (estudo que propunha a cura das doenças através de substâncias químicas), que muitas reações foram descobertas e aplicadas. Nessa época, o pesquisador inglês Robert Boyle, foi quem mais contribuiu para o desenvolvimento da Química Analítica. Ele utilizou novos reagentes para o exame de águas, inclusive introduziu o sulfeto de hidrogênio para detectar estanho e chumbo (ANDRADE, 2009).

A análise química foi se desenvolvendo a cada reação nova descoberta pelos estudiosos que se dedicavam em reunir várias formas de identificação de substâncias, principalmente inorgânicas, dentro de um sistema reproduzível. O primeiro a fazer um exame sistemático do comportamento de metais em solução foi Sigismund Andréas Marggraf, ainda no século XVIII. A partir de então, o volume de procedimentos que existia já poderia ser organizado em uma análise sistemática nos estudos do século XIX. Assim os esquemas de análise qualitativa foram compilados e publicados no livro *Handbuch der analytischen Chemie* de 1829 por Heinrich Rose (ANDRADE, 2009).

Carl Remigius Fresenius em seu livro “Anleitung zur qualitativen chemischen Analyse”, com primeira edição datada de 1841, propôs a classificação dos cátions e a análise sistemática que atravessou os tempos até nossos dias. Nas modificações posteriormente acrescentadas ao livro, mostraram pela primeira vez, a preocupação do pesquisador no processo de ensino da Química Analítica Qualitativa. (ANDRADE, 2009)

Na segunda metade do século XIX foram introduzidas as análises de sais metálicos com utilização de chama com base nos trabalhos desenvolvidos por Gustav Robert Kirchhoff (1824-1899) e Robert Wilhelm E. von Bunsen (1811-1899). Os primeiros ensaios de chama deram origem a espectros que logo ganharam atenção da comunidade científica pela praticidade, precisão e diminuta quantidade de amostra utilizada. Substituir procedimentos químicos e análises sistemáticas por ensaios mais rápidos e mais precisos parecia ser um precursor dos tempos atuais onde se busca a rapidez nas análises e maior precisão com confiabilidade de resultados. A partir daí, estas características, ratificaram a difícil distinção entre a Química Analítica como ciência que estuda e investiga os meios para determinar a composição das amostras e a Análise Química como conjunto de técnicas resultante deste estudo. Ao mesmo tempo que Fresenius foi um dos pesquisadores responsáveis pelo apogeu da Análise Química, seus trabalhos, com o tempo, passaram a ser considerados como monumentos funerários da Química Analítica (SENISE, 1993). Dessa forma, em relação ao crescimento de pesquisadores nas áreas de Físico-Química, Química Orgânica e Bioquímica, a Química Analítica ficou estagnada, segundo Senise, pela migração dos químicos mais conceituados para estas áreas.

À medida em que se difundiam os novos conhecimentos no campo das ciências, a Química Analítica Qualitativa ficava ainda em menor evidência pois, as novas prioridades atentavam para a noção de pH, a teoria das curvas de titulação e a dos potenciais de óxido-redução. Os métodos instrumentais utilizados em eletroquímica, espectroscopia de emissão e absorção, cromatografia, energia nuclear foram o principal foco da Química Analítica dos últimos 60 anos (SENISE, 1993).

Em meio ao desenvolvimento instrumental, grandes pesquisadores como Kolthoff preocupavam-se com essa tendência da superestimação da instrumentação como recurso simples e suficiente por si mesmo para obter dados confiáveis sobre a investigação de elementos e substâncias (SENISE, 1993).

No Brasil, a Química Analítica foi introduzida nas universidades a partir de 1935, com base nos ensinamentos da chamada Escola de Rheinboldt, que teve como mentor o professor alemão Heinrich Rheinboldt (1891 – 1955). Esse professor lecionava na Universidade de Bonn, veio para o Brasil por causa do nazismo. Ele chegou à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, (Atualmente FFCL-USP) com objetivo de organizar a subseção de Química e formar professores de Química para atuarem nas escolas secundárias com base na vivência tradicional das universidades alemãs. A Faculdade de Filosofia de Ciências e Letras inspirava-se no *know-how* da indústria química alemã, que era a mais desenvolvida do mundo (IAMAMOTO, 2006).

À época da implantação do curso de química pelo professor, a prioridade era o trabalho no laboratório, pois para Rheinboldt,

...a base do ensino de Química era a intuição e que o aluno, para aprender a pensar, deveria vivenciar os fenômenos muitas vezes até se familiarizar com eles. Não é com livros nem com conferências que se aprende Química. Ainda que possua enorme conhecimento de fatos e até conheça a fundo a literatura, um indivíduo pode não ser um verdadeiro químico e não passar de um léxico ambulante. O seu saber seria morto e nunca poderia assumir forma produtiva. A base do ensino da Química é a situação; o aluno precisa ser educado a fim de aprender a pensar por fenômenos. (MATHIAS, 1975, p.2).

Paralelamente a esse pensamento, um austríaco, posteriormente naturalizado brasileiro, Fritz Feigl, desenvolveu no Brasil a Análise de Toque, mais conhecida como “Spot Tests”. Esta técnica conseguia identificar as mais variadas espécies químicas a partir de gotas de

amostra em suportes simples como papel de filtro ou placas de porcelana. A nova abordagem da análise mostrava o domínio que o estudioso tinha nas reações verificadas em cada ensaio que tinham limites de detecção abaixo de 1  $\mu\text{g}$ . Assim, o professor Feigl conseguiu transformar o Departamento de Química da PUC/RJ em um dos melhores centros de química analítica do país (SENISE, 1993)

Em meio a esta ascensão pontual, os trabalhos publicados sobre Química Analítica Qualitativa, a partir dos anos sessentas, têm seu cunho direcionado para as atividades de ensino (ANDRADE, 2005). Os currículos dos cursos universitários norte-americanos revelavam um declínio do ensino da Química Analítica Qualitativa através de redução de carga horária dedicada a essa disciplina, ou relegando seu ensino para as atividades de laboratório na disciplina de Química Geral, ou mesmo, retirando esta disciplina por completo dos cursos. Autores como Wasley (1946), Swift (1950), Strong (1957) e Freiser (1957) defenderam a supressão ou diluição da disciplina em outras disciplinas apoiando a ideia de que os processos analíticos ensinados pela Química Qualitativa não tinham valor prático real (JUNIOR, 2009). No curso de Química da FFCLR/USP, por exemplo, a carga horária dessa disciplina foi gradativamente sendo reduzida. Em 1990 eram de 11 horas semanais, passando para 10 horas semanais em 1992, 8 h semanais em 1998 e a partir de 2001 eram apenas 6 horas semanais (IAMAMOTO, 2006). Tal situação repercutiu no mundo científico e vários educadores e pesquisadores, dentre eles Henry Taube, Prêmio Nobel de Química de 1983, se manifestaram a favor da manutenção da disciplina como forma de introduzir a química descritiva e motivar os alunos a estudarem as reações químicas. Agora o foco seria pedagógico, ou seja, o estudo ajudaria a promover o desenvolvimento de uma atitude de pesquisador no estudante (GOMES, 2007).

## **1.2 O Ensino de Química Analítica no Brasil**

Segundo Echeverría (2010), o Brasil começou a desenvolver o pensamento pedagógico no âmbito do conhecimento científico apenas em 1968 com a criação das faculdades de educação, coincidindo com o momento em que a Química Analítica Qualitativa assumiu o papel de sustentação pedagógica à Química Analítica Quantitativa tradicional e instrumental. Dessa forma, o embasamento teórico do aluno e o pensamento do professor passaram a ter um valor intrínseco que justifica a manutenção da Química Analítica Qualitativa nos currículos dos cursos, considerando que as novas metodologias de ensino passaram a dar um outro significado ao

conteúdo proposto. Tal embasamento pedagógico evita que se formem “químicos de apertar botão de caixa preta” (COSTA *apud* SENISE, 1993).

Concomitantemente a essa mudança de foco da abordagem e finalidade da Química Analítica Qualitativa e a necessidade de pensar nos processos pedagógicos para melhoria do ensino no Brasil, é que a comunidade de educadores químicos no Brasil começou a ser formada no início dos anos oitentas do século vinte. Foi nesse período que começaram as preocupações com a baixa qualidade da aprendizagem escolar brasileira, em meio a constatação de que a Química que hoje é oferecida nos cursos superiores não cumpre o seu papel (MALDANER, 2009).

Para verificar se havia um consenso sobre a manutenção e a importância da disciplina de Química Analítica Qualitativa entre as Instituições de Ensino Superior brasileiras, dois professores, Terezinha Ribeiro Alvim e João Carlos de Andrade, desenvolveram uma pesquisa, em meados de 2004 a fim de mapear quais instituições, especificamente Brasileiras, mantinham a disciplina em seus currículos (ANDRADE, 2006). Foram então contatadas 117 e das quais, 66 delas forneceram todas as informações solicitadas. A lista (ANEXO I) abrange Instituições de Norte a Sul do país com natureza jurídica particular, mista e pública.

A pesquisa dos professores Terezinha Ribeiro Alvim e João Carlos de Andrade procurou avaliar se a Química Analítica Qualitativa estava presente na Instituição da seguinte forma:

- 1 – Como disciplina sob o nome de Química Analítica Qualitativa;
- 2 - Em quantos cursos o conteúdo de análise qualitativa de cátions e ânions existe;
- 3 – Em quantos cursos o conteúdo de análise de cátions e ânions faz parte do programa de uma disciplina da área de Química Analítica;
- 4 – Qual a carga horária dispensada à disciplina contendo este conteúdo;
- 5 – Em qual semestre, etapa ou período este conteúdo é oferecido;
- 6 – Em quantos cursos esse conteúdo é ensinado em disciplinas de Química Geral ou Inorgânica.

Os resultados da pesquisa apontam que a Disciplina de Química Analítica Qualitativa deve ser tratada de forma específica como disciplina curricular e isso independente da natureza da instituição (pública ou particular).

Outro dado importante é que os cursos dedicam uma carga horária significativa à essa disciplina. A maioria deles oferece matrícula a partir do terceiro semestre.

Os autores da pesquisa chegaram a conclusões que ratificam o consenso não escrito de que a análise qualitativa, incluída no currículo, desempenha uma grande função pedagógica. Pelos dados analisados, as Instituições de Ensino Superior no Brasil consideram a Química Analítica Qualitativa um “[...]conjunto de conhecimentos essencial e obrigatório para a formação do Químico[...] que qualquer mudança significativa deve ser discutida com profundidade” (ANDRADE, 2005). Fica evidente também na pesquisa que, os estudantes teriam maior interesse pela matéria se os docentes mostrassem os usos práticos e reais dos conhecimentos adquiridos nessa disciplina. Em outras palavras, se houvesse um direcionamento para a contextualização da mesma com os recursos existentes no século vinte e um.

Um dos principais desafios para que as conclusões da pesquisa sobredita sejam alcançadas, reside no fato de que há, no que se refere a apresentação dos aspectos conceituais em Química, uma abordagem desconexa entre as origens dos conceitos científicos do contexto social e tecnológico (OLIVEIRA, 2010). Um dos motivos dessa desconexão se dá pela separação entre a comunidade científica e a escolar que vem dificultando o processo ensino-aprendizagem do aluno que adentra a Universidade.

Após a constatação de que a Química Analítica Qualitativa é uma necessidade pedagógica, o Brasil agora precisa superar o paradigma da reprodução e repetição tanto da prática como do processo de formação de novos professores (ZANON, 2010). Há então, no ensino superior, uma ideia consolidada de que basta para o professor universitário ser um bom profissional em seu campo específico de atuação, e basear sua dinâmica de ensino na transmissão verbal de informações de forma cumulativa e disciplinar, mesmo que este conhecimento esteja desconectado da realidade (STEDILE *apud* ZANON, 2010). Esse contexto/realidade revela o quanto a referida disciplina está descontextualizada no tempo e no espaço. Se as análises químicas datam do século dezanove na compilação feita por Carl Remigius Fresenius (1818 – 1897) e as marchas analítica ainda continuam as mesmas, é possível então, através de uma releitura que o aluno possa aprender tais lições analíticas na linguagem pedagógica atual, e o mais contextualizada possível dentro da perspectiva de ensino CTS - Ciência, Tecnologia e Sociedade. Nessa perspectiva, percebe-se que a Ciência e a Tecnologia são sempre influenciadas pela sociedade, pois o cientista, antes de se

formar como tal, está inserido e é fruto do pensamento social. Tendo em vista a complexidade do tema que é a contextualização, não é interessante vê-la como recurso ou proposta de abordagem metodológica, mas como um princípio norteador que precisa ser implementado para ajudar o aluno a atingir o objetivo geral da disciplina pois, é o valor pedagógico que justifica mantê-la nos currículos das Instituições de Ensino Superior (WARTHA, 2013).

Em uma consulta feita no ano de 2014 às estruturas curriculares (ANEXO I) das mesmas instituições analisadas na pesquisa de Andrade e Alvim em 2004, pode-se perceber que passados onze anos, não houve alteração significativa das intenções pedagógicas das escolas que dela utilizam para o embasamento científico dos estudantes de Química, principalmente nos cursos de Bacharelado e Licenciatura. Todas as escolas pesquisadas mantêm em suas ementas e programas, a disciplina com maior ou menor destaque. Nesse contexto, pode-se facilmente constatar que os docentes formados dentro do meio acadêmico, em especial nesta disciplina, encontram em suas vivências algo diferente do que encontram na sala de aula. Segundo Oliveira (2010) na tentativa de transmitirem o conteúdo aprendido nos bancos universitários, fazem analogias e metáforas de forma equivocada, promovendo assim uma cisão com o senso comum, provocando distorções do conhecimento científico.

Na prática docente universitária, percebe-se com clareza a grande dificuldade dos professores de ciências exatas em traduzir pedagogicamente o conteúdo da Química Analítica Qualitativa de forma que os estudantes vindouros das disciplinas de base, consigam fluir com facilidade no aprendizado e na conscientização do objetivo da disciplina. Já que a mesma tem um importante papel no entendimento das reações empregadas em vários métodos quantitativos de referência empregados em diversos laboratórios (ANDRADE, 2005). Mas para fazer com que o objetivo curricular seja o direcionamento da disciplina para a formação do profissional docente, é necessário fazer com que o professor reavalie a abordagem usada no momento da aula. Isto constitui uma tarefa árdua, pois como cita Gauche em sua pesquisa: “[...] a maioria dos professores universitários têm formação distanciada de questões emergentes do processo educacional” (GAUCHE, p.26, 2008).

Há uma tendência no âmbito do ensino superior de alunos e professores menosprezarem as questões do ensino e formação do exercício do magistério (MAZZETTO,

2002). Ao mesmo tempo, existe um anseio social para que os professores levem, através dos conteúdos didáticos que ensinam, uma explicação atual (contextualizada) do mundo. Então, para que o ensino da Química Analítica Qualitativa dê um salto em sua qualidade, é necessário que os conceitos metodológicos dessa área sejam trabalhados de forma integrada com a nova visão CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). Essa abordagem pressupõe a ciência como atividade humana intimamente ligada à tecnologia e as questões sociais. Nessa visão, não há como conceber estudo científico que esteja desligado à tecnologia cujo objetivo não seja beneficiar a sociedade. Assim, as mudanças nas práticas curriculares focalizavam a introdução da experimentação e de temas amplos de estudo, articuladamente à produção de materiais didáticos alternativos para o ensino da área (ZANON, 2009).

As instituições de ensino ainda mantêm em comum as referências bibliográficas que são a base de estudo e consulta dos estudantes.

- 1) A.I. Vogel Química Analítica Qualitativa, Trad. A. Gimeno, Mestre Jou, São Paulo, 1981.
- 2) Alexéiev, V. N.; Semimicroanálisis Químico Cualitativo, Editorial Mir Moscú: URSS, 1975.
- 3) Moeller, T.; O'Connor, R.; Ions in Aqueous Systems: An Introduction to Chemical Equilibrium and Solution Chemistry, McGraw-Hill: USA, 1972.
- 4) Curtman, L. J.; Análisis Químico Cualitativo, Manuel Marin y Cía: Espanha, 1959.
- 5) King, E. J. - Análise Qualitativa: Reações, Separações e Experiências. Tradução de Raimundo Nonato Damasceno, Rio de Janeiro: Ed. Interamericana, 1981
- 6) Wismer R. K. - Qualitative Analysis with Tonic Equilibrium, New York, Macmillan Publishing Company, 1991.
- 7) N. Bacan, L.M. Aleixo, E. Stein, O.E.S. Godinho Introdução à semi-microanálise Qualitativa, 7ª Ed., UNICAMP, 1997.

Ao se fazer uma análise comparativa da literatura apresentada, verifica-se que a previsão feita por Kolthoff (*apud* SENISE, 1993) e as próprias palavras do Professor Paschoal Senise se tornaram verdadeiras. A supervalorização dos métodos analíticos instrumentais provocou uma estagnação da literatura utilizada na prática da Química Analítica Qualitativa. Isto pode ser observado pelas datas das últimas publicações e pela dificuldade de encontrar os livros

de referência em edições recentes. Por este motivo, nas instituições fica a cargo da área ou professores da disciplina, a produção de compilações dos conteúdos e procedimentos na forma de apostilas, manuais e esquemas.

O livro de Edward J. King (1959), adotado pela Universidade Federal do Ceará, encontra-se com sua edição esgotada há alguns anos. Sua estrutura organizacional segue considerando a separação sistemática dos cátions na ordem inversa à separação proposta por Fresenius, adotado no Brasil por Rheinboldt, baseada na complexidade de reações à medida que os grupos de cátions são estudados. Assim como outros autores, como Curtman, Moeller, O'Connor e Vogel, separam os cátions em cinco grupos: Grupo I:  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Pb}^{2+}$  e  $\text{Hg}_2^{2+}$ ; Grupo IIA:  $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Bi(III)}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  e  $\text{Cd}^{2+}$ ; Grupo IIB:  $\text{As(III)}$ ,  $\text{As(V)}$ ,  $\text{Sb(III)}$ ,  $\text{Sb(V)}$ ,  $\text{Sn}^{2+}$  e  $\text{Sn}^{4+}$ ; Grupo III:  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  e  $\text{Mn}^{2+}$ ; Grupo IV:  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Sr}^{2+}$ ; Grupo V:  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  e  $\text{NH}_4^+$ . Atualmente, os principais ânions geralmente estudados nos cursos de Química Analítica Qualitativa são:  $\text{F}^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^-$  e  $\text{S}^{2-}$ . (IAMAMOTO, 2006).

Os ânions, por não apresentarem uma sistematização tão conveniente como os cátions, são separados por Testes de Eliminação (TEs) e posteriores Testes de Identificação (TIs).

Com pequenas diferenças de procedimento que se adequam à realidade da turma, à disponibilidade dos reagentes e à metodologia pedagógica do professor, os livros continuam preenchendo seu valor didático e continuam dando suporte para o estudo das reações consideradas pelo já citado Henry Taube como o coração da Química Analítica. Este valor pedagógico fica bastante evidenciado ao se aplicar os novos conceitos de avaliação à estrutura organizacional da própria disciplina. No começo da disciplina o professor tem a possibilidade de fazer uma avaliação diagnóstica para verificar os conhecimentos prévios do neófito em relação à QAQ. Durante as aulas de teoria e prática, o estudante pode ser avaliado nos pré e pós-laboratório, de forma progressiva à medida que a análise sistemática se desenvolve. É então quando, ao final do semestre, o estudante precisa identificar o cátion e o ânion de uma amostra de sal desconhecida para lograr êxito na avaliação final da parte experimental da disciplina. Aí tem-se a oportunidade de realizar a avaliação somatória. Nessa última, o professor pode considerar que o êxito na

determinação do cátion e ânion na amostra desconhecida, respalda a competência do aluno como somatório das habilidades adquiridas ao longo do curso da disciplina.

### **1.3 A Química Analítica na Universidade Federal do Ceará**

A Universidade Federal do Ceará – UFC mantém o curso de Química alocado junto ao Centro de Ciências, com as modalidades Licenciatura e Bacharelado, reconhecidas em 1961, pelo Decreto Lei nº 3866. Em 1995, a UFC criou o curso de Química noturno na modalidade Licenciatura como alternativa proposta pela Universidade (MAZZETTO, 2002). No Departamento de Química Analítica e Físico-Química desta universidade, a disciplina de Química Analítica Qualitativa é oferecida integralmente no 3º semestre aos estudantes de Bacharelado e Licenciatura em Química. Também é oferecida com as devidas adaptações aos cursos de Engenharia Química, Geologia, Farmácia, Oceanografia. Tem como pré-requisitos a Química fundamental II teórico e prática onde o tema “equilíbrio químico” é introduzido sem aprofundamento.

A disciplina tem uma carga horária de 96 horas na forma de 6 aulas distribuídas em duas aulas teóricas e quatro práticas por semana. O conteúdo desenvolvido nas aulas teóricas inicia-se com Introdução à Química Analítica, discorrendo sobre reações e equações iônicas, concentração de substâncias em solução, velocidade de reação, equilíbrio químico, hidrólise, solução tampão, produto de solubilidade e finaliza com suspensões coloidais. O conteúdo da parte prática, além da análise sistemática dos cátions e ânions, introduz as técnicas de análise semi-micro e ensaios de precipitação e solubilidade (UFC, 2013).

Fazendo então uma comparação analítica das propostas curriculares das principais universidades públicas, mistas e particulares (ANDRADE, 2005), verifica-se, por meio das ementas e de informações obtidas em seus sites oficiais, que a disciplina Química Analítica Qualitativa é ensinada de maneira tradicional, com abordagem de cátions e ânions em uma carga horária inadequada para que a mesma seja explorada em todos os seus níveis, a fim de proporcionar ao aluno uma aprendizagem verdadeira (IAMAMOTO, 2006).

Durante o ano de 2011 e 2012 houve várias modificações na estrutura física do laboratório de Química Analítica Qualitativa da Universidade Federal do Ceará. Reformou-se o espaço físico dos laboratórios. As novas bancadas foram confeccionadas de forma a conter os reagentes em frascos identificados por cores relativas à bancada e prateleira, facilitando sua localização e melhorando a organização do ambiente.

Reagentes fotolábeis foram colocados em frascos adequados e todo o estoque de soluções foi renovado. Os resíduos agora foram compactados e confinados de forma a não ocuparem espaço precioso no laboratório e ao mesmo tempo, foi considerada a preocupação com o meio ambiente.

A presente pesquisa evidencia a importância e a situação na qual se encontra a Química Analítica Qualitativa principalmente na Universidade Federal do Ceará. Para que essa disciplina seja otimizada, acredita-se que seja necessária uma ressignificação de seu material didático com o objetivo de colaborar com o professor na contextualização necessária à abordagem CTS. A reestruturação do material didático na linguagem informatizada promove, de forma eficaz, a nova roupagem da disciplina, proporcionando maior efetividade na apresentação, reduzindo o tempo de exposição e melhorando o aprendizado. Dessa forma, o tempo extra decorrente da melhoria na abordagem da disciplina, pode ser utilizado em discussões que promovam o surgimento do pensamento investigativo para que o estudante seja estimulado a pensar, a raciocinar em cima dos conhecimentos adquiridos e desenvolva sua intuição e capacidade criativas necessárias ao profissional de Química. (IAMAMOTO, 2006)

## **2 OBJETIVOS**

### **GERAL**

Valorizar o caráter pedagógico da disciplina de Química Analítica Qualitativa utilizando objetos de aprendizagem para auxiliar na apresentação e contextualização da mesma numa visão científica, tecnológica e social

### **ESPECÍFICOS**

Fornecer material de consulta para a disciplina facilitando o acesso dos estudantes e professores ao livro base e manual da disciplina, além de vídeos e fotos sobre os procedimentos inerentes à mesma.

Sugerir a utilização de objetos de aprendizagem didáticos que possibilitem uma abordagem da disciplina na construção do pensamento intuitivo, crítico e científicos necessários aos estudantes de Química.

Despertar no estudante o interesse pela disciplina fazendo que os mesmos desenvolvam competências e habilidades básicas para o aprendizado de outras disciplinas.

### 3 METODOLOGIA

A presente pesquisa é caracterizada como sendo uma pesquisa-ação educacional, onde segundo Tripp (2005), é uma estratégia para o desenvolvimento de professores e pesquisadores para aprimorar seu ensino e, em decorrência, o aprendizado de seus alunos. Nela Planeja-se, implementa-se, descreve-se e avalia-se uma mudança para a melhoria da prática, aprendendo mais, no correr do processo, tanto a respeito da prática quanto da própria investigação.

O primeiro movimento para desenhar o percurso metodológico deste trabalho foi a observação de 5 turmas, nas quais é ministrada a disciplina de Química Analítica Qualitativa. Foram elas: duas turmas de Licenciatura de Química com 37 estudantes. Uma turma de bacharelado em Química com 35 estudantes; uma turma de Engenharia Química com 12 estudantes; uma turma de Licenciatura em Química da Universidade da Integração Internacional de Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), que tem suas atividades práticas no campus do Pici em Fortaleza, durante as manhãs de sábado, com 24 estudantes. Foram observados em loco um total de 108 estudantes e 4 professores.

#### 3.1 Acompanhamento e Observação

As duas turmas do curso de Licenciatura em Química noturno com um total 37 estudantes foram escolhidas para que se obtivesse um acompanhamento mais específico, com a finalidade de haver maior interação entre o pesquisador e ser possível realizar uma pesquisa semiestruturada. A partir deste ponto, estas duas turmas de Licenciatura em Química noturno serão referidas como **turma de trabalho**. Para isso, foi necessário fazer parte rotineiramente dessa turma de trabalho para ganhar confiança dos estudantes a fim de obter respostas espontâneas e verdadeiras sobre a disciplina de Química Analítica Qualitativa.

As outras turmas, também acompanhadas, serviram para observações da metodologia e abordagem usadas pelos diferentes docentes durante as aulas. Estas observações se somaram a fim de garantir o ajustamento do conteúdo disciplinar aos recursos multimidiáticos.

No decorrer do semestre, coletou-se sugestões diretamente dos estudantes e dos professores, com o olhar de observador que, apesar de participar da aula, não estava envolvido no processo de ensino-aprendizado. Esta forma permitiu a detecção das possibilidades de utilização do material multimídia a partir da releitura do conteúdo abordado pela disciplina que ainda caminha nos moldes da década de 1960.

### **3.2 Coleta de dados**

Com o objetivo de conhecer a turma de trabalho e observar suas características como estudantes do curso de Licenciatura em Química, realizou-se uma entrevista semiestruturada (APÊNDICE A) com os 37 estudantes acompanhados.

Para Manzini (2003), a entrevista semiestruturada tem um assunto para o qual é produzido um roteiro com perguntas principais, complementadas por outras inerentes às circunstâncias momentâneas à entrevista. O autor ainda afirma que esse tipo de entrevista geralmente faz surgir informações de forma mais livre e as respostas não ficam condicionadas a alternativas.

A pesquisa foi realizada em dois momentos: o primeiro momento foi escolhido durante a metade do semestre, após a turma ser informada a respeito do trabalho de pós-graduação que estava sendo realizado. O questionário foi distribuído ao final das aulas teóricas da disciplina. O segundo momento foi no semestre seguinte, quando a turma já cursava a disciplina de Química Analítica Quantitativa I e sob a tutela do mesmo professor da disciplina anterior de Química Analítica Qualitativa.

### **3.3 Confecção do Material Didático Multimídia**

Para a abordagem e exposição do conteúdo da disciplina foram confeccionados, no software proprietário PowerPoint 2013, cerca de setenta apresentações. Ao longo da pesquisa,

estes diapositivos foram construídos, modificados e quando não respondiam à meta de facilitação didática, eram apagados.

Foram filmados procedimentos de técnicas de laboratório com equipamento semiprofissional de alta resolução, possibilitando que o aluno e o professor possam discutir detalhes do procedimento através da aproximação da imagem (zoom), congelamento da imagem (pause) e opção de interrupção do filme a qualquer momento. Suprimiu-se o som dos vídeos para que a explicação do procedimento seja delegada ao professor, que deve continuar a ministrar a disciplina dentro das idiossincrasias inerentes de cada docente. Não é interesse que o material informatizado substitua em nenhum momento a figura mediadora do professor, pois somente ele é capaz de despertar o espírito investigativo de cada estudante.

Todos os esquemas referentes às análises sistemáticas de identificação de íons foram transformados em apresentações do software proprietário PowerPoint. Cada diapositivo contém o esquema que já havia sido idealizado pelos professores da Universidade Federal do Ceará, só que foram adicionados os recursos de ênfase, aparecimento e desaparecimento de informações, melhorando significativamente a exposição e compreensão do material para a plateia de estudantes. Um clique sobre uma seta, revela o caminho analítico a seguir. Um clique sobre determinados círculos, revela quais reagentes devem ser usados e quais procedimentos devam ser realizados. Um segundo clique sobre os mesmos ícones, faz desaparecer aquele procedimento para dar ênfase ao próximo e ajudar na melhor visualização da etapa posterior que será vista no laboratório.

A qualquer momento no decorrer das etapas de pesquisa de cátions e ânions, o professor tem a possibilidade de mostrar os procedimentos já estudados anteriormente para lembrá-los aos estudantes de forma rápida, sem ter que abrir arquivos em outros programas no computador.

Em vários pontos das apresentações, é possível visitar através de links a conteúdos passados ou futuros, assim como está disponível, dentro dos diapositivos, links que abrem a versão digitalizada do livro base da disciplina, (KING, 1959) e o manual do professor.

O professor pode ainda optar por apresentar os diapositivos dentro da opção *Modo de exibição do apresentador* na qual somente o docente tem acesso, sem que os estudantes vejam, as anotações e observações características de cada momento projetado. Essas anotações podem ser modificadas pelo próprio mediador no planejamento de cada aula.

Todos esses recursos ainda requerem mais investigação e uso para tornarem a exposição do conteúdo mais atrativa ao público acostumado a aulas, cada vez mais informatizadas, de forma a cumprir com o princípio contextualizador inerentes às tendências pedagógicas do século XXI.

### **3.4 Elaboração do Material Didático Impresso**

Com a apresentação do conteúdo disciplinar projetado com recursos multimidiáticos nas salas de aulas das turmas em estudo, evidenciou-se a diferença entre o conteúdo provido de uma roupagem moderna e o manual que o acompanhava com diagramação simples sem muitos apelos visuais, tão utilizados na imprensa pedagógica moderna. Hoje, qualquer livro ou manual tem figuras, links e formatação que facilitam a leitura e fixação do conteúdo apresentado.

Pensando nisso, foi necessária a digitação completa do manual que acompanha a disciplina para que houvesse a atualização de algumas convenções químicas posteriores à sua primeira compilação. Dados como a representação das unidades de concentração e melhorias nas tabelas foram implementados.

Além disso, as projeções apresentadas em sala destoavam dos desenhos esquemáticos do antigo manual. Foi necessário adequar os esquemas para que fossem acompanhados intuitivamente pelos estudantes na hora da aula. Lacunas foram inseridas nestes esquemas com o intuito de garantir que os estudantes acompanhassem o esquema e mantivessem sua atenção no momento da explicação do professor.

Figuras e exercícios foram inseridos juntamente com todas as reações químicas relativas aos grupos de cátions e ânions. Atualmente, os exercícios e reações químicas são

fornecidos pelos professores separadamente. Com a inserção desses apêndices no manual, facilita a consulta do aluno.

Para os professores, disponibilizou-se o material digitalizado na nuvem da internet de forma que é possível sempre consultar o mesmo a qualquer momento e de qualquer computador com acesso à internet. A consequência imediata disso é que o manual pode ser atualizado a qualquer momento pelos professores da disciplina.

### **3.5 Apresentação do material aos estudantes**

Conforme as turmas foram sendo acompanhadas, o olhar do pesquisador detectava as necessidades a serem satisfeitas durante as aulas. Assim, o material foi produzido à luz do andamento da rotina pedagógica sob a influência de todos os envolvidos no processo. Nas turmas de bacharelado, engenharia e de Licenciatura da UNILAB as aulas práticas se desenvolviam paralelamente às aulas teóricas, já na turma de trabalho, as aulas de teoria da prática foram iniciadas somente após o término das aulas teóricas. Com isso, o pesquisador teve tempo hábil para a construção das apresentações nas três primeiras turmas e possibilidade de aplicar o material por completo na turma de trabalho.

Quando o material multimídia estava com sua base de dados pronta, o professor da turma de trabalho concordou em apresentá-lo de forma alternada. Durante a primeira semana a aula era apresentada de forma tradicional, na semana seguinte era apresentada com o novo material. A alternância foi a forma encontrada de manter todos os parâmetros da turma pesquisada sob controle, e a única diferença foi o uso do material.

Durante a semana em que o material não era apresentado, era possível realizar todas as modificações sugeridas durante a exposição do material da semana anterior.

Estando também a nova edição do manual pronta, distribuiu-se com metade da turma de trabalho enquanto a outra metade da turma usou a formatação antiga.

Os estudantes eram abordados após a aula para responderem de forma espontânea sobre os diapositivos. Alguns escreviam sugestões em pequenos bilhetes que chegavam à mão do mestrando. Também utilizou-se papezinhos onde os estudantes poderiam responder se gostaram ou não dos diapositivos apresentados.

O professor expressava sua opinião geralmente durante a explicação e após a aula no momento de saída da turma.

### **3.6 Apresentação do material aos docentes da área de Química Analítica**

Quando o material didático escrito ficou pronto dentro das perspectivas esperadas para a turma de trabalho, foram impressas cópias para todos os professores de Química Analítica do Departamento de Química Analítica e Físico-Química da Universidade Federal do Ceará. O objetivo era de que o material fosse analisado em todas as suas dimensões durante dois meses. Dessa análise, foram colhidas sugestões para possibilitar as devidas modificações no material.

Feito esta distribuição, após os dois meses, o material foi recolhido e modificado nos aspectos sugeridos pelos docentes. Após essa etapa, uma nova impressão foi feita e todos os professores foram convidados para um encontro de apresentação do material didático escrito e expositivo por meio de projetor multimídia.

Desse encontro surgiram mais sugestões de aperfeiçoamento do material produzido.

### **3.7 Aplicando o aprendizado**

Tendo em vista a efetiva redução do tempo de exposição do conteúdo da disciplina, pode-se desenvolver atividades pedagógicas que reorientem a Química Analítica Qualitativa para a sua função de desenvolvimento do espírito científico requerido aos estudantes e profissionais da área. Dentre várias opções, este trabalho escolheu a resolução de problemas ou situações que

permitissem a possibilidade de debates envolvendo o uso do conhecimento adquirido através da disciplina de Química Analítica Qualitativa.

O método baseia-se na apresentação de uma situação problema, escolhida pelo professor ou mesmo pelos estudantes, na qual toda a turma se empenha em elaborar hipóteses que resolvam o problema ou expliquem a situação apresentada. Não há por parte do professor a preocupação de avaliar a se a explicação dada é verdadeira para o fenômeno, o que se espera é uma revisão do conteúdo aprendido e o despertar do espírito investigativo dos estudantes.

Na pesquisa desenvolveram-se dois temas, no primeiro deles, os estudantes são apresentados a uma pesquisa feita nos Estados Unidos da América entre os anos de 1977 e 1987. Nela, os cientistas despejaram toneladas de ácido sulfúrico em um lago e descreveram, em um filme, os fenômenos observados. A tarefa dos estudantes é explicar estes fenômenos à luz dos conhecimentos sobre equilíbrio químico.

A outra situação trata de buracos no solo que aparecem de forma imprevisível em determinados terrenos. Os buracos são tão grandes que podem engolir pessoas, casas e hotéis. A tarefa dos estudantes consiste em debater sobre as prováveis causas, usando os conhecimentos sobre dissolução de substâncias.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Análise Crítica sobre a disciplina de Análise Qualitativa da Universidade Federal do Ceará

Durante a pesquisa, confirmou-se a importância pedagógica da disciplina Química Analítica Qualitativa. As observações em sala de aula, leitura do livro texto e literatura complementar, declaram a riqueza de possibilidades de abordagens durante a disciplina.

Hoje a disciplina ainda é ministrada nos mesmos moldes didáticos em que foi criada. Ela professa sua força no momento em que continua sendo adotada por grande parte das Instituições de Ensino Superior do Brasil (ANDRADE, 2005), como parte dos currículos de seus cursos de licenciatura e bacharelado em Química. Quando se comparam as ementas percebe-se que alguns cursos oferecidos por Universidades de referência no Brasil, separam o ensino da teoria da Química Analítica Qualitativa do ensino da prática, como é o caso da UERJ (Universidade Estadual do Rio de Janeiro) e da USP (Universidade de São Paulo) - SÃO CARLOS (ver anexo II) que possuem em seu currículo a Química Analítica Qualitativa e a Química Qualitativa Experimental. Apesar disto, estas apresentam diferentes carga horária total (teoria mais prática), 120 e 150 horas respectivamente. Outras aglutinam e mantêm os padrões estabelecidos nos primórdios de sua estruturação do final do século XIX, como é o caso da UNB (Universidade de Brasília), semelhante a UFC (Universidade Federal do Ceará), porém com carga horária reduzida (60 horas). Seja qual for a forma de abordagem, separadas ou não, em todas as instituições são abordados os conteúdos: soluções, equilíbrio ácido-base, reações de precipitação, oxirredução e complexação, técnicas de análise semimicro, e o conjunto de análises sistemáticas de cátions e ânions.

O conteúdo programático teórico de 02 horas, adotado pela UFC nos cursos de Química (Licenciatura e Bacharelado), aborda assuntos como: *Introdução à Química Analítica; Reações e equações iônicas; Concentração de substâncias em solução, Equilíbrio iônico ácido-base; Efeito do íon comum; Hidrólise; Soluções tampões, Equilíbrio de precipitação; Produto de solubilidade e Precipitados e suspensões coloidais.*

Apesar de alguns dos conteúdos serem vistos na Química Geral, a abordagem dada na disciplina exige que o professor remeta sempre aos exemplos ou aplicações dos ensaios

químicos feitos no laboratório, que tem sua carga horária de 04 horas semanais, sendo duas propriamente no laboratório e outras duas nas leituras e instruções dos desenvolvimentos aplicados na análise sistemática. São estudados em ordem: As técnicas em análise semi-micro; Análise sistemática do 1º grupo de cátions, 2º grupo de cátions – Seção do cobre e Seção do arsênio; 3º grupo de cátions; 4º grupo de cátions, 5º grupo de cátions, testes de eliminação para ânions, testes de identificação para ânions e por último uma análise de uma substância iônica desconhecida pelos estudantes. (WISMER, 1987)

A abordagem sobre *Reações e Equações Iônicas* se faz necessária para que o professor oriente aos estudantes como escrever numa linguagem química, os ensaios feitos na análise qualitativa, representando de forma clara os íons que sofrem modificações e/ou foram removidos da solução de alguma maneira, seja por precipitação, formação de gás, ou qualquer outra forma não iônica. Ensinar como escrever uma equação ou ensaio iônico, faz com que o professor lembre o que é eletrólito forte e fraco, quem são as espécies solúveis ou pouco solúveis. Reconhecer, classificar, escrever ou balancear uma equação, ajuda aos estudantes no amadurecimento ou sedimentação de conceitos vistos de forma dispersa ou desarticulada no ensino médio, isso porque à medida que ele aprende a escrever ele também realiza a reação no laboratório, comprovando seus conhecimentos.

Esta quantidade de fenômenos propicia, ao estudante e ao professor, a possibilidade de desenvolver ao longo do curso, a verdadeira atitude de pesquisador (SENISE, 1993), pois, trabalhar com amostras desconhecidas, e com uma sistematização dos procedimentos para identificá-las, requer uma abordagem muito próxima ao que se desenvolve nas pesquisas das Universidades.

Na parte experimental da disciplina de Química Analítica Qualitativa, o estudante se depara com tarefas que o acompanharão em seu curso e profissão. Esses procedimentos variam desde como coletar a amostra a ser analisada, passando por sua dissolução, precipitação, centrifugação, e identificação do buscado analito. No desenvolvimento destas habilidades, no início com acertos e erros, sob a tutela do professor e do técnico do laboratório, o estudante passa a perceber que os detalhes dos procedimentos são fundamentais para o sucesso da busca, e conseqüentemente, no resultado final da análise. O cuidado do analista, é desenvolvido nesta

disciplina. A observação do meio reacional antes e após a adição de reagentes, desenvolve no estudante o senso crítico e a curiosidade necessária ao profissional de Química.

A atuação do professor é fundamental para que esta percepção se faça acontecer logo no início das práticas. A relação entre os fenômenos visualizados nos experimentos e o material didático teórico de suporte é tarefa de constante instigação do discente que acompanha os alunos. Afinal, estão resumidos em uma disciplina, anos de observações e conclusões dos mestres analíticos que precederam sua estruturação como conhecimento científico. O estudante passa a se acostumar a usar a linguagem desenvolvida, para expressar os fenômenos de forma lacônica e precisa, tendo de, para isso, se apropriar dos sinais e simbologia desenvolvida e convencionalizada durante os anos anteriores. A linguagem acadêmica é então exigida como a melhor forma de expressão universal para exposição e entendimento dos fenômenos produzidos em suas mãos durante as aulas práticas.

E é através da explicação dos fenômenos que envolvem as velocidades de ocorrência da reação, dos fatores que interferem nesta velocidade como o calor usado ao aquecer o tubo de ensaio, dos piparotes desferidos contra o fundo do tubo de ensaio de sua amostra e a adição ou subtração de substâncias do sistema, é que essa linguagem é aprendida.

Ao se estudar ou rever na teoria, os *Equilíbrios iônicos* e seus fatores influenciadores, o professor da disciplina estará fazendo-os perceber a diferença entre um técnico que executa uma metodologia de maneira precisa, de um químico capaz de perceber os fatores que possam ter influenciado para um resultado falso positivo ou negativo. Nas primeiras aulas, os estudantes podem até se comportar como um técnico, mas no desenvolver da parte teórica, com o professor fazendo as relações entre teoria e prática, o estudante se vê conhecedor do problema, capaz de teorizar e prevê resoluções. Isso é desenvolver habilidades indispensáveis à boa formação do profissional.

Um material didático atual e com recurso multimidiático, facilita a correlação entre a teoria e a prática. O professor tendo acesso a procedimentos em fotos, vídeos ou que seja ilustração somente, facilita o aprendizado, isso porque ele pode imediatamente e de forma clara, mostrar as ações feitas do laboratório. O professor nesta ocasião é um importante mediador no raciocínio

individual do estudante. À medida que o professor compreende a dimensão dessa mediação, pode, de maneira consciente interagir com o aluno compreendendo suas idiossincrasias e suas particularidades na forma como aprende. Assim, a mediação é criar possibilidades e potencializar a construção do conhecimento pelo mediado (MEIER, 2011).

Para que esse raciocínio ou conexão ocorra de forma desejável, faz-se necessário e pertinente que o conteúdo disciplinar trabalhe paralelamente a teoria e a prática. O estudante precisa reescrever o princípio que levou os cientistas anteriores a chegarem às conclusões sobre o fenômeno observado. Assim, a dissociação entre teoria e prática, preferida por alguns dos professores da Instituição, vai de encontro ao que se acredita ser inadmissível na construção de um bom Químico Analítico.

Não é possível separar por um longo período a teoria da prática, sob a pena desta dissociação de pensamento resultar em um profissional que seja um Analista Químico ao invés de um Químico Analítico (SENISE, 1993).

Acredita-se que um maior entendimento no estudo dos equilíbrios iônicos, vistos na disciplina, facilita e muito, os professores e discentes nas disciplinas posteriores à Analítica Qualitativa ou também como é denominada na instituição (UFC) de Analítica I. Na abordagem da Química Analítica Quantitativa (distribuída em 3 disciplinas) as reações empregadas nos métodos de análises em boa parte, usam as reações dos ensaios. A análise qualitativa estabelece a identidade química das espécies presentes em uma amostra enquanto que a análise quantitativa determina as quantidades relativas das espécies, ou analitos, em termos numéricos. (SKOOG, 2014)

O estudo dos *Equilíbrios de precipitação* ou Formação de precipitados é usado nos métodos volumétricos e gravimétricos, onde o conhecimento das solubilidades e de precipitação fracionada entra no tratamento de interferentes, indicadores de ponto final, etc.

As reações de oxirredução, frequentemente usadas nos ensaios, são aplicadas em métodos volumétricos, potenciométricos e voltamétricos (HARRIS, 2008). O conhecimento da reatividade e dos possíveis produtos formados, de acordo com as condições do meio, é útil para o melhor entendimento, além de facilitar a identificação de erros analíticos. Além disso, esse

conhecimento é muito importante na formação de professores que, já no ensino médio devem introduzir esses conceitos trabalhados de forma integrada com a nova visão de Ciência Tecnologia e Sociedade (ZANON, 2010).

As reações de formação de complexos, coloridos ou não, também encontram sua aplicação nas técnicas quantitativas. Na volumetria de complexação, na análise de metais e em métodos espectrofotométricos (HARRIS, 2008). Os conhecimentos ajudam a entender os Indicadores de íons metálicos, agentes mascarantes, previsão e eliminação de interferentes.

A avaliação final desta disciplina se dá a partir da análise de amostra desconhecida de um sal, onde os estudantes devem identificar seus componentes. No momento em que percorre sozinho todos os procedimentos delineados, obtendo êxito em seu intento, na descoberta e confirmação do analito, o estudante tem incorporado o espírito investigativo em sua essência profissional.

Produzir profissionais que atuem no mercado de trabalho com competência é o principal objetivo das Instituições de Ensino Superior. Então, os cursos que utilizam a Química como disciplina central em seu currículo, promovem o desenvolvimento do pensamento crítico no momento em que proporcionam disciplinas como a Química Analítica Qualitativa. Em outros cursos apesar da Química não ser a disciplina central, também possuem em seu currículo a disciplina de Análise Química Qualitativa, por exemplo os cursos de: farmácia, engenharia química e geologia.

No curso de geologia, apesar dos alunos verem o mesmo conteúdo e número de análises, a abordagem é feita de maneira mais técnica e direta, se preocupando apenas na execução dos ensaios, necessários ao profissional na identificação de minérios. Mesmo o professor tendo o cuidado de fazer relação teoria e prática, ocorre a limitação da ação do mesmo, pelo pouquíssimo embasamento teórico dos estudantes deste curso, que pouco veem disciplinas na área de Química.

No curso de Farmácia a análise de substâncias é fundamental. O estudante dessa área precisa ter um cabedal de ideias que proporcionem ao profissional uma facilidade de raciocínio na investigação de substâncias com as quais ele precisa trabalhar. No decorrer da disciplina, o aluno

do curso de Farmácia desenvolve a mesma trajetória que os alunos dos cursos de Química, mas o direcionamento das práticas pelo professor deve ser em apenas cinco horas semanais. A redução ocorre na teoria da prática, onde o professor precisa ser mais objetivo na explicação dos procedimentos a serem realizados no ambiente do laboratório. Neste caso um material didático apropriado facilitaria a explanação do professor, sem perder a quantidade e qualidade de informações para que o mesmo desenvolva sua habilidade de análise de substâncias com a competência necessária a um farmacêutico.

No curso de Engenharia Química, há uma adaptação no currículo. Nesse, o estudante tem uma disciplina que aborda a análise qualitativa e quantitativa numa carga horária anual. Nesta disciplina, a Análise Qualitativa corresponde a uma carga horária teórico-prática de 80 horas. Na abordagem, análises de cátions e ânions sofrem uma redução em cada grupo ou classes. Cabe ao professor fazer as abordagens necessárias ao assunto e apresentar as possibilidades que as disciplinas têm para que os estudantes percebam seu alcance. Um material apropriado, seria útil na apresentação das análises não efetuadas no laboratório.

A Universidade também oferece o curso de Licenciatura em Química a distância, ministrado pela UFC – virtual. Como já foi citado, a disciplina de Química Analítica Qualitativa, precisa de uma quantidade de reagentes e uma infraestrutura que, apesar de baixo custo, é relativamente complexa para uma implantação imediata em alguns dos polos onde ela atua.

Os polos são bases de apoio pedagógico onde a UFC – virtual acolhe estudantes de toda região cearense. Estes polos são locais ligados às atividades didáticas presenciais, cujas estruturas variam desde escolas de ensino fundamental até àquelas voltadas ao ensino superior.

Os polos de atividades presenciais, onde ocorre o contato direto entre os tutores-professores e os estudantes, ainda estão se organizando. Nem todos esses polos conseguem reunir as condições desejadas para que as práticas experimentais, nas quais se baseia a disciplina, sejam plenamente realizadas. Cabe então aos tutores-professores auxiliarem ao máximo os estudantes nas dificuldades de visualização dos procedimentos, já que estes estudantes são formados através de uma rede de ensino que, tem como característica a pouca vivência de laboratórios, exigindo assim deles uma maior autonomia. Então, nada mais recomendado que utilizar os recursos

modernos de informação disponíveis atualmente para preencher essas lacunas na formação do bom profissional.

## 4.2 Observando e Problematizando

Durante a pesquisa de imersão nas cinco turmas analisadas, percebeu-se que havia uma demora grande por parte dos professores em reescrever os esquemas das marchas analíticas que foram geradas ao longo desses anos. Os esquemas rabiscados nas lousas brancas, por maior esforço e esmero do professor, não tinham a qualidade e a dinâmica possível permitida pelos novos programas de computador disponíveis nesse século.

Então surgiram alguns questionamentos:

1º) Por que se precisa reescrever toda a marcha analítica em esquemas que serão apagados na lousa se esses esquemas já poderiam estar disponibilizados na forma digital em uma memória de computador?

2º) Por que se enfatizar determinados pontos ressaltados no conteúdo somente com a entonação da voz do docente se esta ênfase poderia ser mais enfática quando auxiliada por recursos audiovisuais?

3º) Por que se falar em procedimentos e técnicas que serão utilizados no laboratório, podendo filmá-los e mostrá-los previamente para que o estudante já se familiarize com eles antes de chegar ao laboratório? Além disso, turmas com mais de 10 estudantes apresentam dificuldade de ouvir e ver a explicação do professor no laboratório devido a aglomeração necessária quando o objeto ou vidraria é pequeno. O projetor de multimídia pode ampliar e mostrar detalhes que muitas vezes são perdidos durante a apresentação.

4º) E os estudantes que por motivo de força maior têm que faltar àquela aula? Já que o tempo da disciplina não permite reposição da aula, não seria vantagem disponibilizar os procedimentos vistos em sala para estes estudantes?

A presente pesquisa se traduz no esforço de desenvolver uma proposta de apoio pedagógico aos docentes universitários no ensino da disciplina de Química Analítica Qualitativa. A perspectiva é que o material produzido possa auxiliar na transposição didática da mesma, possibilitando que seu objetivo pedagógico possa ser alcançado com maior facilidade começando pela ressignificação ampla do material didático.

O professor Sérgio Luis Brito (2001), mestre em educação pela UnB e professor na Universidade do Estado de Minas Gerais/ISEPI, ressalta que a principal responsável pela monotonia e pelo pouco aproveitamento das aulas, é a retórica das aulas expositivas com conclusões apressadas e sem a participação do aluno. Ele defende a utilização de material alternativo para reforçar a dinâmica do ambiente de sala. Se houver então riqueza de tecnologias o aluno terá possibilidades de desenvolver atividades que promovam suas habilidades. A integração do antigo com o novo possibilita a construção do conhecimento do estudante.

### 4.3 Coleta de opiniões

O objetivo de coletar informações sobre as características dos estudantes era para obter maior limite de confiança nas respostas obtidas no final do trabalho a respeito do material didático proposto. Acredita-se que o estudante que vivencia o curso e o escolheu por vocação, conseguiria captar melhor a diferença de aprendizado com o novo material.

Dentre os questionamentos feitos na turma, três referem-se à escolha e vocação profissional dos estudantes. Abaixo transcreve-se as perguntas seguidas dos percentuais que responderam afirmativamente e negativamente.

PERGUNTA	SIM	NÃO
O curso de Química foi sua primeira opção de curso Universitário?	55,6%	44,4%
Você já pensou em mudar de curso?	45,9%	51,4%
Você pretende seguir a carreira docente?	51,4%	45,9%

Esse resultado obtido na turma de trabalho, coaduna com os resultados obtidos pela UnB relatados por Cunha e colaboradores (2001) para a revista Química Nova. Artigo esse citado pela professora Selma Elaine Mazzetto, em pesquisa na UFC no mesmo ano da publicação do artigo de Cunha. Ela aponta como fator desmotivador, os conflitos quanto à escolha adequada do curso. Somando-se a isso à práticas pedagógicas inadequadas e desatualizadas, obtém-se uma turma com grande possibilidades de evasão. O ingresso errado no Curso de graduação pode estar ligado a vários fatores, principalmente ao levar em conta os problemas na formação escolar do estudante no ensino fundamental e médio, onde se culpa as crianças e os pais; à lógica excludente da educação; a cultura popular, escolar e relações de poder (FORGIARINI, 2007). Sabe-se que nenhuma ação solitária é capaz de deter a evasão, principalmente se esta já começou a ser delineada na base da cadeia do ensino. Mas há de se convir que, se o uso de recursos pedagógicos for capaz de evitar a saída de pelo menos uma pessoa dos quadros discentes da universidade, isso já é uma vitória do sistema sobre a evasão.

Perguntou-se na pesquisa, se o ensino médio do aluno colaborou de maneira eficaz em seu desempenho acadêmico. 56,8% dos participantes da pesquisa responderam negativamente. O que eles aprenderam no ensino médio, não colaborou, já que a Química ensinada nesse período foi ministrada superficialmente. Dessa forma, os estudantes não conseguem ter o desenvolvimento do pensamento químico. É possível então imaginar que o grau de dificuldade do aluno é bastante acentuado quando participa de uma disciplina descontextualizada. Quando se compara este resultado ao obtido com a pergunta: “O que você não gosta do curso?”, verifica-se que grande parte dos entrevistados foi enfático em afirmar que o nível das provas é elevado. Todos eles elogiam o nível dos professores, mas gostariam que o nível das provas fosse mais baixo. É possível relacionar claramente que os estudantes têm essa opinião por estarem pouco familiarizados com as disciplinas de química. Alguns chegam a relacionar a dificuldade que têm à falta de didática do professor.

Para se confirmar o incômodo sentido pelos acadêmicos quando o assunto é didática, basta ver a resposta dada por grande parte dos estudantes quando a pergunta foi: “O que você mudaria no curso?”. Resposta: “Os professores que não têm didática”. Percebe-se que os estudantes colocam o seu desempenho acadêmico vinculado diretamente às ações dos professores.

70,3% deles acham que os professores ajudam na trajetória do curso. Esse resultado mostra indícios de que os estudantes podem ter trazido deficiências e vícios pedagógicos das instituições de base e transcorrem pelo curso universitário com uma esperança de que o professor do ensino superior colabore com seus anseios dentro da jornada acadêmica.

Tirar o aluno desse paradigma é debate que extrapola os objetivos desse trabalho, mas deve-se considerar que o modelo tradicional que focaliza no conteúdo a ser transmitido diretamente do professor para o aluno, desconsiderando o contexto tecnológico e social, precisa ser superado na disciplina de Química Analítica Qualitativa. Essa metodologia para a condução das atividades analíticas está completamente apoiada no professor que retém os conhecimentos e deve transmiti-los. Enquanto isso, o aluno adota a postura passiva, dependendo totalmente dos saberes e do material didático fornecido pelo professor (HYGINO, 2013).

Buscar o modelo tecnológico como forma de inovação do modelo tradicional, incorporando novos materiais didáticos, como os Objetos Virtuais de Aprendizagem (OVA), é um importante passo para um foco contextualizado cuja aprendizagem oferece um significado mais palpável para o aluno. A metodologia tecnológica ainda mantém o aluno numa postura passiva com dependência do professor, mas otimiza o tempo de exposição do conteúdo e possibilita que outras atividades possam ser executadas para que se chegue ao modelo espontâneo.

Quando se questionou o que deveria ser incrementado no curso de Licenciatura que está sendo exigido na profissão docente, grande parte dos entrevistados responderam: “Aulas direcionadas à prática de docência”. Esta resposta confirma que o modelo 3 + 1 da maioria dos cursos de Licenciatura não satisfaz nosso aluno. Confirma também que o curso de Química Analítica Qualitativa não é visto pelos estudantes e professores com direcionamento pedagógico, muito menos voltado à perspectiva CTS. Assim o objetivo da educação científica apontado por Pozo e Crespo (*apud* HYGINO, 2013), que seria o de conseguir com que os estudantes construíssem em sala de aula, atitudes, procedimentos e conceitos que sozinhos não conseguiriam, não chega nem perto de ser alcançado. Ainda citando Pozo e Crespo, pode-se inferir por analogia às suas ideias que, a Química Analítica Qualitativa parece um “diálogo de surdos” entre os professores, onde cada docente tem seu entendimento e, acabam por não atingir o objetivo da disciplina. Isto demonstra claramente uma crise nesse ensino.

Para avaliar o grau de impacto sentido pelo estudante através das ações pedagógicas do seu mediador, perguntou-se: Que tipo de postura deveria ter o professor que ajudaria na sua trajetória acadêmica e profissional?

Os pesquisados expressaram sua opinião sobre a postura do professor com os seguintes termos: compreensivo, incentivador, que dialogue com o aluno, amigável, exigente, disposto a ajudar, prestativo, responsável, paciente, calmo, que sorria, que tire dúvidas e que seja didático. Por traz dessas palavras há pessoas que, de alguma forma, pedem maior aproximação e mais tempo dedicado à resolução de suas dificuldades. Pessoas que, ao perceberem uma rigidez pedagógica por parte do professor, optam por meios que facilitem sua aprovação na disciplina, como o pedido de listas de exercícios, provas pesquisadas ou apresentação de trabalho pesquisado. Nessa questão, a contextualização da disciplina de Química Analítica Qualitativa, através do modelo tecnológico, poderia possibilitar o debate necessário para se alcançar o espírito autônomo esperado de um estudante de Química, principalmente sendo este, um futuro profissional licenciado para ensinar.

Ao assistir a aula de alguns professores que os estudantes citaram, por possuir uma boa didática percebe-se que a atitude aponta para o modelo didático espontâneo, onde a ênfase está nas ideias e interesses dos estudantes (HYGINO, 2013). Nele, as atividades são flexíveis valorizando o desenvolvimento de atitudes e a autonomia do estudante. A proposta dos professores, se intencional ou intuitiva, promove o florescer do modelo investigativo que propõe um ensino no qual, tanto estudantes quanto professores, exercem um papel ativo.

Ao assistir a aula dos professores considerados pelos estudantes como tendo menos didática, percebe-se a predominância do modelo tradicionalista, onde o professor apresenta-se como detentor do conhecimento e, ao mesmo tempo, parece desligado do contexto que acompanha o aluno em seu desempenho acadêmico. Maior do que qualquer tentativa de contextualização, a atitude do professor sempre preponderará sobre a metodologia ou recurso didático.

É através da proposta deste trabalho que espera-se facilitar a abordagem conteudista da disciplina de Química Analítica Qualitativa. Com mais tempo na disciplina, espera-se que sejam desenvolvidas atividades contextualizadas, com temas socialmente relevantes e que os estudantes possam elaborar hipóteses de sua atuação na resolução desses, desenvolvendo assim uma postura investigativa..

#### 4.4 Elaboração do material didático

Tendo em mente o atual caráter didático da disciplina de Química Analítica Qualitativa e todas as transformações pelas quais ela passou, onde era ministrada com 11 créditos nas instituições de ensino superior, e foi reduzida a 6 créditos, chegando a 3 créditos em algumas delas, o presente trabalho indica que deve haver um jeito de inserir o conteúdo disciplinar, através do princípio contextualizador. Para isso, o meio mais atual que reúne tecnologia e sociedade em um mundo cada vez mais globalizado, chama-se informática.

De acordo com o professor J. M. Moran da UFRGS citado pela professora Eva A. Vieira (2009), sabe-se que o uso da tecnologia sozinha não é garantia de um modelo participativo de educação. Ela pode ser apenas uma extensão do modelo tradicional. A tecnologia da informação é um dos recursos pedagógicos que possibilitam ao professor mediar informações mais rápido e de forma mais facilmente sofisticada comparada ao quadro e pincel. Cabe sempre ao mediador fazer com que seus estudantes transformem esta informação em conhecimento.

A presença e uso de computadores na sala de aula não significa melhoria no processo de ensino-aprendizagem. Mas repensando a forma de uso desse recurso tecnológico extraindo ao máximo seu potencial para aprimorar esse processo, então tem-se a excelente e mais viável ferramenta de representação da realidade (VIEIRA, 2009).

A formação, seja do professor universitário ou do professor de ensino médio, não o habilita para utilizar da melhor maneira possível os novos recursos da informática e muitos professores se sentem inseguros sobre como maximizar o potencial do aprendizado auxiliado pelo computador. Mas, quando há um bom planejamento, o professor consegue motivar os estudantes, aumentar a interação entre todos os envolvidos no processo e, reduz o tempo de ensino (McCARTY *apud* VIEIRA, 2009) além de reduzir o tempo dos próximos planejamentos de aulas na mesma disciplina.

O software escolhido, PowerPoint, apresenta recursos que possibilitam a inserção de fotos, filmes e textos de forma dinâmica e centralizada, que promovem o destaque da informação que se deseja passar para os estudantes. Pensando em todas essas possibilidades de recursos, e

também na dinamicidade do software, foi possível inserir grande parte do conteúdo das aulas de teoria da prática.

Iniciou-se com a inserção de vídeos filmados diretamente no laboratório de Química Analítica Qualitativa da Universidade Federal do Ceará. Os estudantes poderiam ver vídeos e fotos de procedimentos executadas com as vidrarias e aparelhos que eles próprios iriam utilizar rotineiramente no laboratório da Universidade. Esses filmes referem-se às técnicas de laboratório usadas como procedimento padrão durante a marcha analítica de detecção de íons. (Ver figura 1) São 12 técnicas básicas que comumente são abordadas em uma primeira aula expositiva no laboratório.

Figura 1 – Cenas dos filmes sobre procedimentos da Química Analítica Qualitativa

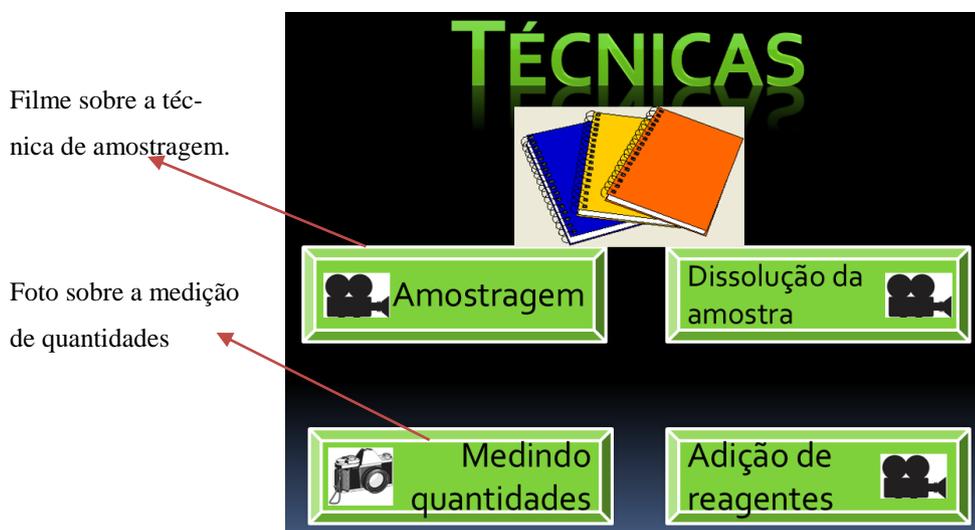


Fonte: próprio autor

Ao acompanhar essas aulas da forma tradicional, é fácil perceber que o professor fica rodeado pelos estudantes que se aglomeram tentando ver o procedimento executado por ele, e ao mesmo tempo percebe-se que eles têm dificuldades de ouvir suas observações em turmas com mais de 20 estudantes. Se este mesmo procedimento for projetado numa tela multimídia, os detalhes da operação ficarão bastante visíveis por todos e o professor poderá parar (pause) em um determinado momento oportuno, para tecer maiores informações sobre o referido procedimento. Além disso, os estudantes poderão obter esses procedimentos via internet e revisá-los a qualquer momento. Outra vantagem é para os estudantes que por ventura precisarem faltar a aula, eles terão menor prejuízo de conteúdo e chegarão ao laboratório mais familiarizados com a técnica, já que é de praxe não haver reposição de aulas de laboratório.

A figura 2 mostra como estas técnicas aparecem na projeção do PowerPoint. Há mais dois diapositivos que contêm o restante das técnicas de laboratório e que fazem parte da apresentação inicial das aulas de teoria da prática. Este trabalho se restringirá a mostrar apenas os eslaides que representem o todo da obra. Apesar de diferentes, tornar-se-ão repetitivos neste tipo de abordagem.

Figura 2 - Diapositivo com filmes e fotos das técnicas básicas de análise química.



Fonte: próprio autor

O software PowerPoint ainda possibilita que o professor possa ter em sua tela uma imagem diferente da apresentada à plateia. Ela é chamada de “modo de exibição do apresentador” (Ver figura 3). Nessa tela, no computador pessoal, é possível visualizar as próximas aparências da

tela e o próximo diapositivo, ou, se necessário, todos os diapositivos da apresentação. Pode-se ainda ler anotações feitas durante o planejamento da aula. Nesse caso ao invés de anotações, preencheu-se esse espaço com todas as observações dos procedimentos constantes no livro básico da disciplina (KING, 1959).

Figura 3 – Tela de modo de exibição do apresentador

The screenshot displays a presentation software interface. The main slide, titled "Grupo do ácido clorídrico", shows a flowchart of the analytical process. It starts with the cations  $Ag^+, Hg_2^{2+}, Pb^{2+}$  in a solution. The process involves several steps:
 

- Solução 1:** Addition of  $HCl$  ( $6\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ) leads to **Precipitado 1** ( $PbCl_2, Hg_2Cl_2, AgCl$ ).
- Solução 2:** Addition of  $HNO_3$  ( $6\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ) leads to **Precipitado 2** ( $Pb^{2+}, Cl^-, PbCl^+$ ).
- Solução 3:** Addition of  $HNO_3$  ( $6\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ) leads to **Precipitado 3** ( $PbCrO_4$ ).
- Solução 4:** Addition of  $HNO_3$  ( $6\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ) leads to **Precipitado 4** ( $AgCl, Hg_2Cl_2$ ).
- Solução 5:** Addition of  $HNO_3$  ( $6\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ) leads to **Precipitado 5** ( $HgNH_4Cl, Hg$ ).
- Solução 6:** Addition of  $HNO_3$  ( $6\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ) leads to **Precipitado 6** ( $AgCl$ ).

 The flowchart also includes a legend and technical details. The sidebar on the right shows "Fim da apresentação de slides", "Próximo diapositivo", and "Anotações do professor". The notes section contains the following text:
 

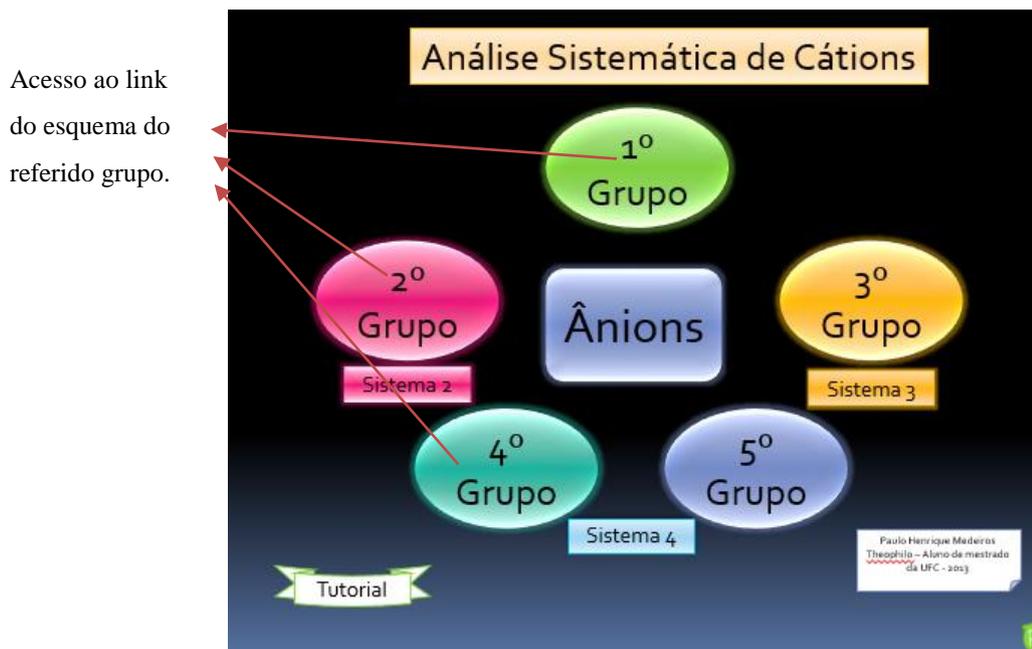
I. Geralmente, necessita-se de pequenas quantidades de reagentes. Uma gota ( $0,05\text{ mL}$ ) de  $HCl\ 6\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  contém  $6 \times 0,05 = 0,3\text{ mmoles}$ . Se uma amostra contém  $20\text{ mg}$  de prata, que é uma quantidade elevada, isto é equivalente a  $0,19\text{ mmoles}$ . Assim, uma gota de  $HCl\ 6\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  fornece uma quantidade de

Fonte: próprio autor

O último diapositivo desta primeira série de cinco, apresenta um resumo estilo mapa mental (MARQUES, 2008), que se interliga com todos as outras apresentações criadas para esta disciplina. São 12 apresentações que foram elaboradas com base nos esquemas de marcha analítica referente a identificação dos 11 ânions e 23 cátions com base da análise sistemática proposta por Fresenius (ANDRADE, 2009) e descrita no livro base da disciplina (KING, 1959).

O professor poderá partir deste diapositivo e acessar qualquer esquema da marcha analítica em qualquer aula. (Figura 4)

Figura 4 - Diapositivo contendo links para todos os esquemas de análises de íons.



Fonte: próprio autor

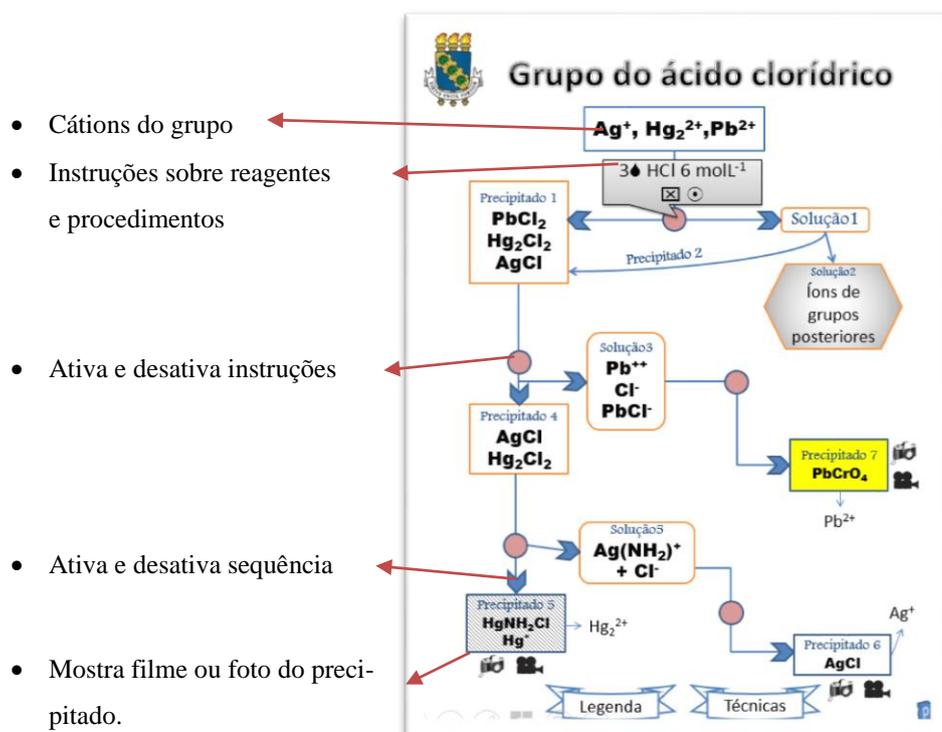
Os esquemas só funcionam com todos os seus recursos disponíveis de macros na plataforma Windows. Nas plataformas Linux e Androide perdem parte de seus recursos. Não funcionam na plataforma da Apple.

Ao clicar em qualquer item desse slide, abre-se uma apresentação independente com o esquema interativo e dinâmico que responde a comandos feitos pelo apresentador. O esquema analítico pode ser dirigido e enfatizado em qualquer dos caminhos escolhidos pelo professor. Fotos e filmes ilustram os resultados esperados em cada conclusão identificação do esquema. (Figura 5).

Setas azuis, bolas vermelhas, quadrados com cantos retos ou arredondados são figuras que acompanham todos os esquemas. Ao clicar sobre eles é possível fazer surgir ou desaparecer instruções, informações sobre reagentes a serem utilizados ou caminhos a serem seguidos. Há links que se reportam a outros slides ou ao material didático digitalizado que tem como finalidade auxiliar o professor em uma consulta rápida.

A dinâmica da apresentação permite ao professor, focalizar a atenção do estudante sobre um ponto específico e reduz o tempo de quadro do professor.

Figura 5 - Esquema de análise dos cátions do 1º grupo



Fonte: próprio autor

Após a apresentação do material projetado para as turmas, colheu-se opiniões dos professores e dos estudantes.

“Os slides apresentados aos estudantes foram bem elaborados, mostrando clareza, organização e bem didáticos”. Professora de Química Analítica

“Interessante e bem didático. É uma forma mais dinâmica de expor o conteúdo, melhor que a utilização apenas do quadro que toma inclusive mais tempo da aula”. Aluna de engenharia Química.

“O material é bastante interativo, e se mostrou mais dinâmico que o material tradicionalmente usado nas aulas de Analítica I.” Aluna de Licenciatura em Química.

“É muito relevante, pois facilita o entendimento do conteúdo ministrado, bem como, ajuda no andamento da aula. Os slides são de boa qualidade, bastante didáticos e de fácil entendimento. Não há dúvidas de que as aulas que não oferecem esse recurso são menos interativas.” Aluno de Licenciatura em Química.

“O material utilizado mostra todos os esquemas de análise da maneira mais simples de lembrá-los. Vendo cada passo da análise melhora o modo de aprendizado. Em aulas que não usam o material, ficava a sensação de decorar tudo. Com o material é mais fácil entender o motivo de cada passo da análise.” Aluna de Bacharelado em Química.

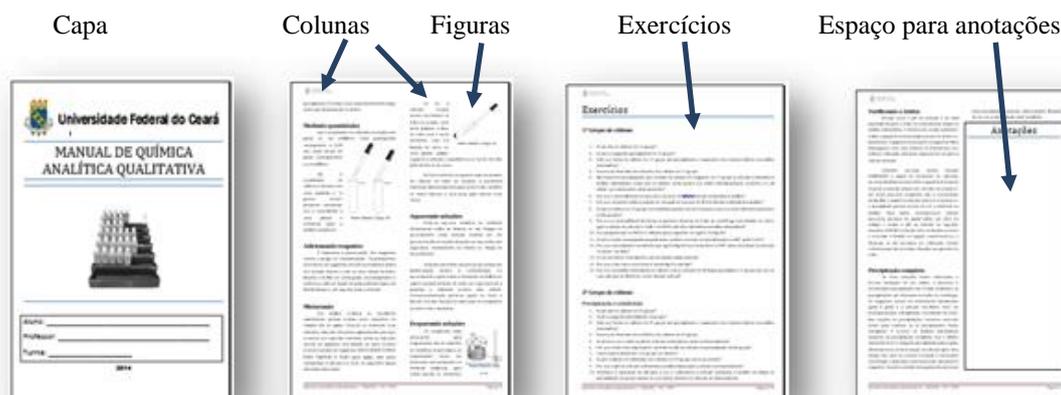
Não há referências negativas dos participantes das aulas a respeito do material exposto. Há observações que estudantes e professores falam sempre que detectam algum ponto possível de modificação. É um material aberto a melhorias e ajustes para proporcionar o engajamento da Química Analítica Qualitativa em seu atual e fundamental papel pedagógico.

#### ***4.4.1 Material impresso***

Logo no início do acompanhamento das aulas referentes à pesquisa, já era possível perceber que o Manual de Química Analítica Qualitativa (QAQ) precisava de uma releitura no quesito de modernização de sua diagramação. Para isso foram observadas as publicações mais recentes em Química Analítica e percebeu-se que as editoras recorrem a estratégias que visam quebrar a monotonia visual do texto. Decidiu-se aplicar estas estratégias no manual de Química Analítica Qualitativa. Dentre elas, a distribuição do texto em duas colunas, muito comum em artigos que, muitas vezes usam até 3 colunas por página; uso de figuras que auxiliam na compreensão do procedimento; os espaços em branco que sugerem uma certa leveza no texto escrito. Essa linguagem visual contida no discurso gráfico tem como função fundamental orientar a leitura de forma rápida e agradável (SILVA, 1985).

Além disso, introduziu-se exercícios do livro base e atualizou-se as convenções de grafia da linguagem química. (Ver figura 6)

Figura 6 – Principais alterações feitas no material impresso.



Fonte: próprio autor

Também foram introduzidas as reações químicas referente aos grupos de íons. Essas equações eram fornecidas aos estudantes de maneira avulsa.

O novo manual foi entregue à metade dos estudantes da turma de trabalho e a outra metade ficou com a edição anterior. A escolha dos estudantes que ficariam com edição nova ou antiga foi aleatória, mas, a maioria dos estudantes que recebeu a edição antiga procurou o técnico de laboratório durante as aulas para requerer a edição nova.

A edição nova foi distribuída também com os professores de Química Analítica do Departamento de Química Analítica e Físico-Química (DQAFQ) para que avaliassem a diagramação e as modificações introduzidas no manual. Após 60 dias, as observações foram recolhidas e acatadas, sendo introduzidas mais melhorias no material.

Logo após as modificações, convidou-se os professores de Química Analítica para participar de uma reunião para exhibir, tanto o novo manual, como mostrar os recursos e possibilidades tecnológicas existentes no material produzido no software proprietário PowerPoint.

Os arquivos, após ajustes finais deste trabalho, serão disponibilizados a todos os professores do Departamento (DQAFQ) da Universidade Federal do Ceará através de um armazenamento virtual conhecido como a “nuvem” da internet. Com esse recurso, é possível manter o arquivo atualizado de forma rápida e acessível a todos os professores da disciplina.

## 4.5 Sugestões de abordagens didáticas

Durante o uso do material didático nas aulas, foi notória rapidez com que as informações, antes apresentadas sem recursos de multimídia, foram repassadas para os estudantes em sala. Tendo visto que o material atingiu o objetivo de tornar mais eficiente a passagem de conteúdo otimizando o método tradicional, cabe agora propor atividades planejadas para efetivamente colocar a Química Analítica Qualitativa como suporte pedagógico de conhecimentos químicos avançados.

As sugestões deste trabalho apontam para práticas já utilizadas por alguns professores da disciplina, mas que, feitas sem um objetivo pedagógico mais congruente, tem seus resultados inferiores aos que poderiam ser alcançados.

### 4.5.1 Sugestões pedagógicas

1º - Seminários – Alguns professores promovem seminários ao final do curso com temas abertos para os estudantes. Os resultados são muito bons, e podem melhorar se estes seminários estiverem associados à análise sistemática desenvolvida durante o semestre. Assim, os estudantes podem, ao longo das aulas de teoria ou prática, investigar métodos diferentes de detecção qualitativa em outras bibliografias. Os trabalhos poderiam ser apresentados à turma, registrados para confecção de um compêndio. Com o material didático mais facilmente disponível, pode-se recriar, em micro escala, os “colóquios” implantados no Brasil por Heinrich Rheinboldt (IAMAMOTO, 2006) nos anos trintas.

2º - Pré e pós laboratório – Com maior tempo disponível, é possível exigir do aluno seus conhecimentos antes e depois de sua jornada laboratorial. Dentro das perguntas formuladas, o direcionamento para a contextualização deve ser pensado com perguntas como: Se uma bateria de celular permanecer muito tempo submersa em uma cisterna, seria possível uma análise qualitativa que pudesse evidenciar a contaminação de cádmio nesta água? Por quê?

3º - Situações problema – São situações retiradas de acontecimentos veiculados por mídia televisiva, jornais ou revistas que possuam questões ligadas à Química Analítica Qualitativa. O objetivo é fazer com que o estudante identifique nelas a possibilidade de aplicação do conteúdo disciplinar. A situação escolhida é apresentada ao aluno de forma de vídeo ou impressa. A partir dela, estudantes agrupados em equipes irão elaborar e discutir hipóteses que expliquem a situação

dentro do conhecimento adquirido na disciplina. Não há necessidade de “acertar” a resposta, mas de avaliar a desenvoltura dos membros da equipe dentro dos conceitos apresentados. Cabe ao professor identificar e reforçar os conceitos durante a apresentação das hipóteses.

Duas situações já foram destacadas para este fim: a primeira diz respeito a um lago denominado “223” situado nos Estados Unidos (Figura 7). Durante 10 anos ele recebeu ácido sulfúrico, e o filme sobre esta pesquisa descreve as observações dos cientistas sobre o impacto do ácido no ecossistema. Cabe aos estudantes elaborar hipóteses correlacionando os fatores químicos que expliquem as observações.

Figura 7 – Foto do filme sobre o lago 223.



Fonte: Documentário tevê escola

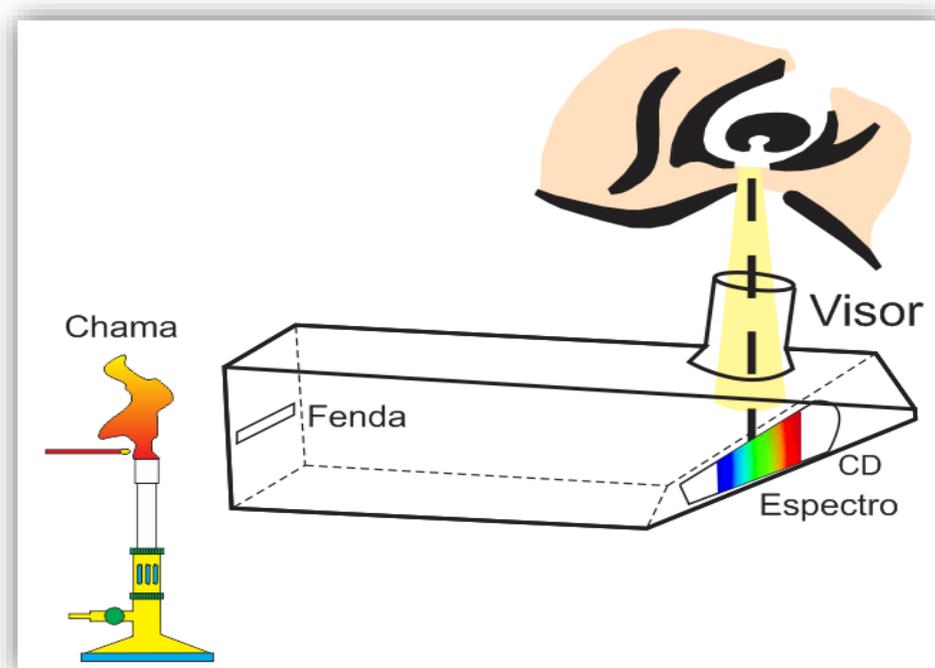
A segunda situação diz respeito a buracos que surgem no solo e que “engolem” pessoas, casas e até hotéis. Os mais comuns aparecem na China, mas há relatos em Honduras e nos Estados Unidos e o mais recente na cidade de Abaetetuba no Pará, no dia 07 de janeiro de 2014. Os estudantes deverão explicar o fenômeno usando conhecimentos de solubilidade e equilíbrio químico.

Figura 8 – Foto de desabamento de hotel .



Fonte: <http://veja.abril.com.br/noticia/internacional/predios-desabam-em-hotel-da-florida-mas-nao-ha-vitimas>

4º - Uso de espectroscópio simples – A sugestão é que os professores ensinem aos estudantes como fabricar um espectroscópio simples, usando cartolina, CD, lâmina de barbear e fita adesiva, para que identifiquem a presença de sódio através do espectro produzido pela luz do fogo de álcool com sal de sódio (Figura 9). Os espectros são qualitativos revelando bem a diferença entre as luzes emitidas por alguns íons (APÊNDICE B). A relevância deste seria em substituição ao teste qualitativo para sódio que usa o reagente acetato de magnésio e uranila, reagente de difícil aquisição, por ser importado e controlado pelo governo federal.



Fonte: próprio autor

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O fenômeno químico era o interesse da teoria original de Fresenius (1875) corroborada e ratificada por Heirinch Reiboldt no Brasil (1935) era a aquisição e retenção, com significados, de conhecimentos em situação formal de ensino e aprendizagem dentro do laboratório. Em seu último livro “Anleitung zur qualitativen chemischen Analyse” (Instruções para Química Analítica Qualitativa), Fresenius retratou essa preocupação já no título da obra e reiterou praticamente todos os aspectos conceituais e proposicionais de seus precursores. Ou seja, procurou mostrar toda a sistematização do estudo analítico e a preocupação com a mediação necessária a todos os estudantes que desejassem ingressar nessa área.

Contudo, em pleno século XXI, é preciso ter em conta que a atribuição de significados novos a velhos conhecimentos, e a reconstrução desses significados é fundamental. A aprendizagem do pensar químico depende da captação de significados que resulta da negociação destes entre aprendiz e mediador. Esse processo não é imediato. Ao contrário, é progressivo, frequentemente lento e descontinuo. Parte dele é iniciado pelo próprio mediador no encontro com seus mediados. É nele que deve começar o despertar no estudante de uma nova postura investigativa. É dele que deve partir a apreciação dos pensamentos gerados e expostos pelos alunos nas avaliações diagnósticas e progressivas adaptadas ao programa disciplinar.

A disciplina de Química Analítica Qualitativa tem uma ementa que proporciona o uso deste método educativo. Com ele é possível desenvolver o fazer científico nos alunos e estimular a aprendizagem através do raciocínio captado pela vivência do fenômeno. Usar o programa da disciplina de maneira indevida é estimular a aprendizagem mecânica. É transformar os alunos em seguidores de receita, onde tudo está definido e nada pode ser questionado.

Por outro lado, mesmo que a aquisição significativa de novos conhecimentos analíticos venha a ocorrer, isso não é mais suficiente. É preciso que essa aprendizagem seja crítica. É preciso que o estudante seja estimulado a questionar os resultados obtidos em seus tubos de ensaio. Que ele saiba que não há resultado certo ou errado, e sim, esperados ou não esperados.

No momento em que se busca uma nova roupagem para a disciplina de Química Analítica Qualitativa nesse trabalho, também se busca sugerir aos professores da disciplina que é

preciso conduzir os estudantes ao pensamento crítico sob a orientação da contextualização e a visão científica, tecnológica e social. Contextualizar um conhecimento é mais do que trazê-lo ou observá-lo à luz do século atual, além disso, é criar uma ponte para que os estudantes cruzem o tempo e percebam a importância do conhecimento acumulado nesse tempo.

Ter a contextualização como princípio norteador da Química Qualitativa é desenvolver em cada aula um olhar sobre a forma de mediar o conteúdo disciplinar, buscando todos os recursos a fim de construir junto com os estudantes novas maneiras de produzir um pensamento crítico e criativo.

Buscou-se esses resultados através da proximidade das tecnologias atuais, com possibilidades de sons, imagens, cores e movimentos para melhorar a ênfase nos tópicos apresentados, através da confecção de diapositivos contendo parte teórica e prática da análise sistemática de cátions e ânions a ser apresentados em sala de aula com devida mediação e discussão com os alunos

Elaboraram-se também formas de exposição de conteúdo no laboratório como banners e/ou cartazes, uso de novas diagramações nos manuais e o preparo de pré e pós-laboratório, que de maneira efetiva facilitaram a mediação durante os experimentos e conseqüentemente a melhoria no aprendizado.

A otimização na apresentação do conteúdo, permitiu a introdução de estudos de casos empregando fatos atuais que extrapolam os muros da Universidade. Além disso, sugestões de uso de equipamentos de construção simples, como recursos didáticos para promover a divulgação da ciência analítica e dar suporte aos futuros professores nos cursos de ensino médio.

Pela investigação feita nesta pesquisa, há determinadas regiões do conhecimento que chegam a um limite de pesquisa, onde não há mais novidades em termos de descobertas (SENISE,1993). Cabe às Universidades manterem este estudo para garantir que os profissionais que adentrem no mercado de trabalho tenham adquirido, durante o tempo acadêmico, a destreza mental necessária de um Químico. Para isto, os docentes precisam planejar as aulas teóricas utilizando mais recursos didáticos para que a teoria, assim como a prática, também caminhe no processo de releitura e contextualização. Só assim é que a disciplina se firmará como uma ciência, tão mutável quanto a revolução globalizada do conhecimento deste século.

Este trabalho de pesquisa veio a favorecer de forma eficaz a mediação do professor na disciplina de análise qualitativa, visto que facilita uma maior interação entre teoria e prática. Agora nas aulas presenciais os estudantes podem então visualizar com maior clareza as nuances características de cada procedimento. Ainda têm a possibilidade de maior contato com a literatura da disciplina assim como vídeos e fotos produzidos nos laboratórios.

O material, que pode ser disponibilizado ao estudante, ainda facilita o aprendizado numa forma de revisão para avaliação final, podendo ser usado por outros cursos ou instituições que não abordam a análise sistemática completa, com por exemplo o curso de Engenharia química e de instituições como a Universidade Federal de São Paulo (DQ-FFCLPR/USP) onde foram eliminados do estudo prático o  $\text{Sr}^{2+}$  do grupo II;  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ , e  $\text{Zn}^{2+}$  do grupo III;  $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Bi(III)}$  e  $\text{Cd}^{2+}$  do grupo IV A e  $\text{Sb(III)}$  e  $\text{Sb(V)}$  do grupo IV B (IAMAMOTO, 2006). Com o uso dos recursos multimídia, independentemente de serem mantidos ou não como cátions de pesquisa nas aulas práticas, eles poderão estar sempre disponíveis para que o estudante possa conhecer a cor de seus precipitados e suas características de identificação.

Em relação a EaD, a particularidade do conceito da aprendizagem autônoma consiste em que a autonomia exigida dos alunos do ensino a distância seja correlacionada com a aprendizagem mediada, quanto mais um estudante usufruir da mediação na aprendizagem, tão mais rico será o desenvolvimento intelectual advindo da interação direta com o meio (BEYER *apud* MEIER, 2011). Se então o mediador se revestir de meios que aproximem o estudante da realidade do laboratório, maior será a sua compreensão dos fenômenos exibidos, e conseqüentemente, maior será a possibilidade de seu aprendizado.

É certo que a Química Qualitativa é uma disciplina de grande atualidade, embora tenha sido proposta há mais de cem anos. Seus conceitos e métodos têm significados originais precisos que subjazem a qualquer das visões aqui apresentadas e sugeridas. Por outro lado, passados mais de cem anos, novos olhares são necessários, particularmente o da complexidade e o da visão crítica.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, J. C.; ALVIM, T. R. A importância da Química Analítica Qualitativa nos cursos de Química das instituições de ensino superior brasileiras. **Química Nova**, v.29, n.1, p. 168-172, nov. 2005.

ANDRADE, J.C.; ALVIM T. R. Química Analítica Básica: uma visão histórica da análise qualitativa clássica. **Chemkeys – Liberdade para aprender**. 2009

BRITO, S. L.; Um ambiente multimediatizado para a construção do conhecimento em Química. **Química Nova na Escola**, p. 13 – 15, n. 14, nov. 2001

CUNHA, A. M.; TUNES, E.; SILVA, R. R.; Evasão do curso de Química da Universidade de Brasília: A interpretação do aluno evadido. *Quim. Nova*, 24, 262. 2001

ECHEVERRÍA, A. R.; BENITE, A. M. C.; SOARES, M. H. F. B. A pesquisa na formação inicial de professores de química. *In: ECHEVERRÍA, A. R.; ZANON, L. B. (Org.). Formação superior em química no Brasil: Práticas e Fundamentos Curriculares*. Ijuí, RS:Unijuí,. p. 25-46. 2010

FORGIARINI, S.A. B.; SILVA, J. C.. **Escola pública: fracasso escolar numa perspectiva histórica**. SIMPÓSIO DE EDUCAÇÃO; SEMANA DE EDUCAÇÃO–A formação de Professores no Contexto da Pedagogia Histórico-Crítica, v. 35, 2007.

GAUCHE, R.; SILVA, R.; BAPTISTA, J. A.; SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S.; MACHADO, P. F. L. Formação de Professores de Química: Concepções e Proposições. **Química Nova na Escola**, n.27, p. 26-29, fev. 2008.

GOMES, M. G.; BORGES, S. S. Análise Qualitativa como base da formação de iniciação científica e docente de alunos da Universidade Federal do Ceará. **Revista Brasileira de Ensino de Química**, Campinas, SP, v.2, n.2, p. 25-31, jul./dez. 2007 .

HARRIS, D. C.; **Análise Química Quantitativa**, 7ª edição, LTC – Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, 2008.

HYGINO, C. B.; MARCELINO, V. S.; LINHARES, M. P. Modelos didáticos presentes na formação de futuros professores de química e física da região norte o estado do Rio de Janeiro, Brasil: encontros e desencontros entre concepções e formação. **Revista electrónica de investigación em educación em ciências**. v. 8, n. 2, p. 49-58, dez. 2013.

IAMAMOTO, Y.; ABREU, D. G.; COSTA, C.R. Uma proposta para o ensino da Química Analítica Qualitativa. **Química Nova**, v.29, n.6, p. 1381-1386, ago. 2006.

JUNIOR, A. F. – A formação do pensamento reversível no ensino de QAQ - USP- **Faculdade de Educação** 2009.

KING, J.E. **Análise Qualitativa**: reações, separações e experiências. 1ª Ed. Rio de Janeiro; Interamericana Ltda., 1981.

KING, J.E. **Qualitative Analysis e Eletrolytic Solutions**. 1ªEd. Chicago, NY;Harcourt, Brace & World, Inc. 1959.

MALDANER, O.A. Prefácio. In: ECHEVERRÍA, A. R.; ZANON, L. B. (Org.). **Formação superior em química no Brasil**: Práticas e Fundamentos Curriculares. Ijuí, RS:Unijuí, 2010. p. 09-16, jun. 2009.

MANZINI, E.J. Considerações sobre a elaboração de roteiro para entrevista semi-estruturada. In: MARQUEZINE: M. C.; ALMEIDA, M. A.; OMOTE; S. (Orgs.) Colóquios sobre pesquisa em Educação Especial. Londrina:eduel,. p.11-25. 2003

MARQUES, A. M. M. Utilização pedagógica de mapas mentais e de mapas conceituais. **Universidade Aberta**, Sintra – Portugal 2008.

MARTINS, R. A. Arquimedes e a coroa do rei: problemas históricos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.17, n.2 p.115-121, ago.2000.

MATHIAS, S.; “Cem anos de Química no Brasil”, texto publicado no Suplemento do Centenário, n. 6, do jornal “**O Estado de São Paulo**”, em 8 de fevereiro de 1975.

MAZZETTO, S. E.; CARNEIRO, C. C. B. S. Licenciatura em química da UFC: perfil sócio-econômico, evasão e desempenho dos alunos. **Química Nova**, v.25, n. 6B, p. 1204-1210. 2002.

MAZZETTO, S. E.; NETO, M. A. Mútua cooperação entre estudantes como estratégia de inclusão através da educação. **Percursos**, Florianópolis – SC, UDESC, v.7, n.1 2006.

MEIER, M.; GARCIA, S.; **Mediação da Aprendizagem: contribuições de Feuerstein e de Vygotsky** – Ed. Grafiven – 7ª ed. Curitiba – 2011.

MELLO, A. F. **Introdução à Análise Mineral Qualitativa**. 1ª ed. São Paulo. Livraria Pioneira Editora. 1977

OLIVEIRA, A. C.; MEDEIROS, E. de L.; PINHEIRO, A. N. Estudo de casos na formação de professores de química. **Química Nova**, v.33, n.9, p. 1996-2002, ago. 2010.

Projeto Pedagógico do Curso de Química, Coordenação do Curso de Química, Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, 1999.

Projeto pedagógico de curso: Licenciatura em Física, Química, Matemática, Ciências biológicas e Geografia do Centro de Ciências. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, p.53-71. 2007

ROMANELLI, O. O. **História da educação no Brasil** 8ª Ed. Petrópolis; Vozes, 1986

REID, N.; SHAH I.; The role of laboratory work in university chemistry. **Chemistry Education Research and Practice**, v.8, n.2, p. 172-185, 2007.

SENISE, P. Química Analítica e Análise Química. **Química nova**, v.3, n.3, p.257. 1993.

SILVA, A. M.; Proposta para tornar o Ensino de Química mais atraente. **Revista de Química Industrial**, p. 7, 2º trimestre, 2011.

SILVA, R. S. Diagramação: o planejamento visual gráfico na comunicação impressa. São Paulo: Summus, 1985.

SKOOG, Douglas A. (et. al.) Fundamentos de Química Analítica; tradução técnica Robson Mendes Matos. 9ª edição; Ed. Cengage Learning. São Paulo 2014.

TONEGUTTI, C. A.; Fundamentos da Química Analítica I, **Roteiro de aulas práticas**, Universidade Federal do Paraná, Setor de ciências Exatas, Departamento de Química, Curitiba, 2011.

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica, **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, set./dez. 2005. [www.scielo.br/pdf/ep/v31n3/a09v31n3.pdf](http://www.scielo.br/pdf/ep/v31n3/a09v31n3.pdf) .Acessado em fevereiro de 2014.

UFC, Universidade Federal do Ceará. Departamento de Química Analítica e Físico-Química. Ementa <http://www.quimica.ufc.br/?q=node/81>. 2013

VIEIRA, E.A. y SILVA, R.M.G. Tecnologias no cotidiano escolar: limites e possibilidades. **Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa RELATEC**, 8 (2), 109125. [<http://campusvirtual.unex.es/cala/editio/>], 2009.

VOGEL, A. I. **Química Analítica Qualitativa**. 1 ed. São Paulo. Mestre Jou. 1981.

ZANON, L. B.; FRISON, M. D.; MALDANER, O. A. Articulação entre desenvolvimento curricular e formação inicial de professores de química. *In*: ECHEVERRÍA, A. R.; 2010.

ZANON, L. B. (Org.). **Formação superior em química no Brasil: Práticas e Fundamentos Curriculares**. Ijuí, RS:Unijuí,. p. 201-223. 2010.

ZANON, D. A. V.; OLIVEIRA, J. R. S.; QUEIROZ, S. L.O “saber” e o “saber fazer” necessários à atividade docente no ensino superior: visões de alunos de pós-graduação em química. **Ensaio**, v.9, n.1, p. 1-20, 2009.

WARTHA, E. J.; SILVA, E. L. DA; BEJARANO, E. R. R. Cotidiano e contextualização no ensino de Química. **Química Nova na Escola**, v.35, n.2, p. 84-91, mai. 2013.

WISMER, R. K; PETRUCCI, R. H. General Chemistry with Qualitative Analysis, 2<sup>a</sup> edition – Macmillan Publishing Company, New York; Collier Macmillan Publishers, London – 1987.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO APLICADO AOS ALUNOS DO CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA, TURMA 2012.1



# Universidade Federal do Ceará

## Centro de Ciências

Programa de Pós-Graduação em Química  
Aluno: Paulo Henrique Medeiros Theophilo

### Pesquisa com alunos do Curso de Química

Nome: \_\_\_\_\_

1. Em que ano você ingressou na UFC e em que modalidade (Bacharelado ou licenciatura)?

\_\_\_\_\_

2. O curso de Química sempre foi sua primeira opção de curso Universitário?

\_\_\_\_\_

3. O curso no qual você está inserido corresponde às suas expectativas? Por quê?

\_\_\_\_\_

4. Qual o professor que você considera mais didático e o menos didático? Por quê?

\_\_\_\_\_

5. O que você não gosta do curso?

\_\_\_\_\_

6. De acordo com o seu conhecimento o que há em outros cursos que deveria ter no seu curso?  
Na infraestrutura didática:

\_\_\_\_\_

Na infraestrutura física;

\_\_\_\_\_

7. O teu ensino médio colaborou de maneira eficaz no seu desempenho acadêmico?

\_\_\_\_\_

8. Quais as disciplinas de maior dificuldade no seu curso? Estas são realmente essenciais para sua formação profissional?

\_\_\_\_\_

9. Se você tem atividade profissional paralela ao curso, o que deveria ser incrementado em seu curso que sua profissão atual exige?

---

10. O que você mudaria no curso?

---

11. Você acha que os professores ajudam na trajetória do curso? Por quê?

---

12. Que tipo de postura deveria ter o professor que ajudaria na sua trajetória acadêmica e profissional?

---

13. Você já pensou em mudar de curso? Por quê?

---

14. O que sua família acha de seu curso?

---

15. Você pretende seguir a carreira de docente? Por quê?

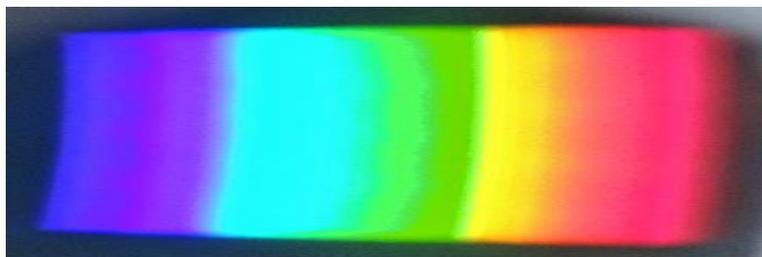
---

16. O turno do seu curso influencia de alguma forma o seu desempenho acadêmico ou profissional? Por quê?

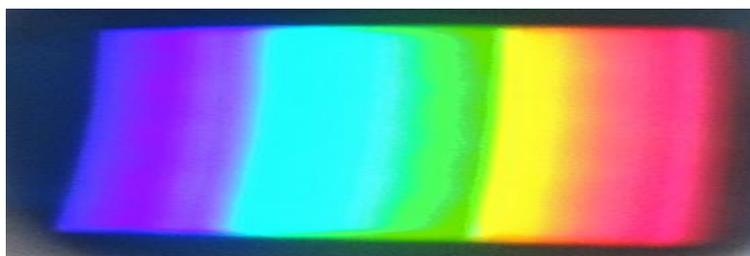
---

## APÊNDICE B – Espectros da região do visível obtidos no espectroscópio didático

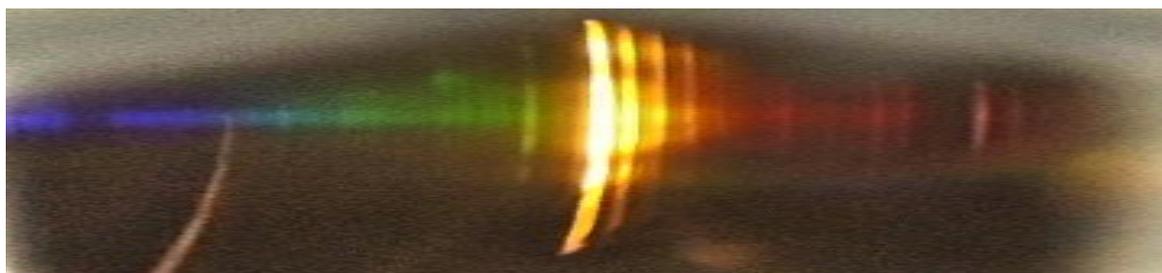
Espectro da luz solar



Espectro da luz fluorescente



Espectro da luz de sódio



Fonte: próprio autor

ANEXO I – Instituições de Ensino Superior pesquisadas pelos professores Terezinha Ribeiro Alvim e João Carlos de Andrade

INSTITUIÇÃO	CURSO(S)*	NATUREZA JURÍDICA**
Centro Federal de Educação Tecnológica de Goiás	QI	Pública
Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto/USP	B, L e QT	Pública
Instituto de Química de São Carlos/USP	B	Pública
Universidade de São Paulo	B, L e QT	Pública
Universidade do Estado do Rio de Janeiro	L	Pública
Universidade Estadual da Paraíba	B, L e QT	Pública
Universidade Estadual de Campinas	B, L e QT	Pública
Universidade Estadual de Goiás	QI	Pública
Universidade Estadual de Londrina	B, L e QT	Pública
Universidade Estadual de Maringá	B e L	Pública
Universidade Estadual de Santa Cruz	L	Pública
Universidade Estadual do Ceará	L	Pública
Universidade Estadual do Centro-Oeste	B, L e QT	Pública
Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul	L	Pública
Universidade Estadual do Oeste do Paraná	B, L e QT	Pública
Universidade Estadual do Piauí	L	Pública
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul	QA	Pública
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia	B, L e QT	Pública
Universidade Estadual Paulista	B, L e QT	Pública
Universidade Federal de Santa Maria	L e QI	Pública
Universidade Federal da Paraíba	B e L	Pública
Universidade Federal de Goiás	B, L e QI	Pública
Universidade Federal de Juiz de Fora	B e L	Pública
Universidade Federal de Minas Gerais	B e L	Pública
Universidade Federal de Pernambuco	B, L e QI	Pública
Universidade Federal de Santa Catarina	B, L e QT	Pública
Universidade Federal do Espírito Santo	L	Pública
Universidade Federal do Pará	B, L e QI	Pública
Universidade Federal do Paraná	B e L	Pública
Universidade Federal do Rio de Janeiro	B e L	Pública
Universidade Federal do Rio Grande do Sul	B e L	Pública
Universidade Federal Fluminense	B, L e QI	Pública
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro	B e L	Pública
Fundação Universidade de Brasília	B e L	Mista
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso	B e L	Mista
Fundação Universidade Federal de Ouro Preto	QI	Mista

Fundação Universidade Federal de Pelotas	B, L e QA	Mista
Fundação Universidade Federal de São Carlos	B e L	Mista
Fundação Universidade Federal de São João Del Rei	L	Mista
Fundação Universidade Federal de Sergipe	B, L e QI	Mista
Fundação Universidade Federal de Uberlândia	B e L	Mista
Fundação Universidade Federal de Viçosa	B e L	Mista
Fundação Universidade Federal do Piauí	B e L	Mista
Fundação Universidade Federal do Rio Grande#	L	Mista
Centro Universitário La Salle	L e QT	Particular
Centro Universitário Univates	QA	Particular
Faculdades Integradas do Vale do Ribeira	L	Particular
Fundação Universidade Regional de Blumenau	B e L	Particular
Instituto Manchester Paulista de Ensino Superior	B	Particular
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis	QA	Particular
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro	B, L e QI	Particular
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul	L e QI	Particular
Universidade Católica de Brasília	L	Particular
Universidade Católica de Pelotas	QAm	Particular
Universidade Católica de Pernambuco	B, L e QI	Particular
Universidade da Região de Joinville	QI	Particular
Universidade de Passo Fundo	B e L	Particular
Universidade de Santa Cruz do Sul	L e QI	Particular
Universidade do Contestado	QA	Particular
Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí	QA	Particular
Universidade Presbiteriana Mackenzie	L	Particular
Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul	B, L e QA	Particular
Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões	B e L	Particular
Universidade São Francisco	L	Particular
Universidade do Sul de Santa Catarina	L	Particular

---

\* B = Bacharelado; L = Licenciatura; QI = Química Industrial; QT = Química Tecnológica; QA =

Química de Alimentos ; QAm = Química Ambiental. \*\* O termo *Particular* foi usado para designar as instituições de natureza privada, com ou sem fins lucrativos. #Rio Grande do Sul

**Instituto de Química de São Carlos****Química e Física Molecular****Disciplina: SQM0408 - Laboratório de Química Analítica Qualitativa**  
Laboratory for Qualitative Analytical Chemistry

**Créditos Aula:** 6  
**Créditos Trabalho:** 0  
**Carga Horária Total:** 90 h  
**Tipo:** Semestral  
**Ativação:** 01/01/2013

**Objetivos**

Aplicar em aulas práticas os conceitos de Química Analítica Qualitativa.

**Docente(s) Responsável(eis)**

2085451 - Ana Maria de Guzzi Plepis  
90137 - Eder Tadeu Gomes Cavalheiro  
55012 - Eny Maria Vieira

**Programa Resumido**

Análise Sistemática de mistura de cátions e ânions. Exame Inicial de Amostras; Precipitação e Identificação de cátions do Grupo I; Precipitação e Identificação de Cátions do grupo II; Precipitação e identificação dos cátions do Grupo III; Precipitação e identificação dos cátions do Grupo IV; Precipitação e identificação dos cátions do Grupo V; Separação e identificação de ânions.

**Programa**

Análise Sistemática de mistura de cátions e ânions: 1) Exame Inicial de Amostras; 2) Precipitação e Identificação de cátions do Grupo I - Grupo do Cloretos insolúveis; 3) Precipitação e Identificação de Cátions do Grupo II - Grupo dos Sulfetos Insolúveis em meio ácido; 4) Precipitação e identificação dos cátions do Grupo III - Grupo dos sulfetos insolúveis em meio alcalino; 5) Precipitação e identificação dos cátions do Grupo IV - Grupo do Carbonato de Amônio; 6) Precipitação e identificação dos cátions do Grupo V - Grupo dos Cátions Solúveis; 7) Separação e Identificação de ânions.

**Bibliografia**

- 1) A.I. Vogel Química Analítica Qualitativa, Trad. A. Gimeno, Mestre Jou, São Paulo, 1981.
- 2) A.J. Bard Equilíbrio Químico, Harper & Row, New York, 1970.
- 3) D.A. Skoog, D.M. West, F.J. Holler, S.R. Crouch Fundamentals of Analytical Chemistry, 8th Ed. Saunders, Philadelphia, 2003.
- 4) D.C. Harris, Análise Química Quantitativa, 5ª Ed., Trad. C.A.S. Riehl, A.W.S. Guarino, LTC, Rio de Janeiro, 2001.
- 5) G.D. Christian Analytical Chemistry, 6th. Ed., John Willey, New York, 2003.
- 6) J. Mendham, R.C. Denney, J.D. Barnes, M.J.K. Thomas Vogel, Análise Química Qualitativa, 6ª Ed., Trad. J. C. Afonso, P.F. de-Aguiar, R.B. de-Alencastro, LTC, Rio de Janeiro, 2002.
- 7) N. Bacan, L.M. Aleixo, E. Stein, O.E.S. Godinho Introdução à semi-microanálise Qualitativa, 7ª Ed., UNICAMP, 1997.
- 8) V.N. Alexeyev Qualitative chemical semimicroanalysis, Mir, Moscow, 1980.

	<b>EMENTA DA DISCIPLINA</b>	1) ANO	2) SEM.

3) UNIDADE: Instituto de Química		4) DEPARTAMENTO Química Analítica		
5) CÓDIGO QUI04-09009	6) NOME DA DISCIPLINA ( x ) obrigatória Química Analítica Qualitativa eletiva ( )	7) CH 8) CRÉD universal 60 ( ) definida ( ) restrita	04	
9) CURSO(S)  Licenciatura em Química		10) DISTRIBUIÇÃO DE CARGA HORÁRIA		
		TIPO DE AULA	SEMANAL	SEMESTRAL
		TEÓRICA	4	60
		PRÁTICA		
		LABORATÓRIO		
		ESTÁGIO		
TOTAL		4	60	
11) PRÉ-REQUISITO (A):  Química Inorgânica Teórica I			12) CÓDIGO  QUI01-08995	
11) PRÉ-REQUISITO (B):			12) CÓDIGO	
11) CO-REQUISITO  Química Analítica Qualitativa Experimental			12) CÓDIGO  QUI04-09010	

<p>13) OBJETIVOS</p> <p>Ao final da disciplina o aluno deverá ser capaz de compreender os conceitos de equilíbrio químico envolvendo reações iônicas, de oxi-redução, de formação de complexos e de precipitação, bem como suas principais conseqüências na identificação de cátions e ânions.</p>
<p>14) EMENTA</p> <p>Introdução à Química Analítica. O Processo Analítico. Sistemática Qualitativa Inorgânica. Características das Reações Analíticas. Equilíbrio Químico. Equilíbrio Ácido-Base. Reações de Precipitação. Reações de Complexação. Extração por Solvente. Reações de Oxi-Redução.</p>
<p>15) BIBLIOGRAFIA</p> <p>1) Skoog, D. A., West, D. M., Holler, F. J., Crouch, S. R., Fundamentals of Analytical Chemistry. Thomson Books/Cole, 8th edition, 2004, Belmont, USA.</p> <p>2) Christian, G. O.; Analytical Chemistry, John Wiley &amp; Sons, Inc., 5th edition, 1994.</p> <p>3) Buttler, J. N.; Ionic Equilibrium: A Mathematical Approach; Addison-Wesley Publishing Company Inc USA, 1964.</p>

**Período Atual:** 2014

**Órgão:** IQD - Instituto de Química

**Código:** 114111

**Denominação:** QUIMICA ANALITICA 1

**Nível:** Graduação

**Vigência:** 2014/2

**Ementa:**

1 – Introdução: - Bases teóricas; - Métodos analíticos;

2 – Soluções: - Tipos de soluções; - Concentração

3 – Equilíbrio Químico: - Ionização; - Ácidos e Bases fortes; - Ácidos e bases fracas;

4 – Solubilidade e produto de solubilidade (efeito das laterais na solubilidade)

5 – Ácidos polipróticos;

6 – Introdução ao Equilíbrio de formação de complexos;

7 – pH – Cálculo do pH de soluções diluídas;

8 – Equilíbrio de oxidação e redução;

Laboratório: Análise dos ânions – grupos I, II, III – amostra desconhecida. II Análise de cátions – grupos I, II, III e IV – amostra desconhecida.

**Programa teórico**

Introdução – bases teóricas – métodos analíticos; Soluções e concentrações de soluções, estado de saturação e supersaturação, equilíbrio-químico – ácidos e bases fortes e fracas – ionização – efeito do íon comum. Auto ionização da água. Hidrólise de sais de ácidos mono e dipróticos; Grau de hidrólise; solubilidade e produtos de solubilidade; cálculo da solubilidade a partir da constante do produto de solubilidade; efeito salino e força iônica. Solubilidade dos ppts em ácidos e agentes complexantes. Influência das reações laterais na solubilidade dos sais. pH – cálculo do pH de soluções diluídas – ácidos polipróticos – efeitos do pH – Equilíbrio da formação de complexos – Equilíbrio de redução e oxidação

**Programa prático**

Preparação de soluções e preparação da substância para análise. Precipitação com  $H_2S$ ,  $HCl$ ,  $CO_3^{2-}$ . Separação e identificação dos cátions do grupo 1. Separação do Grupo 2 em subgrupos 2 A e 2B e identificação Do sub-grupo 2A (cont...) e identificação do sub-grupo 2B. Separação e identificação do grupo 4.

Análise de mistura de ânions do grupo 1; Análise de mistura de ânions do grupo 2; Análise de mistura de ânions do grupo 3.

Ensaio por via seca.