UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto

Departamento de Química

Programa de Pós-Graduação em Química

RENATA BERNARDO ARAUJO

**“Instrumentos de Avaliação na Atividade Experimental da
Disciplina de Química Analítica Qualitativa”.**

**RIBEIRÃO PRETO-SP
2014**

RENATA BERNARDO ARAUJO

**“Instrumentos de Avaliação na Atividade Experimental da
Disciplina de Química Analítica Qualitativa”.**

Dissertação apresentada à Faculdade de
Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão
Preto da USP, como parte das
exigências para a obtenção do título de
Mestre em Ciências.

Área de Concentração: Química

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Yassuko Iamamoto

*Versão corrigida da Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Química no dia 18/08/2014. A versão original encontra-se disponível na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto.

**RIBEIRÃO PRETO - SP
2014**

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo da Publicação
Preparada pela Biblioteca do Serviço de Biblioteca e Documentação
Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da
Universidade de São Paulo.

Araujo, Renata Bernardo.

Instrumentos de Avaliação na Atividade Experimental da Disciplina de Química Analítica Qualitativa./ Renata Bernardo Araujo; orientadora Yassuko Iamamoto. –Ribeirão Preto, 2014.

Número de fl.92: il.

Dissertação de Mestrado apresentado à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. Departamento de Química. Área de concentração: Química.

1. Química Analítica Qualitativa.
2. Avaliação da aprendizagem.
3. Instrumentos de Avaliação.
4. Ensino de Química

Renata Bernardo Araujo. **Instrumentos de Avaliação na Atividade Experimental da Disciplina de Química Analítica Qualitativa.** Dissertação apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Química.

Aprovado em: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof.Dr. _____ **Instituição:** _____

Julgamento: _____ **Assinatura:** _____

Prof.Dr. _____ **Instituição:** _____

Julgamento: _____ **Assinatura:** _____

Prof.Dr. _____ **Instituição:** _____

Julgamento: _____ **Assinatura:** _____

Dedico este trabalho ao meu marido Ézio Gaião de Araújo, minha fonte de inspiração em todos os momentos da minha caminhada. Obrigada, por ter feito dos teus sonhos os meus, para que juntos possamos compartilhar conhecimentos, em busca da felicidade. Por ter paciência comigo em minhas aflições, noites sem sono, e em minha ausência. A você meu Amor minha sincera gratidão! TEAMO!

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me concedido as graças necessárias para que eu chegasse até esta faculdade, e por me fazer acreditar que sempre esteve comigo. "Tão grande és tu senhor".

Aos meus pais, pelo exemplo de vida, trabalho, honestidade, humildade e Amor. E ao meu irmão. Vocês me fazem muito feliz!

À minha orientadora prof^a.Dr.^a Yassuko Iamamoto, por sua orientação, dedicação e compartilhamento de sua sabedoria e experiência na área de Química. Muito obrigada!

Ao Prof. Osvaldo Antônio Serra pela gentileza, amizade e sugestões neste trabalho.

À professora Ana Raquel Lucato Cianflone pelas literaturas sugeridas, amizade e contribuições na qualificação.

À professora Joana de Jesus Andrade, pelas ricas discussões e sugestões.

À professora Daniela Gonçalves de Abreu pelas literaturas sugeridas

Aos irmãozinhos que encontrei em Ribeirão Preto, João Ricardo Sanches e Daniela Mica Espimpolo, por serem meus companheiros, pelas discussões sobre o Ensino de Química e a Disciplina de QAQ, pelas orações, brincadeiras, e enfim por tantos momentos juntos.

Aos amigos Isaltino e Fabrício pela companhia agradável e alegre.

Aos amigos e colegas do Laboratório de Bioinorgânica e Terras Raras

(Lucas Zanatta, Douglas, Lucas(Sky) e Joicy, Fernanda, Paulo César (PC), Juliana, Cláudio, Leandro, Ana Cecília).

Aos Alunos da X Turma do Curso de Licenciatura em Química pela amizade, comprometimento e companheirismo.

À FFCLRP/USP, que me proporcionou a oportunidade de buscar o conhecimento.

Às amigas e funcionárias da Casa de hospedes, em especial à Shirlene, Ana Lúcia, Lúcia, Zilda, Franciele, Tânia e Sandra.

Aos funcionários do Departamento de Química, em especial à Lâmia, pela amizade e atenção quando precisei de informações, e ao Dias e a Rosangela (a colega) pelos bate papos e conselhos positivos no corredor do laboratório.

E a todos que contribuíram para a realização deste trabalho.

*A sabedoria é a coisa principal; busque, pois,
a sabedoria; sim, com tudo o que possuis, assim
alcançarás o conhecimento*

Provérbios 4: 7

RESUMO

A avaliação somativa é a que prevalece nas instituições de ensino superior, os instrumentos de avaliação tradicionalmente utilizados (provas e relatórios) fornecem informações sobre a aprendizagem de conteúdos conceituais e ficam à margem a avaliação dos conteúdos procedimentais e atitudinais. Além disso, provas e relatórios são realizados num momento final das atividades, tardio para um *feedback* adequado, não havendo tempo para intervir na aprendizagem. Emerge nesse contexto a necessidade de se estudar e refletir sobre os processos avaliativos utilizados na disciplina de Química Analítica Qualitativa (QAQ). Diante disto, tinha-se uma pergunta: haveriam instrumentos adequados e ao mesmo tempo abrangentes que permitissem melhorar o processo avaliativo na disciplina QAQ? Com o objetivo de responder a esta questão foram aplicadas e analisadas duas modalidades de instrumentos de avaliação: *pré-exercícios de laboratório* (PEL) e *grades de observação* (GO). Esta pesquisa é de natureza qualitativa, e foi fundamentada em contribuições teóricas de autores que são a favor da avaliação no decorrer do processo de ensino. Sendo assim, teve-se como uma das principais referências Fernandes (2006), que propõe a expressão *Avaliação Formativa Alternativa* (AFA), alternativa a tradições avaliativas em que o resultado é obtido após o processo de ensino e aprendizagem. Na AFA o professor vai obtendo informações sobre a aprendizagem dos alunos, permitindo assim, o *feedback* das atividades propostas, interações aluno-professor, e as notas são consideradas pois estas servem como registro. A pesquisa foi desenvolvida no decorrer da disciplina QAQ, com a turma do terceiro semestre do curso de Licenciatura em Química noturno na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo (FFCLRP/USP). Concluiu-se que os instrumentos de avaliação PEL e GO foram eficientes no acompanhamento da aprendizagem dos alunos no decorrer da disciplina. Estes instrumentos proporcionaram a AFA, e complementam a avaliação realizada tradicionalmente na disciplina QAQ, dessa forma reforçam o acompanhamento dos alunos contribuindo para a melhoria na aprendizagem e no processo de avaliação da disciplina.

Palavras-chaves: Química Analítica Qualitativa, avaliação formativa alternativa, instrumentos de avaliação, aprendizagem.

ABSTRACT

The summative assessment is prevailing in higher education institutions, the traditional evaluation tools used (tests and reports) provide information on conceptual learning does not include assessments of experimental procedures and attitudinal content. Besides, examinations and reports are performed in a final stage of activities without proper *feedback*, there is no time to help in the learning. Emerges in this context the need to study and reflect on the assessment processes used in the discipline of Qualitative Analytical Chemistry (QAC). This rises to the following question: are there more specific and more comprehensive instruments, which allow an improvement of the evaluation process in the Qualitative Analytical Chemistry (QAC)? In order to answer this question, we applied and analyzed two types of assessment tools: pre-lab work (PLW) and observation grids (GO). This research qualitative in nature was based on theoretical contributions of the authors that are in favor of the assessment during the teaching process. Fernandes (2006) was as one of the main references, he proposed the term Alternative Formative Assessment (AFA), the alternative assessment traditions in which the result is obtained after the process of teaching and learning. While using AFA, the teacher obtains information about students' learning, allowing the *feedback* of the proposed activities, student-teacher interactions and considering the marks, as they serve as a record. The research was developed during the discipline of QAC, with the class of the third semester of the degree chemistry at night in the Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo (FFCLRP/USP). It was concluded that the assessment instruments PLW and GO were effective in accompaniment students' learning during the discipline. These instruments provided the AFA, for the evaluation supplement traditionally held in the discipline QAC, and thus reinforce the monitoring of students contributing to the improvement in learning and evaluation process of the discipline.

Key-words: Qualitative Analytical Chemistry, alternative formative assessment, assessment tools, learning

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Classificação dos cátions em grupos analíticos e os respectivos reagentes de grupo.....	25
Figura 2.	Esquema de separação dos cátions na marcha analítica.....	26
Figura 3.	PEL de reações químicas - Resposta correta considerada excelente - Exemplo 1.....	52
Figura 4.	PEL de reações químicas em solução aquosa - Resposta considerada regular Exemplo 2.....	52
Figura 5.	PEL de reações químicas - Resposta considerada excelente- Exemplo 1.....	53
Figura 6.	PEL de reações químicas - Resposta considerada regular- Exemplo 2.....	53
Figura 7.	PEL de reações químicas Respostas consideradas a) excelente; b) boa; c) regular.....	53
Figura 8.	PEL do grupo I - Resposta correta considerada excelente- Exemplo 1.....	55
Figura 9.	PEL do grupo I - Resposta considerada boa, mas incompleta - Exemplo 2.....	55
Figura 10.	PEL do grupo I- Resposta correta considerada excelente.....	56
Figura 11.	PEL do grupo I- Resposta correta considerada excelente- Exemplo 1.....	56
Figura 12.	PEL do grupo I- Resposta considerada boa- Exemplo 2.....	57
Figura 13.	PEL do grupo II- Resposta correta considerada excelente- Exemplo 1.....	58
Figura 14.	PEL do grupo II- Resposta considerada boa, porém incompleta – Exemplo 2.....	59
Figura 15.	PEL grupo II - Resposta considerada excelente - Exemplo 1.....	60
Figura 16.	PEL do Grupo II, resposta considerada boa, porém incompleta. Exemplo 2.....	61
Figura 17.	PEL do grupo III- Resposta considerada excelente- Exemplo 1.....	62
Figura 18.	PEL do grupo III - Resposta considerada boa, porém com alguns erros - Exemplo 2.....	63
Figura 19	PEL do grupo III- Resposta considerada excelente- Exemplo 1.....	64
Figura 20.	PEL de ânions- Resposta considerada excelente- Exemplo 1.....	65
Figura 21.	PEL de ânions: Resposta considerada boa- Exemplo 2.....	66
Figura 22.	PEL de ânions - Continuação: Resposta considerada boa- Exemplo 2.....	66
Figura 23.	PEL de ânions- Resposta considerada excelente.....	67

Figura 24.	PEL Amostra Teórica - Parte 1.....	70
Figura 25.	PEL Amostra Teórica- Parte 2.....	71

ÍNDICE DE TABELA E QUADROS

Tabela 1. Constantes de produtos de solubilidade (K_{ps}) em água de algumas substâncias dos cátions do grupo II, a 25° C.....	26
Quadro 1. Destaque da avaliação que consta do programa oficial da disciplina de QAQ (FFCLRP/USP – Curso de Licenciatura em Química) no ano de 2013.....	23
Quadro 2. Avaliação geral das respostas dos 23 alunos aos PELs. Os valores apresentados correspondem ao número de alunos respondentes, e entre parênteses a porcentagem.....	73
Quadro 3. Avaliação geral das grades de observação referente a cada grupo analítico estudado, e média final das <i>GO</i> . A distribuição dos valores apresentados corresponde ao número de alunos, e entre parênteses a porcentagem.....	74
Quadro 4. Resultados da avaliação empírica individual. A distribuição dos valores apresentados corresponde ao número de alunos, e entre parênteses a porcentagem.....	75
Quadro 5. Resultados da média final e índices de aprovação de acordo com o projeto pedagógico do curso. A distribuição dos valores apresentados corresponde ao número de alunos, e entre parênteses a porcentagem.....	76

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	16
1.1 A formação dos estudantes nos cursos de química e currículo sob a perspectiva da legislação	16
1.2 A relevância da pesquisa em educação química	18
1.3 Breve histórico da disciplina de Química Analítica Qualitativa.....	19
1.4 A disciplina de Química Analítica Qualitativa no Departamento de Química da FFCLRP/USP	21
1.4.1 Caracterizando a Disciplina QAQ.....	24
1.4.2 Separação e identificação dos grupos II e I	27
1.5 A importância das atividades de laboratório no ensino de ciências/química	32
1.6 Objetivos.....	36
Objetivo geral	36
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	37
2.1 Avaliação educacional	37
3. METODOLOGIA DA PESQUISA	40
3.1 Método da pesquisa.....	40
3.2 Proposta do pré-exercício de laboratório (PEL)	41
3.3 Proposta da grade de observação (GO).....	43
3.4 Desenvolvimento da pesquisa.....	45
3.4.1 Análise de dados	46
3.4.2 Revisão da grade de observação	48
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	51
4.1 PEL de reações químicas	51
4.2 PEL do Grupo I	54
4.3 PEL do Grupo II.....	58
4.4 PEL do Grupo III.....	61
4. 5 PEL de Ânions.....	64
4.6 PELs do grupo III e ânions	68
4.7 PEL da amostra teórica	68
4. 8 Avaliações dos PELs	72
4.9 Avaliações das grades de observação	74
5. CONCLUSÕES.....	77

6. REFERÊNCIAS	78
ANEXO I	83
ANEXO II	85
ANEXO III	86
ANEXO IV	88
ANEXO V	89
ANEXO VI	90
ANEXO VII	91
APÊNDICE	92

1. INTRODUÇÃO

1.1 A formação dos estudantes nos cursos de química e currículo sob a perspectiva da legislação

Os cursos de Licenciatura em Química anteriormente sob a vigência da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBN) (BRASIL, 1961) nº. 4026/61 e (BRASIL, 1968) nº5540/68 não atendiam à formação de professores com características necessárias para atuação na licenciatura, pois o currículo era constituído de disciplinas específicas direcionadas ao profissional de química com pouca formação pedagógica para a docência.

Modificações paradigmáticas foram instituídas pela LDBN (BRASIL, 1996) Lei nº. 9394/96 e do edital nº04/97 da Secretaria de Educação Superior do MEC (BRASIL, 1997), ao estabelecerem que os currículos dos cursos superiores fossem revisados, considerou-se o fim da exigência do currículo mínimo e a necessidade de flexibilização curricular, no sentido de avanço em direção a uma formação humanística, possibilitando ao estudante condições de exercer a profissão em defesa da vida, do ambiente e do bem estar dos cidadãos (ZUCCO, PESSINE e ANDRADE, 1999). Sendo assim, os currículos dos cursos de química a partir da LDBN de 1996, deverão considerar o professor como sistematizador e facilitador de ideias, e não como fonte principal de informações para os estudantes. Evitando o fornecimento de muitas informações com pouca ênfase no raciocínio, e considerar a importância para o profissional químico de ter uma visão crítica dos roteiros experimentais (ZUCCO, PESSINE e ANDRADE).

Veiga, Souza e Garbin (2013), apontam que na LDBN de 1961 e 1968 o ensino se caracterizava “[...] pela transmissão de conhecimento e de informações visando ao profissional “pronto” como produto [...]”, enquanto que na LDBN de 1996 é proposta “[...] sólida formação básica que prepare o profissional para enfrentar os desafios das rápidas transformações da sociedade, do mundo, do trabalho e das condições de exercício profissional [...]”. (p. 102). Dessa forma o currículo deve ser construído tendo em vista o perfil profissional que se almeja.

Como consequências da LDBN de 1996 foram estabelecidas as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) para os cursos de Química (BRASIL, 2001). Estas estabelecem o perfil esperado do profissional de Química, sendo previsto que tanto o

Licenciado quanto o Bacharel, adquiram ao longo do curso uma formação abrangente e sólida de caráter específico em sua área de atuação.

Quanto à formação do químico é esperado, como perfil necessário, que nos cursos de graduação se estimule e desenvolva características tais como: compreensão dos conceitos, leis e princípios da química; conhecimento das principais propriedades físicas e químicas dos elementos, e de compostos químicos; o conhecimento da utilização de processos de manuseio e descarte de materiais e rejeitos, tendo em vista a preservação da qualidade do ambiente; o trabalho em equipe. Enfatizam ainda como perfil necessário: senso crítico; interesse pela investigação científica e tecnológica; capacidade de observação; criatividade para buscar soluções de questões individuais e coletivas de modo a suprir e atender às necessidades da sociedade.

Todas estas características mencionadas envolvem os quatro pilares da educação sugeridos por Delors (2006) no Relatório Jacques Delors para a UNESCO concluído em setembro de 1996, os quatro pilares são: *aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a viver juntos e aprender a ser*. E os domínios cognitivos, psicomotores e afetivos da taxonomia de Bloom (1983) estão neles incluídos. Reafirmando a importante relevância destes domínios para a melhoria da qualidade da educação.

Segundo Giroux (1997) o conteúdo curricular e a prática pedagógica que objetivam a formação crítica dos estudantes devem ser direcionados a tornar a experiência do estudante problematizada e reflexiva, para que a construção do conhecimento tenha um caráter emancipador, possibilitando aos estudantes desenvolver uma “[...] imaginação social e coragem cívica [...]”. (p.17), que ajude a intervir em sua própria formação e na formação da sociedade em geral.

O curso de licenciatura em Química da FFCLRP-USP foi instituído no período noturno em 2003 e o seu projeto político pedagógico (PPP) atende às bases legais e filosóficas do Programa de Formação de Professores - USP em uma de suas versões preliminares, o qual foi instituído oficialmente em 2004, e abrangem a visão de Giroux em relação à formação humanística e ampla dos químicos. O PPP tem sido reformulado ao longo dos últimos anos de acordo com o programa que segue as orientações das DCNs (BRASIL, 2001). No entanto, o grande desafio é estabelecer um currículo, bem como uma prática pedagógica que propiciem ao estudante sair da condição de indivíduo passivo e passe a ser mais crítico e com autonomia intervir na sua própria formação.

1.2 A relevância da pesquisa em educação química

O modelo de cursos tradicionais de ensino de química se caracterizava pela memorização de grande quantidade de informações que eram cobradas dos estudantes para serem aprovados em seus cursos, distante do seu meio social, cultural e tecnológico. Sendo assim, alguns professores que trabalham com a educação Química, no intuito de superar esse modelo dissociado da vida, investigam sobre o ensino dessa ciência nos diversos contextos escolares, tanto no nível médio quanto no ensino superior (SCHNETZLER, 2004).

Frazer (1982) em seu trabalho sobre a pesquisa em educação química define:

[...] Educação química é uma área de estudo sobre ensino e aprendizagem de química em todos os níveis, onde a melhoria de ambos se constitui no objetivo fundamental das pesquisas na área e onde os problemas pesquisados são formulados por professores de química. (p. 127).

O autor ainda descreve as razões que justificam a elaboração de pesquisas em educação química:

Há algumas razões que justificam a elaboração de pesquisas em educação química. Dentre elas, salienta-se a necessidade de se introduzir melhoramentos no ensino e aprendizagem de química já que a química tem sido considerada uma disciplina difícil tanto pelo número elevado de conceitos abstratos que contém, como pelo vertiginoso crescimento de novos conhecimentos. Além disso, sabe-se que a Química afeta a todos, através de suas inúmeras aplicações à vida, e que a sociedade necessita de químicos bem preparados. Todavia, a principal justificativa para se desenvolver pesquisas em educação química é a de melhorar a eficiência da aprendizagem em química. (FRAZER, 1982, p. 127)

Corroborando com essas ideias, Schnetzler (2004) reafirma a importância da pesquisa em educação química:

Pelo fato de nosso objetivo fundamental de estudo e investigação concentrar-se no processo de ensino-aprendizagem do conhecimento

químico, diferentemente das outras áreas da química, que basicamente preocupam-se com interações de átomos e moléculas, com a dinâmica e mecanismos de transformações químicas, nós, da área de educação química, nos envolvemos com a interação de pessoas (alunos e professores) e com a dinâmica do conhecimento nas aulas de química. Isto significa que o domínio do conhecimento químico é condição necessária para o propósito e desenvolvimento de pesquisas no ensino, mas não é suficiente, dada a complexidade de seu objeto, das interações humanas e sociais que o caracterizam. Por isso, precisamos recorrer a contribuições teóricas das várias Ciências Humanas, não se tratando de mera utilização ou aplicação das mesmas à área da educação química (p. 49-50).

Diante dos argumentos apresentados sobre relevância da pesquisa em ensino de química, entende-se que um dos objetivos centrais da pesquisa em ensino de química é contribuir para melhoria do ensino e aprendizagem. Santos e Porto (2013) acrescentam também a pesquisa na área de ensino de química como estratégica para o desenvolvimento da química e afirmam:

Se desejamos um desenvolvimento científico e tecnológico da Química, a meta principal deve ser investimentos maciços em educação. Os resultados desses investimentos se tornarão frutíferos na medida em que houver contribuições significativas de toda sociedade, em particular das sociedades científicas. Nesse processo, a área de Ensino de Ciências tem contribuição fundamental tanto para a educação básica, quanto para o ensino superior [...] eles se tornarão visíveis, na medida em que os resultados de suas pesquisas forem considerados na macropolítica educacional. (p. 1575).

1.3 Breve histórico da disciplina de Química Analítica Qualitativa

No Brasil a Química Analítica Qualitativa (QAQ) como disciplina nos cursos de graduação em Química teve como uma de suas principais influências os ensinamentos da chamada Escola de Rheinboldt (MATHIAS, 1975). Rheinboldt priorizava as aulas de laboratório como a base do ensino de Química por acreditar na sua importância e

argumentava que para aprender a pensar, o estudante deveria vivenciar os fenômenos e se familiarizar com eles (RHEINBOLDT, 1934). É atribuído a ele as expressões “aprender a pensar quimicamente” ou “aprender a pensar por fenômenos” (SENISE, 1993).

Sendo assim, momentos de discussões denominados colóquios, eram instituídos, com a finalidade de possibilitar aos alunos a conexão entre os fenômenos, as leis que lhes serviam de base e as aulas experimentais. Os colóquios eram divididos em etapas que envolviam: preparo individual, explicação, perguntas, respostas e discussão crítica. A experiência mostrou que certas disciplinas, como a Química Analítica, eram ensinadas mais eficientemente sob a forma de colóquios que sob a forma de aulas tradicionais (RHEINBOLDT, 1951).

Em 1951, um dos primeiros discípulos de Rheinboldt, Paschoal Senise, iniciou suas pesquisas em Química Analítica estudando as reações que se passavam no sistema azoteto-iodo-tiocianato (MATHIAS, 1975). Em 1982 ele publicou um artigo defendendo a importância da Química Analítica na formação do químico, dando seguimento às idéias de Rheinboldt. Dentre os alunos do Prof. Senise cabe destacar Oswaldo Espirito Santo Godinho que, posteriormente, passou a ser docente no Instituto de Química da Unicamp, publicando então, juntamente com outros docentes dessa instituição, o livro “Introdução à Semimicroanálise Qualitativa” (BACCAN et al., 1997), bastante utilizado no país para o ensino de QAQ. Além desse, outros livros bastante utilizados são os dos autores (VOGEL, 1981; 1986 e ALEXÉIEV, 1975).

A partir dos anos 60, as publicações sobre QAQ tiveram seu foco voltado para as atividades de ensino. Essa situação repercutiu nos currículos dos cursos universitários dos Estados Unidos. E no decorrer dos anos, a disciplina de Química Analítica Qualitativa foi desaparecendo dos currículos das instituições de ensino superior americanas, que passaram a incluir parte das suas atividades de laboratório na disciplina de Química Geral. Assim, houve uma redução da carga horária destinada às atividades experimentais e a supressão da parte teórica específica da análise qualitativa, especialmente os equilíbrios químicos (ALVIM e ANDRADE, 2006).

Essa exclusão foi posteriormente considerada um grande erro e cabe aqui mencionar as declarações do prêmio Nobel de Química de 1983, Henry Taube (1984): “Acho que um dos maiores enganos foi cometido quando a análise qualitativa foi suprimida do currículo. Este era um modo de introduzir a química descritiva que, se

olharmos mais a fundo, pode despertar o interesse dos estudantes por reações. Eu considero as reações como sendo o coração da química”.

Além disso, em um levantamento realizado por Alvim e Andrade (2006), foi demonstrado que o conteúdo da disciplina QAQ parece ser considerado pelas instituições de Ensino Superior brasileiras como um conjunto de conhecimentos essencial e obrigatório para a formação do Químico. E também, os resultados do trabalho de Calefi (2010) que discutiu sobre a importância e as formas de se trabalhar o conteúdo da disciplina nos cursos superiores de química no Brasil corroboram a relevância desta disciplina.

1.4 A disciplina de Química Analítica Qualitativa no Departamento de Química da FFCLRP/USP

Buscando atender à Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) promulgada em 1996 e ao Edital da Secretaria de Educação Superior do MEC, que estabelecem a flexibilização curricular através da inserção de atividades que possibilitem correlações entre áreas Zucco, Pessine e Andrade (1999) disciplinas como: Química Ambiental e Tratamento de Resíduos foram instituídas no curso de Química do DQ-FFCLRP/USP nos últimos anos. Levando à redução da carga horária de disciplinas do núcleo básico como Química Analítica Qualitativa. Assim, a carga horária dessa disciplina foi sendo gradativamente reduzida: enquanto em 1990 a carga horária era de 11 horas semanais, em 1992 passou para 10 horas, em 1998 para 8 horas e a partir de 2001, passou a ser de apenas 6 horas semanais.

No Departamento de Química da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da USP (DQ-FFCLRP/USP), a disciplina QAQ é oferecida no 3º semestre aos alunos do curso de Bacharelado e Licenciatura em Química. Nesse momento, os alunos já cursaram as disciplinas de Química Geral e Iniciação à Química, de caráter teórico, na qual o tema equilíbrio químico é ministrado. Na QAQ são realizadas reações consideradas essenciais para a fundamentação dos conceitos teóricos de equilíbrio: ácido-base, precipitação, complexação e óxido-redução. Em seguida são oferecidas disciplinas como: Química Analítica Quantitativa, Análise Instrumental, Química Inorgânica, Química Ambiental e Tratamento de Resíduos Químicos de Laboratórios de Ensino e Pesquisa, nas quais os conteúdos estudados em QAQ são utilizados.

Apesar da progressiva diminuição da carga horária da disciplina, em um primeiro momento o extenso conteúdo foi mantido. Portanto, na tentativa de tornar o processo de ensino e aprendizagem mais eficiente, e proporcionar aos alunos uma aprendizagem que não se caracterizasse somente pela simples memorização de reações e reprodução de procedimentos experimentais. Algumas modificações foram introduzidas na disciplina após discussões e reflexões. Aproveitou-se esse momento para inserir atividades consideradas importantes para a formação profissional, como o tratamento de resíduos e a discussão de temas que possibilitassem a contextualização no Ensino Médio de conteúdos relacionados à disciplina QAQ (ABREU, 2003; 2006).

A redução da carga horária da QAQ inicialmente considerada um problema no DQ-FFCLRP/USP, foi positiva por ter proporcionado reflexões e discussões que levaram à reestruturação da disciplina. Apesar dos benefícios alcançados com as modificações introduzidas, a disciplina vem sendo revisada e estas revisões apontam novos problemas e desafios.

E partindo do diagnóstico das dificuldades com relação ao processo de ensino e aprendizagem na disciplina de QAQ e apesar da reformulação introduzida, a aprendizagem dos alunos ainda tem ficado muito aquém do desejável, e foi preciso desta forma retomar o tema nesta disciplina. Sendo assim, foi desenvolvido o trabalho de mestrado de Espimpolo (2013); Espimpolo, Iamamoto e Abreu (2012) intitulado “Estudo da construção de conhecimento na disciplina de QAQ e a inserção de íons de Terras Raras no processo de separação analítica de cátions”, o qual objetivou estudar o processo de elaboração conceitual sob a perspectiva da Teoria da Atividade, Leontiev (1978) visando à realização de intervenções didático-metodológicas na disciplina almejando uma melhoria na qualidade da aprendizagem dos estudantes.

A avaliação somativa de caráter classificatório é a que prevalece nas instituições educacionais nos cursos de química do Brasil. Sendo assim, a aprendizagem de conceitos fundamentais da disciplina de QAQ neste departamento, ainda é avaliada tradicionalmente por meio de relatórios das aulas experimentais e provas.

Destaca-se a seguir quadro 1, o processo de avaliação adotado na disciplina de QAQ como consta do programa de 2013.

Quadro 1. Destaque da avaliação que consta do programa oficial da disciplina de QAQ (FFCLRP/USP – Curso de Licenciatura em Química) no ano de 2013

Avaliação ano de 2013

Método

- Aula expositiva-dialogada
- Aulas práticas

Critério

A avaliação será feita através de provas bimestrais escritas que versarão sobre o conteúdo (laboratório e discussões teórico-práticas). O desempenho dos alunos nas aulas práticas será avaliado pelos resultados das análises de amostras desconhecidas, pela interpretação dos mesmos e pela postura do aluno frente ao trabalho experimental. O processo de aprendizagem será monitorado através de provas curtas ao final de determinadas etapas trabalhadas.

Critério

Nota da 1ª Prova – P1 (Peso 3,5)

Nota da 2ª Prova – P2 (Peso 3,5)

A matéria das duas provas é cumulativa.

Prova Substitutiva – PS - Será aplicada uma única prova substitutiva correspondente à toda a matéria. A nota desta prova poderá substituir 70% da nota da 1ª ou 2ª Prova. Assim, nota substitutiva será $NS = (PS \times 7) + (P1 \text{ ou } P2 \times 3)/10$,

*que corresponde à nota mais baixa, ou zero no caso de ausência a uma das provas,

Uma (1) nota de laboratório, NL (Peso 3) corresponde à nota final de laboratório que o aluno obteve durante o semestre, incluindo o desempenho nas análises de amostras, sínteses das atividades, exercícios, atividades de prática como componente curricular (PCC) e conceito.

A nota final será a média das 3 notas:

Nota final = $(P1 \text{ ou } Ns \times 3,5) + (P2 \text{ ou } Ns \times 3,5) + (NL \times 3) / 10$

Conforme demonstrado no quadro 1, no contexto da disciplina de QAQ a avaliação segue um modelo tradicional, as provas tem um peso de 70% na nota do aluno

e outros 30% são destinados às atividades de laboratório. Nesses 30 % inclui-se também com menor peso exercícios e outras atividades.

Os instrumentos utilizados fornecem informações sobre a aprendizagem de conteúdos conceituais e ficavam à margem a avaliação da aprendizagem dos conteúdos procedimentais e atitudinais. As notas relativas ao desempenho no laboratório são feitas de modo subjetivo na ausência de um registro detalhado do que se espera que o aluno seja capaz de aprender e na ausência de *feedback*, a partir de ações demonstradas e percebidas pela docente e estagiários da disciplina. As provas e relatórios são realizados num momento final das atividades, tardio para um *feedback* adequado, não havendo tempo para intervir na aprendizagem.

Diante deste cenário, tinham-se algumas perguntas: haveria instrumentos mais adequados e ao mesmo tempo abrangentes que permitissem melhorar o processo avaliativo na disciplina de QAQ? Como tornar a avaliação das atividades de laboratório menos subjetivas? Sendo uma disciplina de carácter experimental como avaliar os conteúdos procedimentais e atitudinais?

Com o objetivo de responder a estas questões, no contexto da avaliação formativa, esta pesquisa propõe duas modalidades de instrumentos de avaliação que são: pré-exercícios de laboratório (*PELs*) e grades de observação (*GO*), na perspectiva de melhoria do processo avaliativo na disciplina. Esta dissertação tem o propósito de contribuir para a construção da resposta às questões anteriores, bem como propor, aplicar e avaliar a potencialidade dos instrumentos mencionados.

1.4.1 Caracterizando a Disciplina QAQ

Na disciplina de Química Analítica Qualitativa estuda-se um conjunto de reações e métodos de separação e identificação de cátions e ânions. Sendo assim, a QAQ aborda a identificação dos componentes em uma amostra de substância química envolvendo uma parte teórica e outra parte experimental. A parte teórica do ensino é baseada na apresentação de fundamentos de solubilidade dos compostos em água, do equilíbrio químico envolvendo reações: ácido-base, de precipitação, de equilíbrios de complexação e de oxido-redução.

Na parte experimental as características de cada grupo analítico são estudadas por meio de reações químicas, os cátions e ânions podem ser separados, até o isolamento e identificação de cada espécie química estudada. Os cátions encontram-se

divididos em cinco grupos analíticos de acordo com suas similaridades. Cada grupo, com exceção daquele constituído pelos íons Na^+ , K^+ e NH_4^+ , possui um reagente precipitante que formam compostos pouco solúveis com todos os cátions do grupo e que por esse motivo recebe o nome de reagente de grupo. Os cinco grupos analíticos e seus respectivos reagentes de grupo são apresentados na figura 1 a seguir. Será considerada a classificação adotada por Baccan et al (1991).

Grupo	Cátions constituintes	Reagente de grupo
I	Na^+ , K^+ e NH_4^+	Não possui
II	Mg^{2+} , Ba^{2+} , Ca^{2+} e Sr^{2+}	CO_3^{2-}
III	Fe^{3+} , Al^{3+} , Cr^{3+} , Ni^{2+} , Co^{2+} , Zn^{2+} e Mn^{2+}	S^{2-} em meio alcalino
IV	Hg^{2+} , Pb^{2+} , Bi(III)^e , Cu^{2+} , Cd^{2+} , As(III) , As(V) , Sb(III) , Sb(V) , Sn^{2+} e Sn^{4+}	S^{2-} em meio ácido
V	Ag^+ , Pb^{2+} e Hg_2^{2+}	Cl^-

Figura 1: Classificação dos cátions em grupos analíticos e os respectivos reagentes de grupo. Fonte: Baccan et al (1991).

A separação analítica dos grupos de cátions é denominada de *marcha analítica*. O fundamento teórico mais importante da marcha analítica está relacionado ao conceito de solubilidade envolvido na teoria de *equilíbrio químico em soluções aquosas*. O equilíbrio químico, além de tratar do equilíbrio de formação de sólidos, trata de reações ácido-base, oxidação e redução, de formação de complexos. Entende-se que o equilíbrio químico de uma reação pode ser afetado segundo o Princípio de Le Chatelier, fazendo com que a reação seja favorecida ou não no sentido de formação dos produtos. Sendo assim, é necessário que haja um controle efetivo das condições em que se processam as reações de separação e identificação dos cátions, por exemplo, o controle de pH por meio do sistema tampão formado. A seguir é apresentado conforme no trabalho de Espimpolo (2013) o esquema geral da marcha analítica envolvendo todos os cinco grupos de cátions.

Figura 2: Esquema de separação dos cátions na marcha analítica. Fonte: Espimpolo (2013)

A separação analítica é baseada na diferença de solubilidade dos compostos formados com determinados reagentes (reagente de grupo) pelos cátions constituintes de cada grupo. Inicialmente é separado o grupo V, e os grupos (IV, III, II e I) ficarão em solução. Os cloretos menos solúveis são os de prata, mercúrio (I) e chumbo, estes são os primeiros a serem separados dos demais em forma de precipitados (cloreto de prata, cloreto de mercúrio e cloreto de chumbo) enquanto os outros íons permanecem em solução. Na sequência, são separados os cátions do grupo IV, pois estes precipitam como sulfeto em meio ácido e os grupos (III, II e I) ficarão em solução. O reagente do grupo III também é o sulfeto e a precipitação dos sulfetos do grupo III ocorre em meio básico e os grupos (II e I) ficarão em solução.

Após a separação de cada grupo na forma dos respectivos precipitados, são realizadas sequencialmente separações como subgrupos ou como compostos isolados que são identificados por meio de reações que caracterizam cada constituinte. A seguir será exemplificada a separação e identificação dos grupos II e I, dando ênfase nos fundamentos de equilíbrio ácido-base, e tampão envolvido nos processos de separação e identificação.

1.4.2 Separação e identificação dos grupos II e I

O grupo II é constituído pelos cátions dos metais alcalinos terrosos (Mg^{2+} , Ca^{2+} , Sr^{2+} e Ba^{2+}), e são caracterizados pela insolubilidade de seus carbonatos. Sendo assim, o reagente de grupo é o carbonato, e em pH 9 por meio do tampão $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ ocorre a precipitação do grupo II com CO_3^{2-} , pois seus respectivos Kps são atingidos, exceto o íon Mg^{2+} que não precipita nestas condições. Conforme dados do manual de laboratório fornecido na disciplina QAQ, a seguir tabela 1, de produtos de solubilidade (Kps).

Tabela1: Constantes de produtos de solubilidade (K_{ps}) em água de algumas substâncias dos cátions do grupo II, a 25° C

	Mg^{2+}	Ca^{2+}	Sr^{2+}	Ba^{2+}
OH^-	$5,61 \times 10^{-1}$	$5,02 \times 10^{-1}$	$3,2 \times 10^{-4}$	$2,55 \times 10^{-4} *$
$*\text{CO}_3^{2-}$	$6,82 \times 10^{-1}$	$3,36 \times 10^{-1}$	$5,60 \times 10^{-1}$	$2,58 \times 10^{-9}$
$\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$	$8,6 \times 10^{-5}$	$1,3 \times 10^{-9}$	$5,6 \times 10^{-8}$	$1,5 \times 10^{-8}$
SO_4^{2-}	-	$4,93 \times 10^{-1}$	$3,44 \times 10^{-1}$	$1,08 \times 10^{-10}$
CrO_4^{2-}	-	$7,1 \times 10^{-4}$	$5,7 \times 10^{-5}$	$1,17 \times 10^{-10}$

* $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$

A separação analítica segue a sequência abaixo,

1ª etapa: Para separar os cátions do grupo II sem que haja precipitação do grupo I e Mg^{2+} , é necessário utilizar o tampão $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ que é representado pela seguinte equação de equilíbrio:

A pH 9, este tampão irá controlar a concentração do íon carbonato na solução, pois NH_3 (amônia) é uma base fraca que se ioniza em água liberando íons NH_4^+ (amônio) e OH^- . O íon NH_4^+ por sua vez é um ácido fraco que atua como fornecedor de prótons, conforme as expressões de equilíbrio a seguir:

Sendo assim, com alta concentração do íon NH_4^+ , a concentração de $[\text{H}^+]$ será alta também, e H^+ por sua vez tem grande afinidade por ânions carbonato (atua como base), diminuindo a concentração de CO_3^{2-} . Conforme representado no equilíbrio abaixo:

Desta forma, a concentração analítica de CO_3^{2-} será suficiente para precipitar $\text{CaCO}_3(\text{s})$; $\text{BaCO}_3(\text{s})$; $\text{SrCO}_3(\text{s})$, pois estes são menos solúveis. Permanecendo em solução os cátions do grupo I e Mg^{2+} pois é mais solúvel, e o produto iônico $[\text{Mg}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}]$ não atinge o valor de seu K_{ps} que é maior que o dos outros carbonatos deste grupo (Tabela1).

2ª etapa: Centrifugar e separar o sobrenadante (Mg^{2+} , Na^+ , K^+) do precipitado de ($\text{CaCO}_3(\text{s})$ e $\text{BaCO}_3(\text{s})$). O sobrenadante deve ser aquecido, para reduzir o volume, e ser separado em 3 tubos de ensaio.

3ª etapa: Identificação do Mg^{2+} (tubo 1)

Ajustar o pH para 9 e adicionar no tubo 1 mono-hidrogenofosfato de sódio 2 mol.L^{-1} para precipitar Mg^{2+} como $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}(\text{s})$ precipitado cristalino branco. A seguir as reações:

4ª etapa: Identificação do Na^+ (tubo 2)

Em pH 5, a identificação do sódio no sobrenadante feita adicionando-se álcool etílico e gotas de uma solução saturada de acetato de zinco e uranila. Em seguida haverá formação de um precipitado amarelo claro cristalino de $\text{NaZn}(\text{UO}_2)_3(\text{CH}_3\text{COO})_9 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, indica a presença de sódio. A adição de gotas de álcool etílico favorece a precipitação porque diminui a solubilidade do precipitado. É importante checar o pH pois o excesso

de ácido interfere neste teste, inibindo a formação do precipitado. O processo de formação do precipitado é representado pela equação 6 a seguir:

A presença do íon sódio poderá ser confirmada por meio do teste de chama, onde será possível observar uma coloração amarela.

5ª etapa: Identificação do K^+ (tubo 3)

Antes de iniciar a precipitação do íon potássio deve-se eliminar o íon amônio do sobrenadante, pois o mesmo é interferente neste teste. Para eliminar o íon amônio adiciona-se hidróxido de sódio 4 mol. L^{-1} . Sendo assim, o excesso de base forte converte o íon amônio, NH_4^+ , à amônia, NH_3 . Conforme representado na equação 7, abaixo:

O aquecimento da solução alcalina no tubo de ensaio em bico de Bunsen irá desprender o gás amônia (NH_3) que pode ser detectada com um papel de tornassol vermelho umedecido com água destilada, colocado sobre o tubo o qual se torna azul. A mudança da cor do papel vermelho para azul indica a presença de amônia, a verificação deve ser realizada até que cesse o desprendimento de gás amônia indicando sua completa eliminação.

Após a eliminação completa do íon amônio (NH_4^+), neutraliza-se a solução resultante por adição de ácido acético diluído e continua-se a adição do ácido até obtenção de pH 5, (tampão HAC/ Ac^-). A identificação do íon potássio é feita por meio da sua precipitação com o íon hexanitrocobaltato (III), formando o complexo hexanitrocobaltato(III) de potássio, precipitado amarelo de $\text{K}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ que indica a presença de potássio, conforme a equação química 8 abaixo.

A identificação do íon K^+ também pode ser feita por meio do teste de chama da mesma forma que é feito o teste para o íon sódio, portanto o íon potássio emite uma coloração violeta que se extingue rapidamente na chama, e é facilmente mascarada pela

chama do íon sódio. Pode-se utilizar um vidro de cobalto (vidro azul) para absorver a luz amarela do sódio e permitir que a cor da chama do íon potássio seja observada.

O tampão ácido acético/acetato (HAc/Ac⁻) representado pelas seguintes equações químicas, mantém o pH 5 adequado para precipitação do íon potássio na forma de complexo.

Se o meio estiver **muito alcalino**, o íon Co^{3+} , precipitará como $\text{Co}(\text{OH})_{3(\text{s})}$ preto:

Se o meio estiver **muito ácido**, observa-se a formação de uma solução rosa. O íon nitrito (NO_2^-), um ânion de ácido fraco, tem afinidade por H^+ , formando o ácido nitroso (HNO_2), cuja constante de dissociação (K_a) é $4,5 \times 10^{-4}$. Equação química 11 a seguir:

Em meio fortemente ácido, também pode ocorrer a redução do cobalto III para cobalto II (rosa) e oxidação do nitrito a nitrato:

6ª etapa: Dissolução do precipitado contendo $\text{CaCO}_{3(\text{s})}$ e $\text{BaCO}_{3(\text{s})}$

Primeiro deve-se lavar o precipitado com água quente, centrifugar e desprezar o sobrenadante. Depois dissolver o precipitado com ácido acético (HAc) pH 5, ocorrerá as seguintes reações:

7ª etapa: Precipitação do $\text{Ba}^{2+}_{(\text{aq.})}$ na forma de $\text{BaCrO}_{4(\text{s})}$

Como a constante de produto de solubilidade para cromato de cálcio, muito maior que do cromato de bário (Tabela 1), sendo assim o BaCrO_4 precipitará primeiro devido ao seu menor Kps. Para precipitar o bário sem que haja precipitação do cálcio temos que controlar a concentração de íons cromato (CrO_4^{2-}). Isso é possível pela adição da solução de dicromato de potássio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) em pH 5. Consideram-se os seguintes equilíbrios:

Os equilíbrios acima podem ser entendidos de acordo com o princípio de Le Chatelier, quanto mais ácida a solução menor será a concentração de íons cromato. Quanto mais básica, maior será a concentração de íons cromato. Em pH 5 a concentração de CrO_4^{2-} será controlada e a quantidade será suficiente para precipitar apenas o BaCrO_4 . Neste caso o produto iônico (PI) ultrapassa o valor do seu Kps. Em seguida, adicionar dicromato de potássio até precipitação completa (quantitativa), e verificar a formação do precipitado amarelo.

8ª etapa: Separação do sobrenadante para análise de cálcio. O precipitado de cromato de bário será lavado e centrifugado, e o resíduo contendo Cr (VI) é separado para posterior tratamento.

9ª etapa: Identificação do Ba^{2+} pelo teste de chama.

No sobrenadante restante de cromato de bário é adicionado ácido clorídrico concentrado para confirmar a presença de Ba^{2+} pelo teste de chama, cuja coloração deverá ser verde-amarelada.

10ª etapa: Precipitação de $\text{Ca}^{2+}{}_{(\text{aq.})}$ na forma de $\text{CaC}_2\text{O}_{4(\text{aq.})}$

No sobrenadante contendo íons cálcio são adicionadas algumas gotas de oxalato de amônio, e agitado o tubo de ensaio. A formação de um precipitado branco de $\text{CaC}_2\text{O}_{4(\text{aq.})}$ confirma a presença de cálcio, conforme a reação a seguir:

11ª etapa: Identificação do Ca^{2+} pelo teste de chama.

O sobrenadante de coloração amarelo-alaranjado, é centrifugado e separado, ainda contém $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ e por fim juntado ao resíduo contendo BaCrO_4 .

12ª etapa: O precipitado de oxalato de cálcio é lavado várias vezes com água destilada, e desprezada a água de lavagem. Adicionam-se ao resíduo algumas gotas de ácido clorídrico concentrado, e faz-se o teste de chama, cuja coloração vermelho-tijolo, confirma a presença de cálcio. Assim é realizada toda separação e identificação de cátions do grupo II e I.

1.5 A importância das atividades de laboratório no ensino de ciências/química

A evolução do pensamento científico sobre a importância da experimentação no ensino ciências é reportada no trabalho de Giordan (1999), o autor reforça que as idéias positivistas influenciaram e ainda influenciam práticas pedagógicas na área de ensino de ciências e de química.

Nesta mesma ênfase Silva e Zanon (2000) confirmam que as atividades de laboratório no ensino de ciências são marcadas pela concepção de muitos docentes, de que a prática comprova a teoria ou vice versa, pensam estes docentes ser esta a função das atividades de laboratório no ensino de ciências. A experimentação nesta visão que privilegia a ciência como verdade definitiva é ancorada na visão empírica-indutivista (reprodução de procedimentos, por exemplo: a forma em que era abordada a QAQ tradicionalmente o estudante seguia o roteiro dos experimentos e os realizava como uma receita). Esta abordagem pode contribuir para a formação de um indivíduo com poucas argumentações, que reproduz somente o que lhe foi transmitido.

Galliazzi e Gonçalves (2004) afirmam que não é novidade conforme resultados de seu trabalho, que professores e alunos dos cursos de Química tenham em geral visões simplistas sobre a experimentação, pois estas visões pessoais estão apoiadas no empirismo do observar para teorizar.

As autoras Silva e Zanon (2000) ao discutirem esta concepção simplista da experimentação no ensino de ciências citam o seguinte trecho da fala de uma professora: *“As aulas práticas são importantes para que os alunos vejam com seus próprios olhos, para que os alunos vejam a realidade como ela é, para que tirem suas próprias conclusões e seus próprios conhecimentos, descobrindo a teoria na prática”*. As mesmas autoras chamam a atenção para o fato de que expressões como esta, são opostas à visão do papel essencial do professor de ser mediador, fazendo intervenções nos processos de ensino-aprendizagem em ciências promovendo o conhecimento. Nesse sentido é essencial a ajuda pedagógica do professor fazendo intervenções e proposições nas aulas experimentais relacionadas aos conteúdos abordados em sala de aula.

No trabalho de Rheinboldt (1951) o autor chamou a atenção para a importância das atividades de laboratório, e diz que o aluno deve se desempenhar ao máximo de modo que consiga aprender por meio da realização e observação crítica dos fenômenos químicos. Assim diz o autor:

A Química é uma ciência de fenômenos que se desenrolam num limitado mundo artificial. Por isso, seu ensino deve ser essencialmente experimental. Isto significa que os trabalhos de laboratório, os assim chamados “cursos práticos”, são de importância absolutamente preponderante. Cada aluno deve ser educado de modo a poder realizar fenômenos químicos e observá-los com a exatidão e crítica necessárias, devendo esforçar-se ao máximo para desenvolver paulatinamente sua faculdade de observação (p. 125).

Rheinboldt (1951) ainda salientou que **ajudar o aluno** por todos os meios possíveis, nesse seu esforço é essencial, é um dever do ensino. E que os cursos que desenvolvem atividades de laboratório devem possibilitar que o aluno naturalmente adquira habilidade técnica e manual ao realizar de forma correta seus experimentos.

O trabalho de Rheinboldt evidenciava uma concepção pessoal de que os fenômenos químicos teriam que ser observados pelo estudante até que o objetivo da aprendizagem fosse atingido, próprias do positivismo, marcante naquela época. Contudo, o autor protagonizava inovação no ensino, e em sua prática pedagógica já introduzia os colóquios onde as separações analíticas eram discutidas etapa por etapa com as explicações teóricas, levando alunos e professores/monitores a relacionar a teoria com a prática vivenciada, durante os colóquios. Zunino (1983) ressalta que os professores universitários estão conscientes da importância do trabalho de laboratório e questionam o seu tradicionalismo.

Hodson (1994) e Leite (2000) afirmam que as atividades de laboratório podem permitir aos estudantes atingirem objetivos relacionados com:

- motivação;
- aprendizagem de técnicas de laboratório, aspectos fundamentais do conhecimento procedimental;
- melhoria na aprendizagem de conhecimentos científicos;
- aprendizagem de metodologia científica, referente aos processos de resolução de problemas no laboratório, os quais envolvem conhecimentos conceituais e procedimentais;
- desenvolvimento de atitudes científicas, tais como: rigor, persistência, raciocínio, crítico e criatividade.

Estes mesmos autores argumentam que o ensino experimental precisa envolver a reflexão dos alunos sobre os experimentos realizados. Sendo assim, os conteúdos conceituais precisam ser explicitados, de modo que o estudante seja incentivado a explorar, desenvolver as suas idéias relacionando-as com os experimentos (relacionar a experiência real com o imaginário do experimento científico). Nesse sentido pode-se considerar que o trabalho de laboratório tem um importante papel a desempenhar a favor da aprendizagem dos alunos.

Segundo Machado (1999) o conhecimento químico é expresso em três níveis: *o fenomenológico, o teórico e o representacional*. No *nível fenomenológico* (dimensão macroscópica) encontram-se os tópicos do conhecimento passíveis de visualização concreta, bem como de análise ou determinação das propriedades dos materiais e de suas transformações. Nesse nível, estão inclusos os fenômenos que podem ser reproduzidos em laboratório, ou observados nas vivências e ocorrências químicas do mundo social, possibilitando ao estudante uma experiência real. O *nível teórico* (dimensão submicroscópica do conhecimento químico relaciona-se a informações de natureza atômico-molecular, envolvendo explicações baseadas em modelos abstratos como: átomo, molécula, íon, elétron, estes tem a finalidade de explicar e fazer previsões relacionadas ao nível fenomenológico.

E o *nível representacional*, que se constitui em conteúdos químicos de natureza simbólica, compreendendo informações referentes à linguagem química como fórmulas e equações químicas. São ferramentas simbólicas utilizadas para representar a relação teoria e fenômeno. Sendo assim, a construção do conhecimento em sala de aula é proveniente das articulações entre os três níveis citados. E as atividades experimentais

constituem-se como uma importante estratégia didática favorável às abordagens do conhecimento químico a nível *fenomenológico, teórico e representacional*.

Alvim e Andrade (2006) comentaram que a disciplina de QAQ pode contribuir para que o aluno desenvolva atitudes de pesquisador, uma vez que terão a oportunidade de trabalhar com amostras desconhecidas. A investigação que o aluno faz para descobrir a composição química da amostra faz com que ele se desenvolva de modo a pensar e agir como um pesquisador. Os procedimentos e técnicas de separação e identificação de íons abordados em QAQ são estimulantes e desafiam o estudante a pensar criticamente, desenvolvendo sua capacidade de investigação. Neste sentido, Senise (1985) defende esta idéia ao citar “a trindade analítica” de Betteridge: “[...] apesar dos grandes avanços havidos nos últimos cem anos, o que parece manter-se constante é a interdependência de três fatores- teoria, técnicas e problemas [...]”. (p. 54), sendo assim a trindade analítica ligada a análise química, pressupõe que a partir de um problema, o estudante pode construir o conhecimento teórico.

Este mesmo autor Senise (1917-2011) já reforçava em seus trabalhos a importância da Química Analítica Qualitativa na formação do químico, por ajudar a desenvolver no estudante atitudes de pesquisador, devido sua função pedagógica de estimular o estudante a pensar e a raciocinar criativamente (SENISE, 1993).

Young (1968) defende a idéia de que em atividades de laboratório o estudante seja estimulado por desafios, fazendo mais do que somente exercitar atividades manipulativas, e que suas atitudes frente aos desafios deveriam ser mais bem avaliadas. Diante das considerações sobre a importância das atividades experimentais no ensino de química, concorda-se com Silva e Zanon (2000) ao argumentarem que estas favorecem a construção de conhecimentos a partir de contextos (reais ou criados). Estes envolvem a interação dialética professor-aluno no sentido de estimular a atividade cognitiva e o desenvolvimento de potencialidades do estudante. Assim afirmam as autoras:

Acreditamos que a experimentação pode ser uma estratégia de ensino que vincule dinamicamente a Ciência com vivências do aluno, na perspectiva de que ela deixe de ser desconectada e distante, meros pacotes de conteúdos a serem reproduzidos, sem inserções/inter-relações efetivamente problematizadoras das formas de ver-lidar com situações, fatos e fenômenos, nas vivências de dentro e fora da escola. Em outras palavras queremos valorizar a visão do conhecimento escolar como um saber mediador, dinâmico, provisório, capaz de articular o teórico com o prático, o ideal com o real, o científico com o cotidiano. (SILVA e ZANON, 2000, p. 146).

1.6 Objetivos

Objetivo geral

Contribuir para a melhoria do processo avaliativo na disciplina de QAQ, desenvolvendo instrumentos na perspectiva da avaliação formativa.

Objetivos específicos

Elaborar e aplicar os instrumentos *pré-exercícios de laboratório (PEL)* e *grade de observação (GO)* na disciplina de QAQ;

Analisar a potencialidade dos *pré-exercícios de laboratório (PEL)* e das *grades de observação (GO)* como instrumentos de avaliação quanto a suas contribuições para o acompanhamento, diagnóstico, *feedbacks* e intervenção na aprendizagem dos alunos no decorrer da disciplina.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Avaliação educacional

A definição de avaliação educacional como um processo de comparação, entre os dados de desempenho dos alunos e os objetivos instrucionais pré-estabelecidos no currículo foi feita por Tyler (1942) que por algumas décadas teve amplas repercussões (VIANNA, 2000). Atualmente esta definição está incorporada em vários modelos teóricos, porém de modo parcial. Considera-se que a comparação objetivo/desempenho é um dos componentes do processo avaliativo em educação.

A função pedagógica da avaliação segundo Pacheco (1994) pode ser entendida em quatro dimensões:

[...] Na dimensão pessoal funcionando como estímulo do sucesso educativo de todos os alunos, favorecendo a auto-confiança do aluno, já que eles são informados dos vários ritmos de desenvolvimento e progressão. [...] Na dimensão didática contribuindo para a criação de um ambiente de aprendizagem, através do diagnóstico, da melhoria e da verificação dos resultados dos alunos, conforme a natureza diagnóstica, formativa e somativa da avaliação. [...] Na dimensão curricular servindo de referência e justificativa para a realização das “adaptações curriculares” e resposta às “necessidades especiais dos alunos”. As adaptações curriculares devem significar que os professores trabalhem os programas, uma vez conhecidas as dificuldades dos alunos. [...] Na dimensão educativa permitindo melhorar a qualidade do sistema educativo, através da introdução de alterações curriculares ou de procedimentos considerados necessários [...]. (p.17-21).

Na prática pedagógica de muitos professores o termo avaliação está comumente relacionado à avaliação tradicional: prova, nota, conceito, aprovação, recuperação e reprovação. Nesse sentido avaliação segue o modelo de avaliação somativa, o qual segundo Pacheco (1994) objetiva medir e classificar o nível de aprendizagem do aluno ao final de um processo (trimestre, semestre, ano), determinando os níveis de rendimento, fazendo julgamento ao êxito ou ao fracasso. É necessário diferenciar duas palavras que são comuns quanto se trata de avaliação “medir” e “avaliar”.

Segundo Luckesi (2002), avaliar é o ato de diagnosticar uma experiência, tendo em vista reorientá-la para produzir o melhor resultado possível; por isso, não é classificatória, nem seletiva, ao contrário, é diagnóstica e inclusiva. Logo, o ato de

examinar (medir) é classificatório e seletivo, por isso mesmo, excludente, pois não se destina à construção do melhor resultado possível, tendo mais a ver com a classificação do examinado em comparação a um determinado padrão. Por suas características e modos de ser, são atos praticamente opostos; no entanto, os professores em sua prática escolar cotidiana, não fazem essa distinção e, deste modo, aplicam exames como se estivessem avaliando.

Hadji (1994) propõe três palavras-chave ao discutir o termo avaliar, sendo estas: *verificar*, *situar* e *julgar*. *Verificar* o que se espera do aluno (conhecimento ou competência); *situar* (um indivíduo, uma produção) em relação a um nível, a um alvo; *julgar* (a nota, o valor). O domínio da avaliação pedagógica está centrado no indivíduo em situação de aprendizagem. Ou seja, para entender a avaliação como prática pedagógica tem que se distinguir o que se deseja deste ato. Pois não se pode representar o grau de sucesso por um número, antes de ter julgado o processo que o levou ao sucesso ou ao fracasso. Nesse sentido, Hoffmann (2012) aponta que os professores devem transformar os registros das avaliações em anotações relativas ao acompanhamento dos estudantes em seu processo de construção do conhecimento. E uma das principais formas de registro são instrumentos de avaliação. Segundo Vasconcellos (2013) o objetivo dos instrumentos de avaliação é obter dados sobre a realidade dos alunos, e a partir destes dados será feito um julgamento e os encaminhamentos necessários. O autor enfatiza:

A discussão sobre o instrumento preparado pelo professor tem se revelado um bom caminho de formação em avaliação, uma vez que possibilita a reflexão a respeito do que ele quer (ajuda a clarear as finalidades do ensino) e sobre o que realmente está exigindo dos alunos (se é o essencial, se a formulação está apropriada, etc.). (VASCONCELLOS, 2013, p. 130).

Quanto à avaliação das atividades laboratoriais Leite (2000) sugere definir critérios de avaliação adequados às características dessas atividades, além de privilegiar a avaliação formativa. Nesse sentido, a utilização dos instrumentos de avaliação contempla a diversidade de conhecimentos inerentes às atividades de laboratório.

Zabala (1998) afirma que há tempos já se propõem por meio de reformas educacionais em diferentes países e grupos de educadores, formas de entender a avaliação que não sejam limitadas nos resultados obtidos pelos alunos. Este mesmo autor ainda diz que se a formação integral do aluno é o principal propósito do ensino é

necessário levar em consideração os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais que provam as capacidades motoras, de equilíbrio e de autonomia pessoal, de relação interpessoal e de inserção social.

A avaliação, em um contexto de ensino, conforme Hadji (1994), objetiva contribuir para o êxito do ensino, ou seja, para a construção dos saberes dos alunos. E ressalta a avaliação formativa como caminho para esse fim.

O acento posto na necessidade de uma avaliação formativa marca o significativo deslocamento de uma problemática autônoma da avaliação para uma problemática da avaliação como auxiliar da aprendizagem. A avaliação formativa está centrada na gestão das aprendizagens e, ao procurar guiar o aprendente para facilitar os seus processos, reclama-se de procedimento pertinente de formação. É por isso que a reflexão sobre seus problemas e os seus limites nos ajudarão a precisar o que é a atividade didática (p.116).

Pacheco (1994) reforça que a avaliação formativa proporciona uma avaliação qualitativa do processo de aprendizagem dos alunos e fornece *feedback* para a sua regulação, permitindo identificar os erros e realizar correções. É uma modalidade de avaliação que tem a função de melhorar, orientar e regular a aprendizagem dos estudantes. Considera-se também que a avaliação formativa é uma prática que integra o princípio da avaliação contínua, expressando-se em termos qualitativos e deve ocorrer antes da avaliação somativa. Este mesmo autor esclarece os objetivos da avaliação formativa:

[...] uma avaliação diferenciada tanto nos ritmos de aprendizagem de cada aluno como nos seus diferentes domínios, fazendo com que os objetivos não sejam unicamente comportamentais, mas também de expressão ou baseados na experiência ou ainda no processo. Assim, a atenção avaliativa do professor direcionar-se à para os diferentes domínios da aprendizagem dos alunos (cognitivo, afetivo e motor). (PACHECO, 1994, p. 128).

Corroborando Pacheco (1994), Fernandes (2006) diz que a avaliação formativa está destinada a observação dos processos de aprendizagem sem deixar de lado os seus resultados, envolvendo *feedbacks* com o objetivo de melhorar a aprendizagem dos alunos, e também a interação aluno-professor. Este mesmo autor, Fernandes (2005) enfatiza que todas as avaliações feitas pelos professores neste sentido, podem ser melhor explicitadas pela expressão *avaliação formativa alternativa*, sendo esta, resultante da articulação entre os contributos da literatura *Francófona*, cujo conceito

central é o da regulação dos processos de aprendizagem (pelos próprios alunos tais como auto-controle, auto-regulação ou auto-avaliação) e os da literatura *Anglo-saxônica* que destacam claramente a relevância do *feedback*, a sua função no desenvolvimento da avaliação formativa e, conseqüentemente, na melhoria da aprendizagem.

Ainda falando desta avaliação o autor explica a natureza complexa da *avaliação formativa alternativa* sendo esta influenciada por diferentes teorias.

A avaliação formativa alternativa é atravessada por um vasto conjunto de contributos teóricos que vão das teorias da comunicação, sociocognitivas e socioculturais, até a psicologia social, à antropologia, à sociologia e à ética. Mas, além disso, temos as contribuições das teorias do currículo, das aprendizagens e da didática. (FERNANDES, 2006, p. 35).

Dessa forma, a avaliação é um processo de obtenção de informações sobre a aprendizagem dos alunos no decorrer de um curso, capaz de subsidiar a melhoria da qualidade do ensino. E que, logo após esse processo atribuímos um *valor (nota)*, conforme um conjunto de critérios previamente definidos.

3. METODOLOGIA DA PESQUISA

3.1 Método da pesquisa

Esta é uma pesquisa qualitativa, e neste trabalho a aprendizagem dos alunos relacionada aos conteúdos: conceituais procedimentais e atitudinais da disciplina de QAQ, foi avaliado por meio da *grade de observação*. E nos *PELs* os conteúdos *conceituais* envolvidos na separação analítica dos grupos de cátions e ânions foram avaliados. O procedimento de coleta e análise dos dados foi baseado na observação participante que é uma técnica da abordagem qualitativa. A observação participante consiste em associar a análise documental à participação e observação direta do pesquisador na situação estudada (LUDKE e ANDRÉ, 1986). Segundo Schwartz e Schwartz (1955) a observação participante é definida como um processo em que o observador está presente em determinada situação social, com o objetivo de realizar uma investigação científica. O observador tem uma convivência com os observados em sua

coleta de dados. Na condição de observador participante o pesquisador desde o início de sua pesquisa é apresentado ao grupo que será pesquisado e os objetivos de seu trabalho são informados (LUDKE e ANDRÉ, 1986).

Os autores Schwartz e Schwartz (1955) e Neto (2002) definem a observação participante como um processo em que o observador está presente em determinada situação social, com o objetivo de realizar uma investigação científica. O observador têm uma convivência com os observados em sua coleta de dados, sendo assim o observador faz parte do contexto da observação, modificando e sendo modificado pelo contexto. E assim Schwartz e Schwartz (1955) comentam:

Definimos a observação participante como um processo pelo qual se mantém a presença do observador numa situação social com a finalidade de realizar uma investigação científica. O observador está em relação face- a- face com os observados e, ao participar da vida deles no seu cenário natural, colhe dados. Assim, o observador é parte do contexto sob observação, ao mesmo tempo modificando e sendo modificado por este contexto. (p. 344).

(BOGDAN e BIKLEN, 1994) esclarecem que:

Para um investigador qualitativo que planeie elaborar uma teoria sobre o seu objeto de estudo, a direção desta só se começa a estabelecer após a recolha dos dados e o passar de tempo com os sujeitos. O processo de análise dos dados é como um funil: as coisas estão abertas de início (ou no topo) e vão-se tornando mais fechadas e específicas no extremo (p. 50).

Estes mesmos autores afirmam que a pesquisa qualitativa tem o ambiente natural como fonte direta dos dados, e que o investigador qualitativo deve estar sempre atento ao local de estudo, reconhecendo que o comportamento humano é influenciado pelo contexto em que ocorre.

3.2 Proposta do pré-exercício de laboratório (PEL)

Na área do ensino de Química, a atividade experimental é relevante para a aprendizagem de conceitos e nessa área podemos destacar o trabalho de Vianna, Sleet e Johnstone (1999) que discutem a importância dos pré-exercícios de laboratório no contexto de uma disciplina de Química Geral em um curso de graduação em Química na

Escócia. Os autores instituíram o PEL e argumentaram que o pré-exercício de laboratório deve fazer com que o estudante busque em um manual de laboratório as informações relevantes com instruções claras para que os experimentos sejam executados de forma organizada. Segundo os autores citados o PEL foi introduzido em seus trabalhos e exigiu que os estudantes pensassem nos experimentos antes de ir para o laboratório. Os autores descrevem um modelo de aprendizagem para processar as informações e utilizam o termo “working space” para definir o *espaço de trabalho mental*. Partem do princípio que o estudante consegue processar apenas algumas ideias nesse *espaço*. E se o estudante possui uma capacidade limitada nesse *espaço de trabalho mental*, segundo os autores, a sobrecarga desse espaço deveria ser minimizada. Portanto, este propósito pode ser atingido com a adoção de um manual de laboratório com instruções claras, fazendo com que os estudantes se familiarizem com as técnicas de laboratório. Dessa forma mais *espaço de trabalho mental* estará disponível para interpretação e compreensão dos resultados das reações a serem executadas no laboratório.

Como já enfatizada, considerando a importância da atividade experimental na área da Química para a aprendizagem de conceitos, a pós-graduanda com o auxílio da professora responsável pela disciplina de QAQ elaborou e utilizou os pré-exercícios de laboratório (PEL) nesta pesquisa. Foi adotado também um manual de laboratório com instruções claras para que os experimentos fossem executados de forma organizada.

Sendo assim, o *PEL* fez com que o estudante pesquisasse previamente os conceitos necessários para a articulação teoria-prática, restando mais tempo disponível para interpretação e compreensão dos resultados das reações a serem executadas no laboratório. É nessa perspectiva que o *PEL* foi introduzido na disciplina QAQ no contexto desta pesquisa.

Todos os *PELs* foram elaborados em ordem crescente de dificuldade na medida em que foram estudados os grupos analíticos. Cada pré-exercício estava relacionado ao grupo analítico que seria estudado, ou seja, grupo I, II, III e ânions, e *PEL* de uma “amostra teórica” contendo cátions e ânions estudados.

3.3 Proposta da grade de observação (GO)

Hadji (1994) enfatiza a avaliação como um ato de leitura de uma realidade observável e exemplifica que esta realidade pode ser registrada por meio da *grade de observação*. O autor ressalta que nos itens da *grade de observação* devem conter informações claras ao observador: referentes ao que se deseja dos estudantes, retratando a situação real observada. Leite (2000) propõe a *grade de observação* em laboratório afirmando que este instrumento possibilita a recolha de informação sobre as aprendizagens associadas à execução das atividades de laboratório, quando o estudante mobiliza os conhecimentos conceituais e procedimentais para compreender e interpretar os resultados dos experimentos ou resolver problemas.

Nestas perspectivas, a *grade de observação (GO)* apresentada a seguir foi elaborada pela pesquisadora com o auxílio da professora responsável pela disciplina. O instrumento (GO) foi utilizado na disciplina de QAQ e teve o propósito de contribuir para o acompanhamento e avaliação da aprendizagem dos alunos referente aos conteúdos conceituais, experimentais e atitudinais. Estes conteúdos estão relacionados à habilidade técnica utilizada nos procedimentos, no manuseio dos materiais, observação dos fenômenos, linguagem química, expressão das reações, consciência ambiental, segurança, comunicação entre os estudantes, e outros.

GRADE DE OBSERVAÇÃO EM LABORATÓRIO

DATA:

GRUPO:

ATIVIDADE EXPERIMENTAL:

ITENS:	SIM	ÀS VEZES		NÃO
		Bom	Satisfatório	
1 - LEITURA PRÉVIA DO EXPERIMENTO (Procedimental e conceitual) - FAZ ANOTAÇÕES DE REAÇÕES QUÍMICAS E OUTRAS OBSERVAÇÕES DE ACORDO COM AS ORIENTAÇÕES?				
2-COMPREENSÃO DA TAREFA PROPOSTA (Conceitual e atitudinal) a) AO REALIZAR O EXPERIMENTO, DEMONSTRA SEGURANÇA, SABER O QUE ESTÁ FAZENDO? (CONDUZ CADA ETAPA DOS SEUS EXPERIMENTOS CONFORME A ORIENTAÇÃO DO ROTEIRO)				
b) CONHECE O OBJETIVO DO EXPERIMENTO? FAZ PERGUNTAS COERENTES COM A PROPOSTA DO EXPERIMENTO.				
c) QUANDO QUESTIONADO PELO PROFESSOR/ MONITOR SOBRE A ETAPA EM QUE SE ENCONTRA O EXPERIMENTO SABE EXPLICAR ADEQUADAMENTE O QUE ESTÁ FAZENDO.				
3-DOMÍNIO DA LINGUAGEM QUÍMICA (Conceitual) a) UTILIZA A NOMENCLATURA CORRETA DOS COMPOSTOS				
b) DENOMINA AS VIDRARIAS E OUTROS MATERIAIS DE LAB. CORRETAMENTE				
c) OPERAÇÕES QUÍMICAS EXPRESSAS ADEQUADAMENTE (diluição, dissolução precipitação, cristalização, evaporação, formação de gases, precipitação quantitativa, transferência quantitativa)				
4-IDENTIFICAÇÃO E MANUSEIO DO MATERIAL E REAGENTE NO LABORATÓRIO (Procedimental) a) MANTÉM A BATERIA DE REAGENTES ORGANIZADA? CONFERE E REPÕE OS REAGENTES DA BATERIA DE ENSAIO?				
b) EXECUTA COM HABILIDADE OS EXPERIMENTOS? (reações químicas: Adição dos reagentes, agitação, aquecimento do tubo de ensaio e separação dos precipitados).				
c) TEM CUIDADO PARA QUE OS MATERIAIS E REAGENTES UTILIZADOS NA PRÁTICA NÃO SE CONTAMINEM?				
5-ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO DE ACORDO COM O TEMPO - CONSEGUE REALIZAR O EXPERIMENTO CONFORME OS HORÁRIOS DETERMINADOS? (Procedimental e atitudinal)				
6-CONSCIÊNCIA AMBIENTAL (Procedimental e atitudinal) a) UTILIZA OS REAGENTES E MATERIAIS COM PARCIMÔNIA, SEM DESPERDÍCIOS. DEMONSTRANDO CONSCIÊNCIA EM ECONOMIZA- LOS?				
b) FAZEM OS DESCARTES DE FORMA ADEQUADA?				

ITENS:	SIM	ÀS VEZES		NÃO
		Bom	Satisfatório	
7-AUTONOMIA NA EXECUÇÃO DA ATIVIDADE E NA SOLUÇÃO DAS DIFICULDADES (Atitudinal)				
a) CONSEGUE INTERPRETAR O QUE ESTÁ PROPOSTO NO ROTEIRO E SOLUCIONA? (Conceitual e atitudinal)				
b) SOLICITA O MONITOR/DOCENTE: (Atitudinal) SIM se: Com muita frequência (demonstrando pouca segurança) mesmo não havendo muita necessidade? ÀS VEZES se: Apenas quando necessário? NÃO se: Nunca solicita auxílio, e acaba cometendo erros que poderiam ser evitados?				
c) HÁ COMUNICAÇÃO ENTRE OS COLEGAS/GRUPOS PARA SOLUCIONAR? (Atitudinal)				
8-CAPACIDADE DE OBSERVAÇÃO (Atitudinal) - OBSERVAÇÃO DE ASPECTOS QUALITATIVOS DO EXPERIMENTO? (ACOMPANHA COM INTERESSE A EVOLUÇÃO DAS REAÇÕES, FORMAÇÃO DO SÓLIDO, COR, ETC.) (Atitudinal e conceitual)				
9-GRAU DE SATISFAÇÃO/MOTIVAÇÃO DO ALUNO (Atitudinal) -APARENTA OTIMISMO EM SEUS ENSAIOS E BEM ESTAR NO AMBIENTE DE LABORATÓRIO? (REALIZA OS EXPERIMENTOS DE FORMA ORGANIZADA, DEMONSTRANDO TRANQUILIDADE). ENTUSIASMO E CURIOSIDADE PELA PRÁTICA PROPOSTA?				
10-OBEDECE ÀS REGRAS DE SEGURANÇA (Procedimental e atitudinal)				
a) UTILIZA ÓCULOS DE SEGURANÇA?				
b) LUVAS DE ACORDO COM A NECESSIDADE?				
c) USO ADEQUADO DA CAPELA?				
JALECO E CALÇADO FECHADO FAZ PARTE DA CONDIÇÃO EXIGIDA PARA O TRABALHO DE LABORATÓRIO				

3.4 Desenvolvimento da pesquisa

O trabalho foi realizado com alunos da graduação na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo (FFCLRP/USP), onde a professora Yassuko Iamamoto é docente da disciplina de Química Analítica Qualitativa, e a mestrandia foi estagiária nesta disciplina. Os sujeitos da pesquisa foram os alunos do 3º semestre no 2º ano do curso de Licenciatura em Química noturno (23 alunos no total).

Logo no início da disciplina a docente recorreu à metodologia de ensino dialética na construção do conhecimento em sala de aula, de Vasconcellos (1992) uma atividade inicial da disciplina, representando o momento de mobilização, com uma visão do todo, indeterminada de síntese, para então ao longo da disciplina se encaminhar para uma síntese. Dessa forma, foi realizada uma adaptação da atividade orientadora do ensino

“investigando a qualidade da água” (ESPIMPOLO, 2013). Esta atividade fez com que os estudantes se apropriassem do princípio geral da marcha analítica, e dessa forma teriam subsídios para compreender as aulas experimentais subseqüentes de QAQ, agregando os conhecimentos específicos de cada grupo analítico ao longo da disciplina.

Os instrumentos PELs e Grades de Observação foram aplicados durante as aulas da disciplina QAQ. Foi um semestre de aulas, que compreenderam seis horas semanais, duas horas de aula teórica e quatro horas experimental.

Cada PEL foi entregue aos alunos juntamente com o capítulo do manual de laboratório adotado na disciplina, que seria estudado nas aulas seguintes. Desse modo, os estudantes tinham o prazo de uma semana para resolverem e entregar o PEL. No processo de resolução dos PELs, o estudante recorre ao manual, havendo necessidade de leitura prévia conhecendo e dando sentido ao trabalho a ser executado no laboratório.

O manual de laboratório adotado foi construído pelos docentes e estagiários na disciplina ao longo dos últimos 15 anos e apresenta um conteúdo diferenciado, pois, contém além dos procedimentos de laboratório, informações relevantes e questões vinculadas à teoria inseridas no decorrer das práticas. Adotou-se também como uma primeira parte do PEL uma atividade preparatória da aula de laboratório relacionado aos grupos analíticos I, II, III e ânions. Tais tarefas serviram para orientar o estudante para realizar uma leitura mais cuidadosa do material com um registro das equações químicas e esquema dos experimentos no Caderno de Laboratório.

E em relação à grade de observação, este instrumento foi utilizado durante as aulas de laboratório de cada um dos grupos analíticos estudados, os alunos foram observados realizando seus experimentos e os itens das grades de observação assinalados. As observações feitas por meio da GO contaram com a colaboração da pesquisadora, de mais dois estagiários do programa PAE, um estagiário voluntário e o técnico de laboratório da disciplina, cada um destes observavam dois grupos de alunos.

3.4.1 Análise de dados

Os PELs foram entregues respondidos à pesquisadora para que as respostas fossem analisadas, e foram atribuídos os seguintes conceitos aos desempenhos dos alunos relacionados a este instrumento: A- Excelente (8 – 10 pontos); B- Bom (5 - 7 pontos); C- Regular (3 - 4 pontos); D- Insuficiente (2 - 0 pontos); NR- (Não respondeu).

E nas aulas seguintes os estudantes receberam a correção do PEL e foram informados sobre seus desempenhos.

E as GO ao final de cada aula os observadores entregavam à pesquisadora para que os dados fossem analisados. Foi atribuído 0,7 ponto a cada item da *grade de observação* (Quadro 3), respondido com **sim** de tal forma que a soma dos subitens totaliza 0,7 ponto. Aos itens que não tem subitens quando respondidos com **bom** 0,5 ponto ou **satisfatório** 0,3 ponto. O item 6 que apresenta dois subitens a) e b) cada **sim** correspondeu a 0,35 ponto, o **bom** 0,25 e o **satisfatório** 0,15. Para o item 7 que é referente à autonomia do estudante na execução da atividade este apresenta três subitens a), b) e c). Aos subitens a) e c) assinalados com **sim** foi atribuído 0,23 ponto para cada e, quando respondidos com **bom** 0,13 ou **satisfatório** 0,03. Para o subitem b) *Solicita o monitor/docente*, quando *assinalado* na coluna **às vezes**, independente de ser **bom** ou **satisfatório** esta opção corresponde à atitude esperada para um estudante com autonomia, e foi atribuído 0,23 ponto para esta resposta.

A pontuação geral para cada grupo de estudante foi realizada por meio da média aritmética dos pontos obtidos nas cinco aulas observadas. Foram atribuídos os seguintes conceitos aos desempenhos dos alunos relacionados a este instrumento: Muito Bom (6-7 pontos); Bom (5-5,9 pontos); Regular (4-4,9 pontos); Insuficiente (3-3,9 pontos); Inadequado (0-2,9 pontos). E nas aulas seguintes os estudantes foram informados sobre seus desempenhos.

Para a análise dos dados outro contributo neste trabalho foi a taxonomia de objetivos educacionais definida como taxonomia de Bloom, elaborada por Benjamim Bloom e seus colaboradores da educação e da psicologia na década de 1950, com a finalidade de classificar objetivos educacionais. A taxonomia de Bloom pode ser utilizada na classificação dos objetivos educacionais e também na avaliação dentro do processo de ensino-aprendizagem.

Segundo Bloom e seus colaboradores existem duas vantagens de se utilizar a taxonomia no contexto educacional: proporcionar apoio para o desenvolvimento de instrumentos de avaliação e utilização de estratégias diversificadas para facilitar, avaliar e estimular o desempenho dos alunos em diferentes níveis de apropriação do conhecimento; e a de estimular os professores a auxiliarem os estudantes de uma forma estruturada para que adquiram conhecimentos específicos do conteúdo estudado, e posteriormente consigam dominar os conteúdos de maior complexidade. Isto significa

que para adquirir uma nova habilidade pertencente ao nível seguinte, o aluno deve ter dominado e adquirido a habilidade do nível anterior (FERRAZ e BELHOT, 2010).

Dentro da taxonomia de Bloom et al. (1983) foram estabelecidos três domínios para a classificação dos objetivos educacionais: cognitivos, psicomotores e afetivos. Que estão descritos a seguir:

Domínio cognitivo - inclui objetivos que exigem a recordação, memorização ou a reprodução de algum conteúdo que foi aprendido, conexão com idéias, métodos ou procedimentos previamente aprendidos.

Domínio psicomotor – envolve objetivos que enfatizam alguma habilidade muscular ou motora, a manipulação de materiais e objetos, e outros atos que demonstrem coordenação neuromuscular.

Domínio afetivo – inclui objetivos que requerem uma tonalidade de sentimento, expressões de emoção, aceitação, rejeição, dúvidas, decisões, estão ligados a atitudes e expressões humanas.

Os três domínios mencionados podem ser expressos como conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais de acordo com (ZABALA, 1998).

Segundo Bloom (1983) a taxonomia de objetivos educacionais para o domínio cognitivo é uma representação de seis categorias: *conhecimento, compreensão, aplicação, análise, síntese e avaliação*. No entanto, a literatura sobre a taxonomia de Bloom, bem como suas categorias e subcategorias, em relação ao domínio cognitivo, no decorrer dos anos passou por algumas revisões conforme Krathwohl (2002) no anexo 6. Sendo assim, as seis categorias permaneceram as mesmas, porém para uma melhor clareza de seus significados e objetivos educacionais, foram renomeadas para os verbos: *Lembrar, Entender, Aplicar, Analisar, Avalia e Criar*.

3.4.2 Revisão da grade de observação

A grade de observação no ano de 2014 foi revisada para uma melhor clareza de seus itens, por alguns professores que têm experiência como docente em disciplinas de laboratório. Sendo assim, após sugestões dos docentes, alguns itens da grade de observação foram reestruturados, da seguinte forma: na coluna “às vezes” foram retirados os termos *bom* e *satisfatório*. O item 7- *Autonomia na execução da atividade e na solução das dificuldades* (Atitudinal), que contém o subitem *b) Solicita o monitor /*

docente (atitudinal) foi reelaborado. Os outros itens da *GO* foram corrigidos em termos de ortografia e clareza dos significados. Abaixo é apresentada a nova *grade de observação* que será utilizada nos próximos anos. No anexo 7 esta o pedido de análise da grade observação que foi enviado aos professores.

Grade de observação: revisada

GRADE DE OBSERVAÇÃO EM LABORATÓRIO

DATA:

GRUPO:

ITENS:	SIM	ÀS VEZES	NÃO
1 - LEITURA PRÉVIA DOS ROTEIROS DOS EXPERIMENTOS - FAZ ANOTAÇÕES DAS REAÇÕES QUÍMICAS E OUTRAS ATIVIDADES PROPOSTAS NO ROTEIRO?			
2 - COMPREENSÃO DA TAREFA PROPOSTA - AO REALIZAR O EXPERIMENTO, SENTE-SE SEGURO E SABE O PORQUÊ DE CADA ETAPA DO MESMO?			
- CONHECE O OBJETIVO DO EXPERIMENTO? FAZ PERGUNTAS COERENTES COM A PROPOSTA DO EXPERIMENTO.			
- QUANDO QUESTIONADO PELO PROFESSOR/ MONITOR SOBRE A ETAPA EM QUE SE ENCONTRA O EXPERIMENTO SABE EXPLICAR ADEQUADAMENTE O QUE ESTÁ FAZENDO.			
3 - DOMÍNIO DA LINGUAGEM QUÍMICA (Fala) NAS CONVERSAS INFORMAIS E NAS PERGUNTAS LEVANTADAS PELO ALUNO: - OS COMPOSTOS QUÍMICOS SÃO EXPRESSOS ADEQUADAMENTE			
- DENOMINA AS VIDRARIAS E OUTROS MATERIAIS DE LAB. CORRETAMENTE			
- OPERAÇÕES QUÍMICAS SÃO EXPRESSAS ADEQUADAMENTE (diluição, dissolução, precipitação, cristalização, evaporação, formação de gases, precipitação quantitativa, transferência quantitativa)			
4 - IDENTIFICAÇÃO E MANUSEIO DO MATERIAL E REAGENTE NO LABORATÓRIO (Procedimental) - MANTÉM A BATERIA DE REAGENTES ORGANIZADA, ALÉM DE CONFERIR E REPOR OS REAGENTES DA BATERIA DE ENSAIO?			
- EXECUTA OS PROCEDIMENTOS DE ACORDO COM A TÉCNICA RECOMENDADA? (reações químicas: Adição dos reagentes, agitação, aquecimento do tubo de ensaio e separação dos precipitados).			
- TEM CUIDADO PARA QUE OS MATERIAIS E REAGENTES UTILIZADOS NA PRÁTICA NÃO SEJAM CONTAMINADOS?			

ITENS:	SIM	ÀS VEZES	NÃO
5 - ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO DE ACORDO COM O TEMPO - CONSEGUE REALIZAR O EXPERIMENTO NO PRAZO DETERMINADO?			
6- CONSCIÊNCIA AMBIENTAL - UTILIZA OS REAGENTES E MATERIAIS SEM DESPERDÍCIOS DEMONSTRANDO CONSCIÊNCIA EM ECONOMIZÁ-LOS?			
-FAZEM OS DESCARTES DE FORMA ADEQUADA?			
7 - AUTONOMIA NA EXECUÇÃO DA ATIVIDADE E NA RESOLUÇÃO DE EVENTUAIS PROBLEMAS PRÁTICOS - CONSEGUE INTERPRETAR E EXECUTAR O QUE ESTÁ PROPOSTO NO ROTEIRO COM AUTONOMIA?			
- RESOLVE OS EVENTUAIS PROBLEMAS QUE SURGEM NO DECORRER DOS EXPERIMENTOS COM AUTONOMIA?			
- HÁ DISCUSSÃO ENTRE OS COLEGAS/GRUPOS A RESPEITO DOS RESULTADOS DOS EXPERIMENTOS OU PARA RESOLVER EVENTUAIS PROBLEMAS ENCONTRADOS DURANTE A PRÁTICA?			
8 - CAPACIDADE DE OBSERVAÇÃO - OBSERVAÇÃO DE ASPECTOS QUALITATIVOS DO EXPERIMENTO? (ACOMPANHA COM INTERESSE A EVOLUÇÃO DAS REAÇÕES, FORMAÇÃO DO SÓLIDO, COR, ETC.)			
9 - GRAU DE SATISFAÇÃO/MOTIVAÇÃO DO ALUNO - APARENTA OTIMISMO EM SEUS ENSAIOS (REALIZA OS EXPERIMENTOS DE FORMA ORGANIZADA, DEMONSTRANDO TRANQUILIDADE, ENTUSIASMO E CURIOSIDADE PELA PRÁTICA PROPOSTA E RESULTADOS OBTIDOS?)			
10 - OBEDECE ÀS NORMAS DE SEGURANÇA* - UTILIZA ÓCULOS DE SEGURANÇA?			
- UTILIZA LUVAS NO DECORRER DOS EXPERIMENTOS DE ACORDO COM RECOMENDAÇÕES?			
- USO DA CAPELA QUANDO O PROCESSO ENVOLVE ELIMINAÇÃO DE GASES POTENCIALMENTE TÓXICOS?			

**Jaleco, calça comprida, calçado fechado e óculos de proteção é condição exigida para o trabalho de laboratório no DQ/FFCLRP-USP*

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os PELs seguiram as sugestões de Fernandes (2006), na medida em que a disciplina trabalha conceitos fundamentais para a compreensão Química como um todo. As atividades propostas nos PELs estão estruturadas de acordo com as exigências do currículo. Procura-se trabalhar os conceitos relacionados com os experimentos propostos. Fernandes (2006), afirma que:

As tarefas selecionadas deverão ter uma natureza estruturante relativamente ao domínio ou aos domínios do currículo a que se refere. Isto significa que, através da sua resolução ou do trabalho por elas suscitado, os alunos terão necessariamente de relacionar conceitos e idéias e mobilizar e utilizar conhecimentos de um ou mais domínios (p. 38).

A seguir será apresentada a formulação dos PELs bem como alguns exemplos de respostas. No primeiro *pré-exercício* proposto o tema foi sobre reações químicas, adequado para a situação inicial dos alunos, em seguida foram abordados os PELs dos grupos I, II, III e ânions, e por último o PEL referente à amostra teórica. Desta forma, será discutida a contribuição deste instrumento em alguns recortes para explicitar como foi realizado o acompanhamento da aprendizagem dos estudantes.

4.1 PEL de reações químicas

Antes de aplicar este PEL, foi ministrada uma aula teórica para os alunos sobre algumas características das soluções aquosas e diretrizes para expressar as reações químicas como equações iônicas, que consta do manual de laboratório. Os estudantes receberam em sala de aula material contendo tabela com as regras que orientam a solubilidade dos principais compostos químicos a serem trabalhados.

Este pré-exercício foi elaborado, na perspectiva de possibilitar que o estudante expresse as reações químicas, com a finalidade de adquirir domínio do uso da linguagem química (expressar as transformações químicas que o estudante observa no tubo de ensaio). No processo de escrita dos compostos químicos ou espécies iônicas o estudante

retoma as reações ácido-base, de precipitação, as tabelas de solubilidade e de constantes de ionização. A seguir destaca-se algumas questões.

Questão

c) Íons sulfato na presença de íons bário formando um sal muito pouco solúvel.

Resposta considerada excelente:

Figura 3: PEL de reações químicas - Resposta correta considerada excelente -Exemplo 1

Nesta resposta os estudantes expressaram corretamente a equação iônica da reação de precipitação do cátion bário com o ânion sulfato. Demonstraram o domínio da linguagem química adequado e o entendimento sobre reação de precipitação. Ressalta-se que foram adotadas algumas regras para expressar equações iônicas de acordo com (MOELLER e CONNOR, 1972).

Resposta considerada regular

Figura 4: PEL de reações químicas em solução aquosa - Resposta considerada regular - Exemplo 2

Por meio das setas de equilíbrio pode-se perceber que os estudantes ainda não conseguem distinguir uma reação de precipitação do BaSO_4 do sistema: sulfato de bário em equilíbrio com os seus íons (Ba^{2+} e SO_4^{2-}) conceito que será discutido na próxima questão.

Questão

d) Carbonato de cálcio em água.

Resposta considerada excelente:

Figura 5: PEL de reações químicas - Resposta considerada excelente- Exemplo 1

Este grupo de alunos, responderam como esperado essa questão, demonstrando capacidade de lembrar e entender os conceitos sobre equações de equilíbrio, e a solubilidade do carbonato de cálcio em solução aquosa.

Resposta considerada regular:

Figura 6: PEL de reações químicas – Resposta considerada regular-Exemplo 2

Neste caso os estudantes consideraram este composto carbonato de cálcio que é pouco solúvel em água, como se fosse solúvel. Não consultaram a tabela de solubilidade. Se carbonato de cálcio fosse solúvel em água a forma de expressar estaria correta.

Questão

e) Dissolução de carbonato de cálcio em meio ácido.

Respostas:

Figura 7: PEL de reações químicas- Respostas consideradas a) excelente; b) boa; c) regular

Nesta questão a maioria dos estudantes compreenderam que o carbonato de cálcio é solúvel em ácidos, mas apresentaram algumas dificuldades na expressão da linguagem química tais como na estequiometria (Figura 7b) e nas cargas dos íons, no exemplo da Figura 7c) o íon bicarbonato foi expresso sem carga e o íon cálcio como cátion monovalente.

Diante das respostas observadas neste primeiro pré-exercício pode-se perceber a situação real dos estudantes em relação ao conteúdo conceitual. Essas questões propostas direcionam o aprendizado do aluno ao nível de desenvolvimento proximal, sendo assim, retomamos Fernandes (2006) concordando com essa idéia de que as pessoas aprendem através de tarefas que estão além do seu nível de desenvolvimento real.

4.2 PEL do Grupo I

Como foi destacado foram ministradas aulas teóricas para os alunos sobre algumas características das soluções aquosas. Este pré-exercício do grupo I foi elaborado, na perspectiva de que o aluno ao responder o exercício explorasse informações sobre as propriedades dos cátions grupo I, tais como cor da chama e solubilidade, de como estes cátions estão presentes em solução aquosa e o comportamento do íon amônio.

Questão:

2- Considerando os compostos dos tubos A e B em solução aquosa

Tubo A – Sulfato de sódio e cromato de potássio

Tubo B – Sulfato de potássio e cromato de sódio

Baseando-se na principal característica dos cátions do grupo I, dizer se estes compostos são solúveis em água. Caso sejam solúveis escreva as reações de solubilização (dissociação). Quais as espécies químicas presentes em cada tubo de ensaio? Comente sobre o resultado obtido comparando-os.

Resposta considerada excelente:

Figura 8: PEL do grupo I - Resposta correta considerada excelente- Exemplo I

Os alunos expressaram corretamente as reações de acordo com a característica do grupo I, como fez o grupo que reportamos (Figura 8), compreendendo que os compostos iônicos quando solúveis são representados como íons em solução.

Resposta considerada boa:

Figura 9: PEL do grupo I - Resposta considerada boa, mas incompleta – Exemplo 2.

Estes estudantes compreenderam a questão central que é a representação de compostos iônicos solúveis. Contudo, não se ateuve à estequiometria da reação, errando no balanceamento das reações químicas.

Questão 3) No teste de chama, se usa ácido clorídrico para limpar o fio de platina ao invés de ácido sulfúrico. Explique.

Resposta considerada excelente:

3) Usa-se ácido clorídrico devido à volatilidade dos cloretos de metais alcalinos. Se fosse adicionado ácido sulfúrico haveria formação de sulfato de metais alcalinos, e assim faria com que os óxidos dos metais na chama, de pouca volatilidade, dificultando a visualização da cor.

Figura 10: PEL do grupo I- Resposta correta considerada excelente

As respostas indicam claramente que o grupo leu o manual, quando responde à questão 3, pois revelam “que os cloretos de metais alcalinos são voláteis”.

Questão:

4) Descreva a reação de desprendimento da amônia no processo de identificação do íon amônio.

Resposta considerada excelente:

Figura 11: PEL do grupo I- Resposta correta considerada excelente- Exemplo 1

Nesta resposta os alunos expressaram adequadamente a equação que representa o processo de identificação do íon amônio.

Resposta considerada boa:

Figura 12: PEL do grupo I- Resposta considerada boa- Exemplo 2

Nesta resposta o estudante revelou que ainda não utiliza a linguagem química. Quando se solicita: Descreva a reação de desprendimento da amônia no processo de identificação do íon amônio, descreve o processo, afirmando que “O excesso da base converte o íon amônio em amônia...”, mas não expressa por meio de equação iônica (Figura 12), demonstrando nesse momento o pouco domínio na linguagem química, não recorrendo a ela de forma imediata, o que seria natural em etapa mais avançada da aprendizagem.

Considerou-se o conceito bom quando se percebeu que houve compreensão, mas as respostas foram incompletas, ou seja, não escreveram adequadamente os balanceamentos e reações químicas.

Concluindo o PEL do grupo I, a avaliação formativa se fez presente, sendo que uma das funções deste tipo de avaliação é fazer com que o aluno compreenda seus erros e seja capaz de superá-los (HADJI, 1994). Sendo assim, a professora responsável pela disciplina realizou o *feedback* em sala de aula, permitindo ao aluno a compreensão da atividade proposta. De acordo com as categorias de Bloom, o referido PEL requereu dos estudantes as categorias *lembrar* e *entender*. Logo, a maioria dos estudantes respondeu às questões deste PEL conforme o esperado e obtiveram o conceito excelente.

4.3 PEL do Grupo II

Ao estudar o grupo II, os estudantes já estão um pouco mais familiarizados com os experimentos de laboratório, é quando entram em contato com reações de precipitação, separação química e solubilização.

Neste capítulo o estudante pode verificar também que, o controle de um reagente é feito ajustando o pH por meio de uma solução tampão. A concentração é mantida num patamar de tal forma a efetivar a separação analítica, precipitando um conjunto de espécies químicas como sólido, mantendo o outro como íons em solução.

Nesta etapa de estudos do grupo II, pode-se perceber que aumenta o grau de complexidade e todo esforço é dedicado pelos docentes e estagiários durante esta etapa da disciplina, para superar esta dificuldade.

Questão:

- 1) Na separação dos cátions do grupo II do grupo I com solução de carbonato de amônio, qual é a função do tampão $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ (pH 9)?
-

Resposta considera excelente:

Figura 13: PEL do grupo II- Resposta correta considerada excelente- Exemplo I

Esta questão foi considerada excelente, pois os alunos deste exemplo, responderam a questão por meio das expressões de equilíbrio da amônia ($\text{NH}_3(\text{g})$) em água ($\text{H}_2\text{O}(\text{l})$), e da reação de dissociação do cátion amônio ($\text{NH}_4^+(\text{aq.})$) em amônia ($\text{NH}_3(\text{g})$) e íon hidrogênio ($\text{H}^+(\text{aq.})$) como ácido. Explicando corretamente como o tampão $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ controla a concentração do íon carbonato ($\text{CO}_3^{2-}(\text{aq.})$).

Resposta considerada boa:

Figura14: PEL do grupo II- Resposta considerada boa, porém incompleta- Exemplo II

Nesta resposta os estudantes não conseguiram expressar as equações químicas que representam o sistema tampão, e isto, nos permitiu perceber que nos aspectos de teoria os estudantes necessitavam de mais explicações para que a aprendizagem fosse efetivada. Dessa forma o *feedback* foi feito com a finalidade de superar esta dificuldade. Neste sentido, Fernandes (2006) aponta que a avaliação formativa está destinada à observação dos processos de aprendizagem sem deixar de lado os seus resultados, pois envolve feedbacks com a finalidade de melhorar a aprendizagem dos alunos.

Questão:

2) Comparando-se a solubilidade do BaCrO_4 , CaCrO_4 e SrCrO_4 , e os equilíbrios $\text{CrO}_4^{2-}/\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ qual seria o problema na separação do Ba^{2+} como BaCrO_4 de uma mistura de Ba^{2+} , Ca^{2+} e Sr^{2+} , se:

- a) A solução estiver muito ácida.
 - b) A solução estiver muito alcalina.
-

Resposta considerada boa:

Figura15: PEL grupo II - Resposta considerada boa- Exemplo I

Os estudantes expressaram corretamente por meio da equação de equilíbrio, o íon dicromato em água formando íon cromato: $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq.}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons 2\text{CrO}_4^{2-}(\text{aq.}) + 2\text{H}^+(\text{aq.})$. Demonstraram que entenderam o equilíbrio químico existente como condição para que a precipitação cromato de bário ($\text{BaCrO}_4(\text{s})$) fosse favorecida. E com suas próprias palavras explicaram “se o meio estiver o muito ácido o equilíbrio é deslocado para a esquerda formando $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq.})$ não favorecendo a precipitação do íon Ba^{2+} e dos demais cátions do grupo II, e se o meio estiver alcalino ocorre o consumo de H^+ deslocando o equilíbrio para a direita, favorecendo a formação do íon CrO_4^{2-} e todos os íons do grupo II irão precipitar nesta condição”. Neste exemplo as categorias de Bloom: lembrar, entender e analisar foram atendidas.

Resposta considerada boa:

Figura 16: PEL do Grupo II, resposta considerada boa, porém incompleta.

Exemplo 2.

Como representado na figura 16, os estudantes responderam parcialmente à questão, expressaram corretamente a reação, explicaram de forma qualitativa o efeito do pH no deslocamento do equilíbrio, demonstraram sua capacidade de lembrar e entender. Porém não analisaram a questão formulada, não relacionando o pH no processo de separação levando em conta os valores de Kps.

Como esperado no PEL do grupo II, os alunos tiveram algumas dificuldades em respondê-lo. Mas mesmo assim, os alunos se empenharam em responder a este PEL e o resultado foi em geral bom, considerando o grau de dificuldade. O autor (HADJI, 1994) ressalta como um dos primeiros objetivos da avaliação formativa que, os alunos consigam compreender o que o professor deseja quando propõe algum tipo de atividade, e no caso deste PEL os alunos demonstraram que compreenderam a tarefa proposta, por meio de suas respostas. Constata-se que há indícios da evolução da aprendizagem.

4.4 PEL do Grupo III

Este PEL trata de cátions de metais de transição, apresenta maior diversidade, forma compostos coloridos, com um grau de complexidade maior, além de se reforçar os princípios da separação analítica. Estes conhecimentos serão resgatados quando

forem analisar uma amostra desconhecida contendo cátions dos grupos I, II e III que envolverá uma metodologia de pesquisa. Vão dessa forma adquirindo a compreensão sobre a lógica que permeia os processos de separação analítica dos cátions do grupo III, evitando a precipitação de cátions do grupo II, por meio do controle do pH (tampão) e utilização de valores de Kps. O aluno poderá descrever a formação dos hidróxidos pouco solúveis que serão precipitados e as espécies que ficarão em solução como os cátions e os íons complexos. E o estudo do íon de *terras raras* Pr^{3+} , que apresenta a propriedade de precipitar como hidróxidos da mesma forma que o Fe^{3+} e Al^{3+} .

Questão:

- 1) No processo de separação de cátions: Al^{3+} , Fe^{3+} e Pr^{3+} de Zn^{2+} , Mn^{2+} , Ni^{2+} e Mg^{2+} . Utilizou-se 20 gotas de HCl $6,0 \text{ mol L}^{-1}$ e 35 gotas de NH_3 $6,0 \text{ mol L}^{-1}$ (tampão $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ (pH 9). Escreva as reações que ocorrem de precipitação e de formação de complexos solúveis no sobrenadante. Analise os dados da Tabela: Constantes de produtos de solubilidade (Kps) em água de cátions dos Grupos II, III, e IV e explique quais cátions estarão como íons livres no sobrenadante, além dos íons complexos.

Resposta considerada excelente:

Figura17: PEL do grupo III- Resposta considerada excelente- Exemplo I

Os alunos responderam conforme esperado esta questão representada na figura 17, expressaram de forma adequada as reações que ocorrem de precipitação e de formação de complexos solúveis no sobrenadante. Neste PEL ficou evidente as três categorias de Bloom: entender, lembrar e analisar que foram exigidas e atendidas pelos estudantes. Também se percebeu que houve uma evolução conceitual em relação à linguagem química utilizada para expressar as equações iônicas de precipitação e de equilíbrio.

Resposta considerada boa:

Figura 18: PEL do grupo III - Resposta considerada boa, porém com alguns erros-Exemplo II

Neste exemplo da figura 18, os estudantes expressaram por meio de um esquema de separação muito utilizado nas aulas da disciplina de QAQ, e explicaram como ocorrem as separações analíticas, descreveram os respectivos Kps dos compostos formados, sendo assim os alunos demonstraram sua capacidade de lembrar, entender, e analisar parcialmente. Pois não deixaram explícita a relação da formação de complexos com o processo de solubilização, falhando também ao expressar a reação, até então pouco familiar aos estudantes

Questão :

2) Escreva o nome e os símbolos dos elementos de Terras Raras consultando uma tabela periódica. As Terras Raras levam este nome, apesar de não serem consideradas “terras” e nem “raras”. Baseando-se no artigo *J. Braz. Chem. Soc., Vol. 22, No. 5, 809, 2011* (ver no Portal da disciplina) e em uma rápida pesquisa na web argumente sobre a importância da inclusão das TRs no programa do curso de Química.

Resposta considerada excelente:

The image shows a handwritten student response on lined paper. At the top, there is a table of rare earth elements (TRs) organized in four columns. The first column lists Scandium (Sc), Yttrium (Y), Lanthanum (La), Cerium (Ce), and Praseodymium (Pr). The second column lists Neodymium (Nd), Promethium (Pm), Samarium (Sm), Europium (Eu), and Gadolinium (Gd). The third column lists Terbium (Tb), Dysprosium (Dy), Holmium (Ho), Erbium (Er), and Thulium (Tm). The fourth column lists Ytterbium (Yb) and Lutetium (Lu). Below the table, the student writes a paragraph in Portuguese arguing for the inclusion of TRs in the chemistry curriculum. The text mentions that TRs are used in many everyday devices like tablets, computers, and mobile phones, and that Brazil has significant reserves of these elements. The student concludes by stating that knowing the properties of TRs is fundamental for developing new technologies and for Brazil's economic growth.

(2) Sc - Escândio	Nd - Neodímio	Tb - Terbio	Yb - Ítérbio
Y - Ítrio	Pm - Promécio	Dy - Disprósio	Lu - Lútecio
La - Lantânio	Sm - Samário	Ho - Hólmio	
Ce - Cério	Eu - Európio	Er - Érbio	
Pr - Praseodímio	Gd - Gadolínio	Tm - Tulio	

É importante a inclusão das TRs no programa do curso de Química pois, as TRs são usadas em muitos aparelhos que usamos todos os dias, como: telas de tablets, computadores e celulares, no processo de produção da gasolina, superímãs e painéis solares.

O Brasil pode ser dono de uma das maiores reservas de terras raras do planeta, que não são exploradas. Uma boa parte de seu uso no Brasil está concentrada na formulação de catalisadores de Ce e La para processamento do petróleo.

Sendo fundamental conhecer as propriedades dos mesmos, para formulação de novas técnicas tanto de extração como do seu uso em laboratório, e desenvolver pesquisas nesse âmbito que vem avançando, que pode tornar o negócio local economicamente viável, podendo competir com a China na área de exportação; e conhecendo suas propriedades físicas e químicas, desenvolver toda a cadeia de produção.

Figura19: PEL do grupo III- Resposta considerada excelente- Exemplo 1.

Esta questão foi respondida corretamente, e a categoria de Bloom *entender* foi atendida pois pede que o aluno argumente sobre a importância da inclusão das TRs no programa do curso de Química.

4. 5 PEL de Ânions

Até então todo o conteúdo da disciplina foi centrado no estudo dos cátions e de suas propriedades, e ainda não tinha sido destacado o papel dos ânions de forma intencional, embora todas as reações de separação e identificação de cátions estudados envolvessem ânions. Este PEL foi elaborado com o propósito de chamar a atenção dos

estudantes sobre as interações entre as diferentes espécies e interferentes, ou seja, interações e solubilidade, importante requisito para a análise dos compostos sólidos.

Questão:

- 1) Por que os ânions sulfeto, carbonato e sulfato interferem na identificação dos íons cloreto com íons prata? Como estas interferências poderiam ser eliminadas? Escreva as reações.

Resposta considerada excelente:

Figura 20: PEL de ânions- Resposta considerada excelente- Exemplo 1.

Os estudantes responderam de forma adequada à questão 1, conforme demonstra a figura 20, explicaram a interferência dos ânions citados na identificação de íon cloreto com íons prata por meio das equações de formação dos precipitados. Demonstraram que consultaram o manual de laboratório para responder aos PELs, uma vez que descreveram a cor dos precipitados e utilizaram linguagem química adequada. Somente não perceberam que faltou comentar o que ocorre com sulfato de prata em meio ácido.

Resposta considerada boa:

Figura 21: PEL de ânions: Resposta considerada boa- Exemplo 2.

Figura 22: PEL de ânions - Continuação: Resposta considerada boa- Exemplo 2.

Os alunos responderam a esta questão explicando a precipitação por meio do Kps, demonstrando que se apropriaram dos conhecimentos adquiridos em estudos

anteriores, onde as explicações relacionadas à precipitação de compostos consistiam em análises sobre o Kps. E não expressaram as equações de formação dos precipitados, mas expressaram as equações de equilíbrio heterogêneo. Ao explicar a eliminação do íon sulfeto com ácido nítrico expressou corretamente a equação iônica, apesar de ter confundido explicando que sulfeto foi reduzido a enxofre elementar quando na realidade foi oxidado.

Questão:

- 2) Qual a principal diferença, no teste preliminar entre os sais nitrato de sódio e nitrito de sódio, quando cada um destes reagem com ácido sulfúrico diluído? Expresse as reações quando ocorrem.

Resposta considerada excelente:

Figura 23: PEL de ânions- Resposta considerada excelente.

Nesta questão não houve erros, todos os alunos conseguiram responder corretamente, isto se deve ao fato de que esta questão exigiu dos alunos as categorias

lembrar e entender, que podem ser adquiridas pelos estudantes quando eles consultam o manual para responder à questão.

4.6 PELs do grupo III e ânions

Os PELs do grupo III e ânions foram respondidos com mais clareza como esperado, nesta etapa os estudantes já tinham se apropriado dos conhecimentos teóricos fundamentais. Neste ponto percebeu-se a importância da aprendizagem efetivada quando se trabalhou os grupos I e II. Por meio da resolução dos exercícios os alunos relacionaram conceitos e idéias, e se mobilizaram a utilizar os conhecimentos já adquiridos. Cumprindo dessa forma a finalidade da avaliação formativa destes estudantes, ao promover a melhoria de suas aprendizagens.

Fernandes (2006) serve como apoio para a nossa proposta de PELs, quando comenta sobre as tarefas e sua importância na aprendizagem dos alunos e sua contribuição no processo avaliativo. “As tarefas têm um papel importante na aprendizagem dos alunos e deverão ser selecionadas de tal forma que facilitem e promovam a integração dos processos de ensino, aprendizagem e avaliação” (FERNANDES, 2006, p.38).

4.7 PEL da amostra teórica

A etapa seguinte consistirá numa pesquisa de análise de uma amostra sólida de composição desconhecida. Dessa forma, uma atividade preparatória foi instituída pelos docentes da disciplina QAQ, em nossos cursos de Bacharelado e Licenciatura em Química, há pelo menos 10 anos. Assim, no contexto de nossa pesquisa, esta atividade cumpre os requisitos do que chamamos de PEL.

Este PEL que consiste na análise de três amostras teóricas de diferentes composições, realizada pelos alunos. A atividade foi precedida de uma aula teórica que teve como objetivo articular todo o conhecimento adquirido pelos alunos ao longo das aulas experimentais. Consistiu de explicações dialogadas sobre uma “amostra teórica”, das interações de todas as espécies químicas estudadas como precipitação, hidrólise, solubilidade em água, em ácidos, etc. e de todos os procedimentos de acordo com os

roteiros estabelecidos nos estudos anteriores. Neste último PEL foi solicitado aos alunos que desenvolvessem por escrito, de acordo com o roteiro fornecido uma síntese esquemática de todas as etapas de análise, que o aluno deveria desenvolver tendo em vista a composição da amostra. A seguir composições das amostras teóricas deste PEL.

Composição – Amostra I: Na^+ , Ca^{2+} , Fe^{3+} , Zn^{2+} , Mn^{2+} , Ni^{2+} , S^{2-} , CO_3^{2-} , Cl^- ; Amostra II: Na^+ , K^+ , Ba^{2+} , Zn^{2+} , Fe^{3+} , Pr^{3+} , SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^- ; Amostra III: K^+ , NH_4^+ , Ca^{2+} , Ba^{2+} , Mn^{2+} , Pr^{3+} , CO_3^{2-} , Cl^- , SO_4^{2-} .

Nas figuras 24 e 25 é apresentado um exemplo no qual os estudantes conseguiram representar com sucesso o processo de análise de uma amostra desconhecida. Por meio destes resultados pode-se perceber que este grupo conseguiu atingir o objetivo esperado no PEL da amostra teórica, demonstrando sua capacidade em resgatar os procedimentos experimentais de acordo com a composição de sua amostra. Destacamos que ao responder o referido PEL os estudantes conseguiram prever o que ocorre quanto ao processo de interação cátion-ânion em água, solubilização em HCl, por exemplo. Conseguiram esquematizar a separação identificando todas as espécies presentes demonstrando as reações que ocorrem.

Figura 25: PEL Amostra Teórica- Parte 2

Ao discutir este PEL retoma-se novamente ao que foi comentado na introdução e fundamentação teórica que o aprendizado do conhecimento químico exige a compreensão e articulação de seus três níveis de abordagem: o fenomenológico, o teórico e o representacional. Neste PEL por meio da resposta dos estudantes é evidente a articulação entre o nível teórico e o representacional. Sendo assim, por meio das respostas dos estudantes a este PEL pode-se ter indícios da aprendizagem dos alunos.

4. 8 Avaliações dos PELs

Os *PELs* exigiram dos estudantes diferentes níveis de dificuldade, ocorrendo na medida em que os grupos analíticos foram estudados. Isso porque, o próprio processo de aprendizagem de acordo com Bloom et al (1983) acontece de modo gradual. Ou seja, os alunos, foram aprendendo e “complexificando” suas aprendizagens na medida em que os desafios eram enfrentados e superados do ponto de vista cognitivo. Dos seis *PELs* aplicados, o *PEL* de reações químicas e o *PEL* do grupo I exigiram dos alunos- *o lembrar e entender* as duas primeiras categorias de Bloom, os *PEL* dos Grupos II, III, ânions exigiram dos estudantes as categorias: *lembrar, entender e analisar*. Isso porque, na medida em que os alunos foram avançando nos grupos analíticos estudados o grau de complexidade de cada *PEL* foi aumentando. Por exemplo: na análise do último *PEL da amostra teórica* foi possível identificar todas as categorias do domínio cognitivo: *lembrar, entender, aplicar, analisar e criar*. Pois se considera que neste momento os alunos já adquiriram os conhecimentos suficientes para desenvolver este *PEL*. Percebeu-se que houve uma correlação entre os alunos que ficaram com excelente neste *PEL* e os aprovados na disciplina. E também conforme o propósito de Vianna, Sleet e Johnstone (1999) os *PELs* contribuíram para que os estudantes buscassem no manual de laboratório as informações relevantes com instruções claras para que os experimentos fossem executados de forma organizada, além disso, o tempo disponível para interpretação das reações realizadas no laboratório foi melhor aproveitado.

O *PEL da amostra teórica* preparou os estudantes para a realização de uma pesquisa de análise de uma amostra sólida de composição desconhecida no laboratório. Considera-se como o experimento de maior complexidade na disciplina, é quando há um resgate de todo o conteúdo teórico e experimental trabalhado na disciplina até aquele momento. A seguir é apresentado o quadro da avaliação geral das respostas dos alunos aos *PELs*.

Quadro 2. Avaliação geral das respostas dos 23 alunos aos PELs. Os valores apresentados correspondem ao número de alunos respondentes, e entre parênteses a porcentagem.

PEL	EXCELENTE 8-10 pontos	BOM 5-7 pontos	REGULAR 3-4,99 pontos	INSUFICIENTE 0-2 pontos	NR
Reações químicas	6 (26%)	7 (30,4%)	5 (21,7%)	-	5 (21,7%)
Grupo I	16 (69,5%)	4 (17,5%)	-	-	3 (13%)
Grupo II	3 (13%)	10 (40%)	7 (30%)	3 (13%)	1 (4%)
Grupo III	19 (82,6%)	-	-	-	4 (17,4%)
Ânions	18 (78,3%)	1 (4,3%)	2 (8,7%)	-	2 (8,7%)
Amostra teórica	16 (69,6%)	-	2 (8,7%)	2 (8,7%)	3(13%)

NR = Não respondeu

O quadro 3 retrata a evolução dos estudantes durante o semestre. O alto índice de excelente e bom no PEL do grupo I era esperado por se tratar de conteúdos mais simples, que estão relacionados ao *lembrar e entender*. Logo, o PEL do grupo II, com um grau de complexidade muito maior, diagnosticou-se dificuldades que foram reportadas nas correções do relatório. O *feedback* foi adequado e observou-se que os estudantes conseguiram superar tais dificuldades pelos resultados de PELs do grupo III em diante.

Em relação à efetividade dos PELs para o nosso propósito de avaliação, estes foram eficientes, e forneceram indícios da aprendizagem dos alunos por meio das respostas que estes foram dando aos PELs no decorrer do curso. Sendo assim, após ter verificado e situado os alunos em relação aos objetivos de aprendizagem na disciplina de QAQ, ao final de cada PEL atribuiu-se um conceito (nota) às atividades respondidas. Neste ponto retomamos ao que (HADJI, 1994) propôs para que possamos avaliar os estudantes, devemos *verificar, situar e julgar*.

4.9 Avaliações das grades de observação

A grade de observação contempla as categorias de Bloom do *domínio cognitivo: Lembrar, Entender, Aplicar, Analisar e dos domínios psicomotor e afetivo*. Na *GO* estas categorias estão representadas como conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. É importante destacar que na medida em que os grupos analíticos foram estudados a complexidade das atividades de laboratório foi aumentando, e o observador (pesquisadora) tornando-se mais exigente. A seguir o quadro 3, demonstra a avaliação geral feita por meio das *GO*.

Quadro 3. Avaliação geral das grades de observação referente a cada grupo analítico estudado, e média final das *GO*. A distribuição dos valores apresentados corresponde ao número de alunos, e entre parênteses a porcentagem

	MUITO BOM 6 - 7,0 pontos	BOM 5 – 5,9 pontos	INSUFICIENTE 3,0 – 3,9 pontos	INADEQUADO 0 – 2,9 pontos
Média de notas obtidas GO	2 (8,7%)	14 (60,9%)	5 (21,7%)	2 (8,7%)*

*Grupo de alunos que tiveram desempenho inadequado em todas as atividades de laboratório, e na última atividade não compareceram.

O quadro 3 retrata o desempenho dos estudantes em cada grupo analítico estudado, e a média final. Ao analisar-se a média final dos estudantes referente aos dados obtidos por meio das grades de observação, foi possível identificar que os estudantes com **muito bom** (8,7 %) tiveram os desempenhos positivos esperados. De acordo com os dados da *Grade de observação* estes alunos apresentaram no início da disciplina poucas dificuldades em relação aos itens: 1- Anotações das reações químicas; 2- Ao realizar o experimento, demonstra segurança, sabe o que está fazendo; 3- Domínio da linguagem química; 5- Organização do trabalho de acordo com o tempo, e 7- consegue interpretar o que está proposto no roteiro e soluciona. Essa dupla demonstrou capacidade crítica de articulação entre os aspectos conceituais e procedimentais em seus ensaios, além de aparentarem entusiasmo em suas práticas.

Os estudantes com **bom** (60,9 %) apresentaram em geral os pontos positivos esperados para os conteúdos conceituais e eventualmente não conseguiram cumprir o tempo estabelecido para realização do experimento; compreender a tarefa proposta; inicialmente não demonstravam domínio da linguagem química, autonomia na execução das atividades e consciência ambiental.

E 21,7 % dos estudantes não alcançaram os desempenhos positivos esperados para os itens 2, 3, 7, 8 e 9, e seu desempenho foi considerado **insuficiente**. Estes itens da grade de observação correspondem a domínios que instrumentalizam o estudante para relacionar os conteúdos conceituais com os procedimentos articulando a teoria com a prática e a motivação em seus experimentos.

Dois estudantes (8,7 %) apresentaram desempenho **inadequado**, não alcançaram os desempenhos positivos esperados nos itens 1, 2, 3, 7, 8 e 9 da *GO*. Dos itens citados o item 1 contempla o conteúdo conceitual e procedimental, os itens 2 e 3 conteúdos conceituais envolvidos no trabalho de laboratório e o item 5 procedimental; 7, 8 atitudinal e conceitual e 9 atitudinal. Uma característica observada neste grupo de estudantes é o fato de que eles não se comunicavam com os outros colegas de classe, estagiários, e docente para discutir os experimentos ou sanar dúvidas. Não aparentavam otimismo em seus experimentos. E logo no final da disciplina este grupo de estudantes não compareceu nas atividades experimentais dos grupos IV e V, conseqüentemente não obtiveram pontuação nesta aula.

Os resultados acima corroboram a proposta de Leite (2000), em que a *GO* possibilita obter informações sobre as aprendizagens dos estudantes quanto a conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais durante as atividades de laboratório. E com as palavras de Hoffmann (2012) ao dizer que os professores devem transformar os registros das avaliações em anotações correspondentes ao acompanhamento dos estudantes em seu processo de construção do conhecimento.

Foi realizada independentemente outra avaliação a partir de observação empírica como é feita tradicionalmente nesta disciplina. Atribuiu-se conceitos, que se traduz em notas (Quadro 4) correspondendo à observação individual de cada aluno durante todo o semestre. Consideram-se, os cadernos de laboratório e atitudes como disciplina, assiduidade, empenho, organização e consciência ambiental e a evolução do aluno durante o semestre é levada em conta. Foi realizada pela docente responsável com o auxílio de um dos estagiários.

Quadro 4. Resultados da avaliação empírica individual. A distribuição dos valores apresentados corresponde ao número de alunos, e entre parênteses a porcentagem

MUITO BOM 6 – 7,0	BOM 5,0 – 5,9	REGULAR 4,0 – 4,9	INSUFICIENTE 3,0 – 3,9 pontos	INADEQUADO 0 – 2,9 pontos
11 (47,82%)	5 (21,74%)	5 (21,74 %)	2 (8,7 %)	-

Comparando-se os dados do quadro 3 distribuição de notas referente à média obtida nas *GO* e o quadro 4, observa-se pequenas diferenças nas classificações e números de alunos, sendo assim, percebe-se que a observação feita por meio da *grade de observação* é mais sistemática em relação a avaliação empírica ao final da disciplina.

Este é um dado importante, pois, conforme, Fernandes (2006), a elaboração de uma teoria da avaliação formativa deve estar estruturada na investigação empírica que podem nos auxiliar a compreender a relação da aprendizagem dos alunos com os trabalhos que são propostos.

E comparando-se o quadro 3 e o quadro 5 a seguir, observa-se uma grande correlação do desempenho positivo na *Grade de observação* e aprovação, e os estudantes que tiveram desempenhos **insuficiente** e **inadequado**, não conseguiram o desempenho necessário para aprovação e um deles categorizado como **bom** desistiu do curso.

Quadro 5. Resultados da média final e índices de aprovação de acordo com o projeto pedagógico do curso. A distribuição dos valores apresentados corresponde ao número de alunos, e entre parênteses a porcentagem.

Aprovados				Reprovados	
Média final	7,0 - 10,0	5,5 – 6,9	5,0 – 5,4	3,0 – 4,9	0 – 2,9
	4 (17,4 %)	8 (34,8 %)	3 (13,0 %)	4 (17,4 %)*	4 (17,4 %)

*Um estudante desistente no ultimo mês

5. CONCLUSÕES

Os instrumentos de avaliação *PEL* e *grade de observação* foram eficientes no acompanhamento da aprendizagem dos alunos no decorrer da disciplina de QAQ.

As correções e análises dos PELs permitiram o *feedback* possibilitando aos estudantes diagnóstico e superação de suas dificuldades, resultando na melhoria da aprendizagem. O PEL fez com que o estudante buscasse previamente as teorias, (conceitos) e informações para a execução dos experimentos. Sendo assim, o estudante teve mais tempo disponível para compreensão e interpretação das reações no laboratório. Na medida em que os conceitos foram apreendidos, com o aumento da complexidade gradativa dos PELs os conceitos científicos foram sistematizados pelos estudantes permitindo generalizações e o alcance dos objetivos da disciplina.

O processo de construção do conhecimento por parte dos alunos é gradual e varia conforme o nível de desenvolvimento real ou atual em que os estudantes se encontram. Foi observado que alguns estudantes com maiores dificuldades iniciais conseguiram superá-las alcançando bons desempenhos. Segundo Black e William (1998 apud FERNANDES, 2006, p. 39) “[...] Os alunos que mais se beneficiam da utilização deliberada e sistemática da avaliação formativa são os alunos que têm mais dificuldades de aprendizagem [...]”.

A *grade de observação* é um instrumento que permitiu diagnosticar os problemas durante o percurso da aprendizagem, e pode possibilitar intervenções imediatas, no sentido de orientar o estudante para a melhoria no desempenho dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. Dessa forma torna possível o acompanhamento no sentido de efetivar uma avaliação formativa. Para concluir a proposta desta GO será necessário validar o instrumento já reformulado por meio de juízes de observação, estendendo a outras disciplinas experimentais de química, com algumas modificações de acordo com as características experimentais das mesmas.

Os *PELs* e *grades de observação* complementam a avaliação realizada tradicionalmente na disciplina QAQ por meio de relatórios e provas, dessa forma reforçam o acompanhamento dos alunos contribuindo para a melhoria na aprendizagem e no processo de avaliação da disciplina.

6. REFERÊNCIAS

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

ALEXÉIEV, V. N. *Semimicroanálisis Químico Cualitativo*. URSS: Editorial Mir Moscú, 1975.

ALVIM, T. R; ANDRADE, J. C. A importância da Química Química Analítica nos cursos de Química das instituições de ensino superior brasileiras. *Química Nova*, v.29, n.1, p.168-172, 2006.

BLOOM, B. S; ENGELHART, M. D; FURST, E. J; HILL, W. H; KRATHWOHL, D. R. *Taxonomia de objetivos educacionais*: Domínio cognitivo. Porto Alegre: Globo, ed. 8ª ed., 1983.

BACCAN, N. et al. *Introdução à Semimicroanálise Qualitativa*. 7ª ed. Campinas: Editora da Unicamp, 1991.

BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, 1961. Disponível em site: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L4024.htm. Acesso em 19 de junho, 2014.

BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, 1968. Fixa as normas de organização e funcionamento do ensino superior e sua articulação com a escola média, e dá outras providências. Acesso em 19 de junho, 2014, de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L5540.htm

BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, 1996. Acesso em 19 de junho, 2014, de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm

BRASIL, Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara da Educação Superior. PARECER CNE/CES n. 1303/2001. Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de graduação em Química. Diário Oficial da União de 07/12/2001. Brasília, DF: MEC/CNE, 2001.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. *Características da investigação qualitativa*. In: *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora, p. 47-51. 1994.

CALEFI, R. M. O Ensino de Química Analítica Qualitativa na Graduação: sua importância e metodologias adotadas. Dissertação (Mestrado em Química)- Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 2010.

DELORS, J. *Educação um tesouro a descobrir*: relatório para UNESCO da comissão internacional sobre educação para o século XXI. São Paulo: Cortez, 5ª ed., p. 89-99, 2006

ESPIMPOLO, D. M. Estudo da construção de conhecimento na disciplina de Química Analítica Qualitativa e a inserção de íons de Terras Raras no processo de separação analítica de cátions. Dissertação (Mestrado em Química)- Departamento de Química. Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto. Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto- SP, 2013.

ESPIMPOLO, D. M; IAMAMOTO, Y; ABREU, D. G. Atividade Orientadora de Ensino e a apreensão de conhecimentos em Química. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*. v. 12, n.3. 2012.

FFCLRP/USP. Site:http://www.ffclrp.usp.br/posgraduacoes/pae/posgraduacao_pae.php. Pesquisa realizada em: 26 de Fevereiro de 2014.

FERNANDES, D. Para uma teoria da avaliação formativa. *Revista Portuguesa de Educação*, Universidade do Minho, Portugal, v. 19, n. 2, p. 21- 50. 2006.

FERRAZ, A. P. do C; BELHOT, R. V. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumentos para definição de objetivos instrucionais. *Gestão da Produção e Sistemas*. São Carlos, v. 17, n. 2, p. 421-431, 2010.

FRAZER, J. M.; A Pesquisa em Educação Química. *Química Nova*, v.5, p.126-127, 1982.

GALIAZZI, M. do CARMO; GONÇALVES, F. P. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em química. *Química Nova*, v. 27, n.2, p. 326-331, 2004

GIORDAN, M. O papel da experimentação do ensino de ciências. *Química Nova na escola*, n. 10, 1999.

GIROUX, H. A. *Os professores como intelectuais*: rumo à uma pedagogia crítica da aprendizagem. Trad. Daniel Bueno. Porto Alegre: Artmed, p. 11, 1997.

HADJI, Charles. *A avaliação, regras do jogo*: das intenções aos instrumentos. Trad. Júlia Lopes Ferreira e José Manuel Cláudio. Portugal: Porto Codex , 4ª ed., 1994. Coleção Ciências da Educação.

HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico Del trabajo de laboratório. *Enseñanza de las ciências*, v. 12, p. 299-313, 1994.

HOFFMANN, J. *Avaliação Mediadora: uma pratica em construção da pré-escola à universidade*. Porto Alegre: Mediação, 32^a ed., p.66, 2012.

LEITE, L. As actividades laboratoriais e a avaliação das aprendizagens dos alunos. In: SEQUEIRA, M. et al. (org). *Trabalho prático e experimental na educação em ciências*. Braga: Universidade do Minho, p. 91-108, 2000.

LUCKESI, C, C. Avaliação da Aprendizagem na Escola e a Questão das Representações Sociais. *Científica Eccos*, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 79-88. 2002. Disponível em site: <http://www.luckesi.com.br/artigosavaliacao>. Acesso em: 05 de Agosto de 2013.

LUDKE, M; ANDRÉ, M. E. D. A. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. São Paulo: Pedagógica e Universitária, 1986. Resenha de: MARFAN, M. A. *Em aberto, Brasília*, 2005. Disponível em site: www.rbep.inep.gov.br/index.php/emaberto/article/viewFile/2237/1505. Acesso em: 30 de Janeiro de 2014.

MATHIAS, S. Cem anos de Química no Brasil. Texto publicado no Suplemento do Centenário do jornal O Estado de São Paulo, n. 6, São Paulo, p. 5-69, fev, 1975.

MACHADO, A. H. Aula de química: discurso e conhecimento. Tese (Doutorado em Educação) - Departamento de metodologia de ensino, Faculdade de educação. Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, 1999.

MOELLER; T. ; O'CONNOR, R. *Ions in Aqueous Systems*. USA. Mac Graw-Hill, p. 26, 1972.

NETO, O. C. O trabalho de campo como descoberta e criação. In: MINAYO, M. C. de S; DESLANDES, S. F; NETO, O. C.; GOMES, R. *Pesquisa social: Teoria, método e criatividade*. 21^aed. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 2002.

PACHECO, J. A. *A avaliação dos alunos na perspectiva da reforma: propostas de trabalho*. Porto Editora. Portugal, v.5, 1994.

PROJETO POLÍTICO PEDAGÓGICO do curso de Licenciatura em Química. Departamento de Química da FFCLRP/USP. Disponível em: <http://www.ffclrp.usp.br/graduacoes/quimica/licenciaturaemquimica.php>. Acesso : 25 de Junho de 2014..

RHEINBOLDT, H. “*Orientação do Ensino da Química*”, Separata do Anuário da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, 1934-1935.

RHEINBOLDT, H. O Ensino Superior da Química. Ed.Ciência e Cultura, v. 03, n. 02, p. 125. 1951

SANTOS, W. L. P; PORTO, P. A. A pesquisa em ensino de química como área estratégica para o desenvolvimento da química. *Química Nova*, v.36, n.10, p.1570-1575, 2013.

SENISE, P. E. A Química na formação do químico. *Química Nova*, p.137-143, 1982.

SENISE, P. Reflexões sobre alguns aspectos da química analítica. *Química Nova*. p. 54-60, 1985.

SENISE, P. E. Rheinboldt, O Pioneiro, Centenário Heinrich Rheinboldt: 1891-1991 (P. Senise, editor). Univ. de São Paulo - Inst. de Química, 1993, São Paulo. p. 3-11.

SCHWARTZ, M; SCHWARTZ, C. G. Problems in Participant Observation. *American Journal of Sociology*, v. 60, p. 343-353, 1955.

VASCONCELLOS, C. S. dos. *Avaliação da aprendizagem: práticas de mudança- Por uma práxis transformadora*. Libertad. Coleção cadernos pedagógicos do Libertad, v.6, 2013.

VASCONCELLOS, C. S. dos. Metodologia dialética em sala de aula. *AEC*, n. 83. Abr-jun.1992.

VEIGA, I. P. A; SOUZA, M. H. V; GARBIN, N. O currículo como expressão do projeto político pedagógico nos cursos de graduação: teoria e pratica. In: *Desenvolvimento profissional docente: currículo, docência e avaliação superior*. Recife: Universitária da UFPE, p. 99-102, 2013.

VIANNA, H. M. *Avaliação educacional: Teoria-planejamento-modelos*. São Paulo: IBRASA. p. 26. 2000.

VIANNA, J. F.; SLEET, R. J.; JOHNSTONE, A. H. Designing an undergraduate laboratory course in general chemistry. *Química Nova*, v.22, 1999.

ZABALA, A. *A prática educativa- Como ensinar*. Porto Alegre: Artmed. p. 195-221, 1998.

ZANON, L. B.; SILVA, L. H. de A. A experimentação no ensino de ciências. In: SCHNETZLER, R. P.; De ARAGÃO, R. M.R (Org.). *Ensino de ciências: fundamentos e abordagens*. Campinas: CAPES/UNIMEP, p. 121- 153. 2000.

ZUCCO, C; PESSINE, F. B. T; ANDRADE, J. B. As diretrizes curriculares para os cursos de química. *Quimica nova*, v. 22, n.3, 1999

YOUNG, J. A. What should students do in the laboratory?. *Journal of Chemical Education*.v.45, n 12, p. 798- 800, 1968.

ANEXO I

PEL de reações químicas

1. Escreva as seguintes reações químicas como equações iônicas balanceadas:

- a) Ionização do ácido clorídrico em água.
- b) Reação de uma solução de cloreto de sódio e de nitrato de prata.
- c) Íons sulfato na presença de íons bário formando um sal muito pouco solúvel.
- d) Carbonato de cálcio em água.
- e) Dissolução de carbonato de cálcio em meio ácido.
- f) O dióxido de enxofre se dissolve em água formando uma solução ácida.
- g) Reação de uma solução de cloreto de ferro III com hexacianoferrato II de potássio formando um precipitado azul (Azul da Prússia – reação de identificação do íon ferro III)

2. Converter cada uma das equações moleculares abaixo em equações iônicas balanceadas. Lembre-se que algumas espécies são pouco solúveis e devem estar assinaladas com (s) de sólido.

- a) $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{BaSO}_4 + \text{Al}(\text{NO}_3)_3$
- b) $\text{CuCO}_{3(s)} + \text{HCl} \rightarrow \text{CuCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
- c) $\text{AlCl}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 + \text{HCl}$
- d) $\text{FeSO}_4 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NO} + \text{H}_2\text{O} + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$

ANEXO II

PEL do grupo I

1) Atividade preparatória para realização dos experimentos do grupo I. Leitura com **anotações no caderno de Laboratório** – Escrever a sequência das reações a serem executadas de forma esquemática (não copiar procedimento). Expressar as reações como equações iônicas quando pertinentes.

Entregar a resolução das questões abaixo:

1- Considerando os compostos dos tubos A e B em solução aquosa

Tubo A – Sulfato de sódio e cromato de potássio

Tubo B – Sulfato de potássio e cromato de sódio

Baseando-se na principal característica dos cátions do grupo I, dizer se estes compostos são solúveis em água. Caso sejam solúveis escreva as reações de solubilização (dissociação). Quais as espécies químicas presentes em cada tubo de ensaio? Comente sobre o resultado obtido comparando-os.

2- No teste de chama, se usa ácido clorídrico para limpar o fio de platina ao invés de ácido sulfúrico. Explique.

3- Descreva a reação de desprendimento da amônia no processo de eliminação do íon amônio.

ANEXO III

PEL do grupo II

I - Atividade preparatória para a realização dos experimentos do grupo II no CADERNO DE LABORATÓRIO

Objetivos do preparo do Caderno de Laboratório: Para que o estudante tenha tempo disponível para se dedicar à compreensão de cada reação durante a realização dos experimentos, de acordo com os itens 2 e 3 das Instruções Gerais de Laboratório já distribuído (parte destacada novamente no texto abaixo).

Orientação para esta atividade preparatória:

- Os procedimentos do manual de laboratório **não devem ser copiados**. Devem ser registrados de forma resumida (esquemática). Identificar os experimentos de acordo com a seqüência do Manual, etc. – deixando claro o objetivo de cada reação ou conjunto de reações: qual grupo será estudado? É uma reação de separação analítica? Ou de identificação? É amostra desconhecida?

Para cada reação reserve espaço para as anotações necessárias durante o experimento.

Orientação para as atividades de laboratório:

Antes de executar uma reação ou uma separação química, o aluno deverá conhecer as reações químicas envolvidas e questionar sempre porque se adiciona um dado reagente.

DURANTE O EXPERIMENTO:

- a) Anotar os resultados/observações de cada reação logo após realizá-la. **ESCREVER A EQUAÇÃO IÔNICA** da reação executada.
- b) **RESPONDER NO CADERNO** às questões formuladas do manual de laboratório.

II – Pré-exercícios para entregar resolvidos por escrito em folha avulsa

1. Na separação dos cátions do grupo II do grupo I com solução de carbonato de amônio, qual é a função do tampão $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ (pH 9)?

2. Comparando-se a solubilidade do BaCrO_4 , CaCrO_4 e SrCrO_4 , e os equilíbrios $\text{CrO}_4^{2-}/\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ qual seria o problema na separação do Ba^{2+} como BaCrO_4 de uma mistura de Ba^{2+} , Ca^{2+} e Sr^{2+} , se:

a) a solução estiver muito ácida;

b) a solução estiver muito alcalina.

ANEXO IV

PEL do grupo III

I – Orientação para atividade preparatória para a realização dos experimentos do grupo III no CADERNO DE LABORATÓRIO.

- Os procedimentos do manual de laboratório **não devem ser copiados**. Devem ser registrados de forma resumida (esquemática). Identificar os experimentos de acordo com a sequência do Manual, etc. – deixando claro o objetivo de cada reação ou conjunto de reações: qual grupo será estudado? É uma reação de separação analítica? Ou de identificação? É amostra desconhecida? **Para cada reação reserve espaço para as anotações necessárias durante o experimento.**

Antes de executar uma reação ou uma separação química, o aluno deverá conhecer as reações químicas envolvidas e questionar sempre porque se adiciona um dado reagente.

DURANTE O EXPERIMENTO:

- Anotar os resultados/observações de cada reação logo após realizá-la. **ESCREVER A EQUAÇÃO IÔNICA** da reação executada.
- Responder às questões formuladas no manual para entregar por escrito na aula seguinte à da prática realizada.

II – Pré-exercícios para entregar resolvidos por escrito em folha avulsa.

1. No processo de separação de cátions: Al^{3+} , Fe^{3+} e Pr^{3+} de Zn^{2+} , Mn^{2+} , Ni^{2+} e Mg^{2+} utilizou-se 20 gotas de HCl $6,0 \text{ mol L}^{-1}$ e 35 gotas de NH_3 $6,0 \text{ mol L}^{-1}$ (tampão $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ (pH 9). Escreva as reações que ocorrem de precipitação e de formação de complexos solúveis no sobrenadante. Analise os dados da Tabela 4.1 e explique quais cátions estarão como íons livres no sobrenadante, além dos íons complexos.

2. Escreva o nome e os símbolos dos elementos de Terras Raras consultando uma tabela periódica. As Terras Raras levam este nome, apesar de não serem consideradas “terras” e nem “raras”. Baseando-se no artigo *J. Braz. Chem. Soc., Vol. 22, No. 5, 809, 2011* (ver no Portal da disciplina) e em uma rápida pesquisa na web argumente sobre a importância da inclusão das TRs no programa do curso de Química.

ANEXO V

PEL de ânions

I – Orientação para atividade preparatória para a realização dos experimentos de ânions.

No CADERNO DE LABORATÓRIO.

- Os procedimentos do manual de laboratório **não devem ser copiados**. Devem ser registrados de forma resumida (esquemática). Identificar os experimentos de acordo com a sequência do Manual, etc. – deixando claro o objetivo de cada reação ou conjunto de reações. É uma reação de identificação preliminar ou para ser realizada no sobrenadante da reação de transposição? **Para cada reação reserve espaço para as anotações necessárias durante o experimento.**

Antes de executar uma reação, o aluno deverá conhecer as reações químicas envolvidas e questionar sempre porque se adiciona um dado reagente.

DURANTE O EXPERIMENTO:

- a) Anotar os resultados/observações de cada reação logo após realizá-la. **ESCREVER A EQUAÇÃO IÔNICA** da reação executada.
- b) Responder às questões formuladas no manual **em separado** para entregar por escrito na aula seguinte à da prática realizada.

II – Pré-exercícios para entregar resolvidos por escrito em folha avulsa.

- 1- Por que os ânions sulfeto, carbonato e sulfato interferem na identificação dos íons cloreto com íons prata? Como estas interferências poderiam ser eliminadas? Escreva as reações.
- 2- Qual a principal diferença, no teste preliminar entre os sais nitrato de sódio e nitrito de sódio, quando cada um destes reagem com ácido sulfúrico diluído? Expresse as reações quando ocorrem.

ANEXO VI

Quadro 3. Estrutura do processo cognitivo na taxonomia de Bloom – revisada.

- 1. Lembrar:** Relacionado a reconhecer e reproduzir ideias e conteúdos. Reconhecer requer distinguir e selecionar uma determinada informação e reproduzir ou recordar está mais relacionado à busca por uma informação relevante memorizada. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Reconhecendo e Reproduzindo.
- 2. Entender:** Relacionado a estabelecer uma conexão entre o novo e o conhecimento previamente adquirido. A informação é entendida quando o aprendiz consegue reproduzi-la com suas “próprias palavras”. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Interpretando, Exemplificando, Classificando, Resumindo, Inferindo, Comparando e Explicando.
- 3. Aplicar:** Relacionado a executar ou usar um procedimento numa situação específica e pode também abordar a aplicação de um conhecimento numa situação nova. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Executando e Implementando.
- 4. Analisar:** Relacionado a dividir a informação em partes relevantes e irrelevantes, importantes e menos importantes e entender a inter-relação existente entre as partes. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Diferenciando, Organizando, Atribuindo e Concluindo.
- 5. Avaliar:** Relacionado a realizar julgamentos baseados em critérios e padrões qualitativos e quantitativos ou de eficiência e eficácia. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Checando e Criticando.
- 6. Criar:** Significa colocar elementos junto com o objetivo de criar uma nova visão, uma nova solução, estrutura ou modelo utilizando conhecimentos e habilidades previamente adquiridos. Envolve o desenvolvimento de ideias novas e originais, produtos e métodos por meio da percepção da interdisciplinaridade e da interdependência de conceitos. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Generalizando, Planejando e Produzindo.

Fonte: Krathwohl, 2002; Ferraz e Belhot, 2010.

ANEXO VII

Universidade de São Paulo
Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto
Departamento de Química

Prezado Professor (a)

Considerando a sua experiência docente em aulas de laboratório de química, solicitamos a sua especial colaboração para atuar como *juiz de observação* no material em anexo - *grade de observação*. Este material é um dos instrumentos de avaliação utilizado no projeto de mestrado de *Renata Bernardo Araújo* “*Instrumentos de Avaliação na Atividade Experimental da Disciplina de Química Analítica Qualitativa (QAQ)*”, sob orientação da Professora *Yassuko Yamamoto*, docente do Departamento de Química da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto (FFCLRP - USP).

Este projeto tem como um dos objetivos acompanhar o processo avaliativo na disciplina, propor e aplicar grades de observação. O instrumento possibilita a avaliação dos alunos em atividades de laboratório e contribui para o acompanhamento e avaliação da aprendizagem dos alunos referente aos aspectos dos domínios cognitivos, psicomotor e afetivos. Esses domínios podem ser expressos também como conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. Pretende-se verificar a habilidade técnica utilizada nos procedimentos, no manuseio dos materiais, observação dos fenômenos, linguagem química, expressão das reações, consciência ambiental, segurança, comunicação entre pares, e outros.

Desta forma solicitamos a sua colaboração para emitir um parecer como juiz de observação sobre cada um dos itens e sub-itens da grade de observação, considerando os aspectos dos domínios (conteúdos) mencionados acima: se para o observador as questões estão elaboradas com clareza, coerência, e sem dupla interpretação ou sugerir melhorias na redação.

Desde já agradecemos a sua importante colaboração com esta pesquisa.

Atenciosamente

Prof. Dra. Yassuko Yamamoto
Docente e orientadora do Programa de
Pós-graduação em Química da FFCLRP/USP

Pesquisadora: Renata Bernardo Araújo
Aluna de Mestrado em Química da FFCLRP/USP

APÊNDICE

ESTÁGIO PAE

O Programa de Aperfeiçoamento de Ensino (PAE) é regulamentado pela portaria GR 3588, de 10 de maio de 2005, e está destinado aos alunos de pós-graduação da Universidade de São Paulo nos cursos de mestrado e doutorado. E tem como objetivo aprimorar a formação do pós-graduando para atividade didática de graduação, o programa consiste em duas etapas: *Preparação pedagógica e Estágio supervisionado em docência*. A etapa de Preparação Pedagógica pode ser proporcionada conforme uma das três modalidades a seguir, de acordo com a estrutura definida pela Comissão PAE de cada unidade de ensino. Na primeira modalidade a preparação pedagógica pode ser oferecida como uma disciplina de pós-graduação oferecendo créditos, cujo contexto estará voltado para as questões da Universidade e do Ensino Superior; na segunda modalidade, como conjunto de conferências, com especialistas da área de Educação, tendo como temas as questões de ensino superior; na terceira modalidade, como núcleo de atividades envolvendo preparo de material didático, discussões de curriculum, de ementas de disciplina e planejamentos de curso.

E na ultima etapa o Estágio Supervisionado em Docência é realizado em disciplinas de graduação, o interessado em realizar o estágio, deve se inscrever na unidade de ensino da área de conhecimento relativa ao seu curso. O programa é opcional aos alunos de pós-graduação da Universidade, com exceção aos alunos que são contemplados pela bolsa demanda social da CAPES, cujo regulamento solicita a realização do estágio (FFCLRP/USP, 2014). O estudante de pós- graduação poderá participar do estágio PAE com remuneração ou como voluntário.

Neste contexto, a mestranda cursou uma disciplina no programa de pós-graduação em Química, como preparação pedagógica do estágio PAE em um semestre, que proporcionou reflexões e subsídios teóricos sobre docência no ensino superior e compôs créditos em seu histórico de mestrado. No semestre posterior realizou o Estágio Supervisionado na disciplina de QAQ do curso de graduação Licenciatura em Química, na referida disciplina a aluna como estagiária PAE adquiriu conhecimentos relativos ao ensino superior e desenvolveu seu trabalho de mestrado.