

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

INSTITUTO DE QUÍMICA

DANIELE PRESTES DANIEL

**GESTÃO E TRATAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS: UMA PROPOSTA A
PARTIR DA METODOLOGIA DE ESTUDOS DE CASO**

Porto Alegre, 2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

INSTITUTO DE QUÍMICA

DANIELE PRESTES DANIEL

**GESTÃO E TRATAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS: UMA PROPOSTA A
PARTIR DA METODOLOGIA DE ESTUDOS DE CASO**

Trabalho de conclusão apresentado
junto à atividade de ensino “Trabalho
de Conclusão de Curso - QUI” do
Curso de Química, como requisito
parcial para a obtenção do grau de
Licenciada em Química

Prof. Dra. Camila Greff Passos

Orientadora

Porto Alegre, 2018

AGRADECIMENTOS

Gostaria de iniciar agradecendo imensamente à minha orientadora, Camila Greff Passos, pela oportunidade de trabalhar com uma pessoa tão especial. Agradeço por todos os ensinamentos, todas as tardes de discussão acerca de direcionamentos do trabalho, assessoramentos para TCC, estágio e tudo o mais. Obrigada por me escolher como tua orientanda, foi um prazer imenso trabalhar contigo.

Também agradeço pela oportunidade de desenvolver as atividades de Estudos de Caso na disciplina de Introdução à Química. Professoras Camila e Carla Sirtori, obrigada por todas as dicas, lanches da tarde e debates sobre tudo.

Agradeço à CAPES, pelo financiamento da pesquisa.

Agradeço aos meus pais, Denise e Carlos, por serem pais maravilhosos que sempre me acompanharam, me apoiaram nas minhas escolhas e foram extremamente pacientes com todo o tempo que dediquei às atividades do curso de forma geral.

Aos meus amigos do bacharelado e da licenciatura em química, por toda a cumplicidade e amizade durante esses anos de graduação. Um agradecimento especial ao Bruno, Eduam, Maurício e Vanessa por estarem sempre disponíveis a me ajudar, inclusive nos ajustes deste TCC. Ter cursado a química com vocês fez toda a diferença! Obrigada por tudo!

Agradeço também ao meu padrinho Rei, por cada conselho sábio, por cada abraço apertado, por cada risada dada e confiança depositada em mim. Sem o senhor, eu não teria conseguido avançar. Obrigada, padrinho, que o senhor brilhe na sua nova estrela.

E por fim, agradeço imensamente pela lua de São Jorge, que será a minha guia no Brasil de Norte a Sul.

**“Here’s to the future,
hear the cry of youth.”
(Queen)**

RESUMO

Neste trabalho de conclusão consta uma análise acerca das contribuições da utilização da metodologia de Estudos de Caso quanto ao desenvolvimento de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais relativos à temática de gestão e tratamento de resíduos químicos por parte dos alunos do curso de Licenciatura em Química – Noturno da UFRGS, cuja atividade foi desenvolvida ao longo de 4 encontros e aplicada na turma de QUI01168 – Introdução à Química no segundo semestre de 2018. Para isto, três casos foram desenvolvidos para a atividade, contemplando três diferentes áreas da química. Os dados foram coletados e analisados através de uma triangulação diário de campo – produções dos estudantes – questionário final. Os resultados finais apontam que a atividade com uso da metodologia de Estudos de Caso favoreceu o desenvolvimento de tais conteúdos, principalmente quanto ao trabalho em grupo, comunicação oral, busca por referenciais teóricos e descarte de resíduos químicos.

Palavras-chave: Estudos de caso, Ensino e aprendizagem de Química, Gestão e tratamento de resíduos químicos.

ABSTRACT

In this work, we present an analysis about the contributions of the use of the Case Study methodology in the development of conceptual, procedural and attitudinal contents related to the management and treatment of chemical residues by the students of the Licentiate course in Chemistry - Nocturnal of UFRGS, whose activity was developed during 4 meetings and applied in the class of (QUI01168) - Introduction to Chemistry in the second half of 2018. For this, three cases were developed for the activity, contemplating three different areas of chemistry. The data were collected and analyzed through a triangulation daily field - student productions - final questionnaire. Whose final results point out that the activity using the Case Studies methodology favored the development of such content, mainly regarding group work, oral communication, search for theoretical references and disposal of chemical residues.

Keywords: Cases Study, Teaching and Learning Chemistry, Chemical waste management and treatment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Recorte de imagem da apresentação de introdução aos Estudos de Caso.	25
Figura 2 - Recorte de imagem da apresentação de introdução aos Estudos de Caso.	25
Figura 3 - Recorte do caso 3, que trata do Método de Mohr, e elementos presentes característicos de um bom caso, segundo a bibliografia.	27
Figura 4 - Análise das respostas dos alunos sobre a idade.	29
Figura 5 - Análise das respostas dos alunos sobre o gênero.	30
Figura 6 - Análise das respostas dos alunos sobre atuação na área de química e afins.	30
Figura 7 - Análise das respostas dos alunos sobre Ensino Técnico e Ensino Superior.	31
Figura 8 - Análise das respostas dos alunos sobre a frequência de aulas experimentais em suas aulas no Ensino Médio.	32
Figura 9 - Recorte de resolução de caso por alunos da turma de (QUI01168) Introdução à Química I.	38
Figura 10 - Recorte de caso resolvido por alunos da turma de (QUI01168) – Introdução à Química II.	39
Figura 11 - Recorte de caso resolvido por alunos da turma de (QUI01168) – Introdução à Química III.	42
Figura 12 – Grau de concordância dos participantes frente às afirmativas sobre conteúdos procedimentais e atitudinais desenvolvidos.	45
Figura 13 - Recorte de resposta do questionário final I.	46
Figura 14 - Grau de concordância dos participantes frente às afirmativas sobre os casos propostos.	47
Figura 15 - Recorte de resposta do questionário final II.	48
Figura 16 - Recorte de resposta do questionário final III.	48
Figura 17 - Recorte de resposta do questionário final IV.	49
Figura 18 - Grau de concordância dos estudantes quanto às afirmativas da autoavaliação.	49
Figura 19 - Recorte de resposta de questionário final V.	50
Figura 20 - Recorte de resposta de questionário final VI.	51

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	OBJETIVOS	10
3	REVISÃO DA LITERATURA	11
3.1	Estudos de Caso	11
3.2	Estudos de Caso na Educação Superior Brasileira	12
4	REFERENCIAL TEÓRICO	18
4.1	Apontamentos da Legislação Brasileira cerca da formação de profissionais de química	18
4.2	Resíduos Químicos, Tratamento e Princípio dos 3 Rs	19
4.3	Conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais	22
5	METODOLOGIA DE PESQUISA	24
5.1	Sequência didática realizada	25
5.2	Elaboração dos casos	27
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
6.1	Análise do Perfil dos Estudantes	30
6.2	Produções dos alunos	33
6.3	Análise do Questionário Final	44
7	CONCLUSÕES	54
	REFERÊNCIAS	56
	APÊNDICES	59
	APÊNDICE A	59
	APÊNDICE B	60
	APÊNDICE C	61
	APÊNDICE D	63

1 INTRODUÇÃO

Este Trabalho de Conclusão de Curso apresenta os resultados de uma pesquisa realizada durante o ano de 2018, com estudantes ingressantes do curso de Licenciatura em Química Noturno da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), sobre a utilização da metodologia de Estudos de Caso com a temática de gestão e tratamento de resíduos químicos. A temática em questão foi escolhida devido à importância de seu conhecimento por parte de um profissional da área de química que, durante a sua carreira, enquanto estudante de graduação ou profissional docente encontrará diversas situações dilema quanto à condução de suas aulas experimentais, reagentes empregados, manuseio destes, resíduos gerados, sua destinação e descarte correto, etc.

No entanto, no tocante às atribuições profissionais de um licenciado em química, os itens 8. Produção, Tratamentos de Resíduos; 9. Operação e Manutenção de Equipamentos; e 10. Controle de Operações e Processos não constam na lista de atribuições acreditadas ao licenciado em Química pelo Conselho Regional de Química da 5ª região (CFQ, 1974). Criase, portanto, um problema, visto que um profissional docente de química será um condutor de aulas experimentais ao longo de sua carreira, lidando com a problemática relacionada a reagentes e resíduos.

Neste âmbito, este trabalho busca investigar as contribuições da utilização da metodologia de Estudos de Caso a partir da referida temática, no intuito de contribuir para discussões sobre a necessidade de formação dos licenciandos quanto aos aspectos teóricos e práticos do tratamento e gestão de resíduos químicos.

A metodologia de ensino Estudos de Caso destaca-se por proporcionar não somente o aprendizado de conteúdos químicos, mas também possibilitar aos estudantes um contato com um tipo de atividade que os estimule a desenvolver conteúdos procedimentais e atitudinais, tais como o aprimoramento de habilidades de escrita, comunicação oral, desenvolvimento de argumentação, incentivo à pesquisa, criticidade, tomadas de decisões frente a situações-problema, promoção da realização de atividades de trabalho em grupo, entre outras (PASSOS *et al.* 2018). O desenvolvimento de uma atividade formativa que utiliza dos Estudos de Caso pode, portanto, promover o desenvolvimento do perfil de um profissional reflexivo, crítico e criativo, que possa lidar com situações cotidianas a partir de sua própria iniciativa, utilizando de conhecimentos químicos e de propostas que o levem à solução desejada (SÁ; QUEIROZ, 2010).

Também como motivação para a utilização desta temática, utilizou-se de referências encontradas na Legislação Brasileira sobre as normativas ambientais, onde é possível encontrar leis como: Lei Nº 6.938 (BRASIL, 1981) e Lei Nº 9.605 (BRASIL, 1988), que apresentam, respectivamente, algumas considerações sobre a Política Nacional do Meio Ambiente e suas implicações, e as penalidades atribuídas a crimes ambientais de qualquer natureza. Já na Lei Nº 9.795 (BRASIL, 1999), encontra-se as premissas para o desenvolvimento da educação ambiental em contexto escolar.

O princípio dos 3 R's – Reduzir, Reciclar e Reutilizar, apresentados na Agenda 21 da ECO92 apresenta-se como pilar para a discussão da temática de gestão e tratamento de resíduos químicos a ser explorada pelos estudantes na solução dos casos. Pensar a qualificação de educadores, com ênfase na formação ambiental, é problematizar os processos que constituem momentos de práxis educativa – desde os cursos de formação inicial e continuada até processos não formais (DICKMANN; CARNEIRO, 2012).

Além deste capítulo introdutório, no capítulo 2 são apresentados os objetivos deste trabalho, seguidos da revisão bibliográfica apresentada no capítulo 3 com apontamentos para o uso da metodologia de Estudos de Caso no ensino superior. O capítulo 4 segue no referencial teórico, apresentando o aporte encontrado na legislação brasileira para a utilização desta temática de resíduos químicos; o tratamento e o princípio dos 3 R's e o referencial acerca dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. O capítulo 5 inicia tratando da metodologia de pesquisa realizada, seguido da sequência didática realizada e os parâmetros para a criação dos casos utilizados. Os resultados da pesquisa podem ser encontrados no capítulo 6, contendo a minha análise sobre a atividade realizada e os dados obtidos das produções dos alunos. O último capítulo apresenta as conclusões finais deste trabalho.

2 OBJETIVOS

Tem-se como objetivos deste trabalho, analisar se a metodologia de Estudos de Caso empregada pode contribuir para a formação dos estudantes ingressantes no curso de Licenciatura em Química da UFRGS no semestre de 2018/2, quanto ao desenvolvimento de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais sobre gestão e tratamento de resíduos químicos.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 OS ESTUDOS DE CASO

O método de Estudos de Caso trata de uma metodologia de ensino variante da Aprendizagem Baseada em Problemas (do inglês *Problem Based Learning*, PBL). A PBL teve sua origem no final dos anos 60, na Escola de Medicina da Universidade de McMaster, no Canadá, e logo se difundiu para outras faculdades de medicina em diversos países (SÁ, QUEIROZ, 2010). Tal método consiste em expor o aluno a situações conflitantes reais que utilizem dos conhecimentos previamente adquiridos por parte do aluno, para promover tomadas de decisões que levem à resolução do problema apresentado e aprendizado dos conteúdos abordados. Trata-se de um método cujas atividades são desenvolvidas de forma autônoma pelo estudante, fazendo com que o papel do professor seja de orientar os estudantes a trabalhar com os fatos e análises do problema, para então considerar possíveis soluções e consequências de suas ações (HERREID, 1994). O PBL traz, na maioria de suas variações, o cumprimento das seguintes etapas por parte do estudante: Identificação e definição do problema; acesso, avaliação e uso de informações necessárias à solução do problema e apresentação da mesma.

Uma variação popular do PBL é o método de Estudos de Caso. Para além das características de desenvolvimento do PBL que englobam a atuação dos estudantes para solução de um problema com questões reais de forma autônoma, este método traz em sua marca a fomentação de desenvolvimento de habilidades tais como escrita, leitura, trabalho em grupo, entre outros. O método é apresentado na forma de narrativas ou de qualquer descrição de eventos, que são denominados casos, cujo contexto deverá encaminhar os estudantes para o levantamento de hipóteses e tomada de decisão final para a resolução do caso (SÁ, QUEIROZ, 2010).

Os Estudos de Caso são empregados em diversas áreas para além da medicina, como direito, administração, economia e outros. Na área de ciências, especificamente na química, o artigo intitulado *The Case Study Method* (JONES, 1975) já apresentava nos anos 70 os benefícios da utilização desta metodologia de ensino como uma técnica capaz de correlacionar conteúdos químicos com problemas atuais da sociedade. A popularidade do método no ensino de ciências veio, no entanto, nos anos 90, principalmente com a publicação do artigo *Case studies in science – a novel method of science education* (HERREID, 1994) no

Journal of College Science Teaching, o primeiro da temática a ser publicado na revista, levando à criação de uma seção denominada *The Case Study*. Segundo Herreid, o uso de Estudos de Caso em ciências devem encorajar os estudantes a criticamente avaliar histórias sobre ciências que ouvem na mídia, a ter uma atitude mais positiva sobre ciência, entender o processo científico e suas limitações, e estar apto a questionar mais sobre questões críticas durante debates de políticas públicas (HERREID, 1994).

Em 1998 foi criada uma seção na revista *Journal of Chemical Education* denominada *Teaching with problems and case studies*. Desde então, a publicação de artigos do tema vem sendo mais frequente, e sua aplicação tem sido recorrente em turmas de alunos de Ensino Superior, Ensino Técnico e da Educação Básica, com enfoque majoritário para os dois primeiros. O item 3.2 aponta estes dados.

3.2 OS ESTUDOS DE CASO NA EDUCAÇÃO SUPERIOR BRASILEIRA

Os primeiros relatos da utilização da metodologia de Estudos de Caso no Ensino Superior em química no Brasil são dois artigos publicados no periódico *Química Nova* de 2007 (PASSOS *et al.* 2018). Ambos foram publicados pelas autoras Luciana Passos Sá e Salete Linhares Queiroz e têm como títulos “Estudos de Caso em Química” e “Promovendo a argumentação no Ensino Superior em Química”. Tal como realizado em (PASSOS *et al.* 2018), realizou-se uma pesquisa a fim de identificar os direcionamentos do uso da metodologia de Estudos de Caso no Ensino Superior no Brasil. Para tal, buscou-se em dois grandes congressos da área de ensino de ciências – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) e – Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ) – nos períodos de 2009 a 2017 e 2010 a 2016, respectivamente, os trabalhos enviados para apresentação contendo a temática da metodologia de Estudos de Caso. Para realizar a busca nos anais dos congressos, utilizou-se das seguintes palavras-chave na ferramenta de busca: “Estudo de Caso”, “Estudos de Caso” e “Casos Investigativos”. Nesta pesquisa foram considerados apenas trabalhos completos. A síntese dos resultados obtidos da pesquisa encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1. Dados sobre trabalhos completos apresentados no ENPEC (2017 - 2009) e ENEQ (2018-2010) com a temática de Estudos de Caso.

Evento	Nº de trabalhos de EC publicados	Nível de Ensino de maior ocorrência
XI ENPEC (2017)	4	Ensino Superior (2)
X ENPEC (2015)	4	Ensino Superior (2)
IX ENPEC (2013)	2	Ensino Superior (1), Minicurso (1)
VIII ENPEC (2011)	3	Ensino Superior (2)
VII ENPEC (2009)	- (**)	-
XVIII ENEQ (2016)	8	Ensino Superior (5)
XVII ENEQ (2014)	- (*)	-
XVI ENEQ (2012)	2	Ensino Superior (1), Ensino Médio (1)
XV ENEQ (2010)	- (**)	-
E		
XIV ENEQ (2008)		
TOTAL	23	13 (Ensino Superior)

(*) Não foi possível acessar as atas do XVII ENEQ (2014), uma vez que o site do evento se encontrava fora do ar até o final deste levantamento de dados.

(**) Não foram encontrados trabalhos completos publicados nos anais do VII ENPEC (2009), XV ENEQ (2010) e XIV ENEQ (2008).

Buscou-se também avaliar estes trabalhos quanto ao seu conteúdo. Para isto, tópicos como a sequência didática realizada, principais resultados e dificuldades enfrentadas foram analisados nos trabalhos que envolvem a temática de Estudos de Caso aplicada ao Ensino Superior. Os resultados são sintetizados na Tabela 2.

Tabela 2. Dados sobre os trabalhos encontrados no levantamento bibliográfico.

Trabalho	Evento	Conteúdo
1. Resolução de caso investigativo por graduandos em química: habilidades de comunicação em foco (CABRAL; SOUZA, 2017)	XI ENPEC (2017)	Aprimoramento de habilidades de escrita, leitura e comunicação oral.
2. Noções básicas de segurança no trabalho com radiações: uma abordagem para calouros por meio do método de Estudo de Caso (SILVA; SALGADO, 2017)	XI ENPEC (2017)	Segurança no trabalho - Radiações
3. Uma análise de textos argumentativos de graduandos em química (SOUZA; QUEIROZ, 2015)	X ENPEC (2015)	Argumentação
4. Casos investigativos e o ensino de cromatografia líquida de alta eficiência (FRANCISCO; BENITE, 2015)	X ENPEC (2015)	Química analítica - Cromatografia
5. O caso do tacho de cobre: ações e compreensões de professores de Química em formação e o ensino de CTS (GONDIM; PINHEIRO, 2013)	IX ENPEC (2013)	Abordagem CTS
6. As Contribuições do Método de Estudo de Casos para o Desenvolvimento de Habilidades (SILVA; SILVA, 2011)	VIII ENPEC (2011)	Atuação do Químico
7. Contribuições na Argumentação e do Estudo de Casos para o Ensino de Ciências: Uma análise sob a perspectiva de Stephen Toulmin (SILVA <i>et al.</i> 2011)	VIII ENPEC (2011)	Argumentação
8. Análise de interações colaborativas em ambiente virtual de aprendizagem: foco na argumentação de graduandos em química. (SANTOS; QUEIROZ, 2016)	XVIII ENEQ (2016)	Argumentação
9. Estudo de Casos baseado em resolução de problemas: uma metodologia para a aprendizagem de corrosão na área de petróleo e gás com alunos do Ensino Superior. (LIMA; SARMENTO; CRUZ, 2016)	XVIII ENEQ (2016)	Eletroquímica - corrosão
10. Estudo de Casos e desenvolvimento da argumentação sobre questões sociocientíficas por estudantes de Química Geral da Universidade Federal de Viçosa (MG) (SANTOS; SILVA; SOUZA, 2016)	XVIII ENEQ (2016)	Argumentação

11. Estudo de Casos sobre a química dos carboidratos: contribuições para a formação profissional dos estudantes de química da UFRGS (PASSOS, K; CAMPO; PASSOS, C. 2016)	XVIII ENEQ (2016)	Química orgânica de biomoléculas - carboidratos
12. Identificação e caracterização de estratégias enunciativas entre estudantes de química em nível superior. (SILVA; FRANCISCO, 2016)	XVIII ENEQ (2016)	Química orgânica – Reatividade de compostos orgânicos
13. Estudo de caso por meio de experimentação: uma atividade para o ensino de métodos eletrolíticos. (FRANCISCO, 2012)	XVI ENEQ (2012)	Química Analítica – Métodos eletrolíticos

É notável a produção de trabalhos que tratam de atividades que apresentam e utilizam da metodologia de Estudos de Caso para o desenvolvimento de habilidades, em especial da argumentação (trabalhos 3, 7, 8, 10 na Tabela 2). Muitos destes trabalhos apresentam os resultados de sua aplicação em turmas de alunos de graduação em química que estão cursando disciplinas iniciais do curso, de 1º e 2º semestre (trabalhos 2, 3, 6, 7 e 10 na Tabela 2), o que demonstra uma preocupação dos professores ministrantes das disciplinas em fomentar o desenvolvimento destes princípios formativos desde as etapas iniciais dos cursos. Além de promover o desenvolvimento de habilidades e também para favorecer o conhecimento sobre as aplicações práticas dos conhecimentos acadêmicos, sendo que este pode também ser percebido nos trabalhos que apresentam a utilização da metodologia em disciplinas de conteúdos de química específicos (trabalhos 2, 4, 9, 11, 12 e 13 da Tabela 2), com destaque às temáticas da química analítica e química orgânica. O desenvolvimento de uma atividade de Estudos de Caso nestas disciplinas pode tornar o estudo dos assuntos mais agradável e menos maçante, fazendo com que os alunos reflitam a cada nova etapa de conceitos aprendidos e aplicando-os a situações reais.

Em diversos relatos, as atividades que utilizam da metodologia têm sido aplicadas através de uma mesma sequência didática composta por 4 etapas, sendo estas: apresentação do tema em questão a se trabalhar e da metodologia de ensino; apresentação dos casos de forma expositiva e divisão dos grupos; levantamento de propostas; e apresentação final para a turma. Salvo alguns trabalhos realizados em plataformas *on-line*, tal como é no caso da utilização da plataforma eduqui.info explorada no artigo 8, onde o exercício da argumentação

e contra argumentação dos grupos foi totalmente virtual; como no artigo 1; com o uso do Ambiente de Aprendizagem Virtual (AVA) por 60 dias para comunicação entre os graduandos; e também no artigo 5, no qual os alunos deveriam realizar a pesquisa sobre as informações acerca do caso e apresenta-lo na forma de júri. Assim, pode-se tomar a sequência didática com as 4 etapas como padrão, sendo frequentemente utilizada nos artigos analisados (Tabela 1 e 2). De forma geral, os artigos não costumam tratar das dificuldades enfrentadas ao longo das atividades, e apontam em seus principais resultados o favorecimento do desenvolvimento de habilidades e conteúdos com a utilização da metodologia.

O artigo intitulado “Tendências na Abordagem do Método de Estudo de Casos no Ensino-aprendizado das Ciências: Um Olhar Para o Ensino de Química” (FREITAS; CAMPOS, 2016) apresenta uma revisão bibliográfica de trabalhos que apresentam a utilização da metodologia de Estudos de Caso para o ensino de química no período de 2006 a 2015. A busca da base de dados foi realizada nos anais dos eventos ENPEC e ENEQ, nos periódicos internacionais *Journal of Chemical Education*, *Journal College Science Teaching* e na *Revista Electrónica Enseñanza de las Ciencias*, bem como em três periódicos nacionais: *Investigações em Ensino de Ciências*, *Química Nova na Escola* e *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*. Foram encontrados 172 trabalhos, uma vez que a palavra-chave para a busca dos autores foi “estudo de caso”, que não leva a diferenciação do estudo de caso enquanto método de pesquisa e enquanto metodologia de ensino. O somatório de trabalhos encontrados para a aplicação da metodologia nos anais do ENPEC e ENEQ é igual a 29. Atribui-se a diferença deste número para o encontrado neste trabalho de conclusão de curso devido ao fato de não ter sido possível acessar os anais do VII ENPEC, bem como a especificidade de análise dos trabalhos completos. Nos periódicos internacionais foram encontrados 109 trabalhos que tratam da metodologia de ensino, enquanto que nos nacionais foram encontrados 10. Estes dados, em consonância com os apresentados nas Tabelas 1 e 2 evidenciam que a aplicação da metodologia vem se expandindo, porém de maneira vagarosa e majoritariamente voltada para o Ensino Superior, uma vez que um grande fator motivador foi a publicação recente dos artigos publicados pela Luciana Sá e Salete Queiroz em 2007. Também a publicação de trabalhos com esta temática em anais de congressos como o ENPEC e o ENEQ contribuiu para a popularização da utilização da metodologia (FREITAS, CAMPOS, 2016).

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 APONTAMENTOS DA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA ACERCA DA FORMAÇÃO DE PROFISSIONAIS DE QUÍMICA

O Parecer CNE/CES 1.303/2001 (BRASIL, 2001) trata dos currículos vigentes de química como

[...]currículos vigentes que estão transbordando de conteúdos informativos em flagrante prejuízo dos formativos, fazendo com que o estudante saia dos cursos de graduação com ‘conhecimentos’ já desatualizados e não suficientes para uma ação interativa e responsável na sociedade, seja como profissional, seja como cidadão. (BRASIL, 2001)

E propõe que o currículo deve então ser um promotor de autonomia por parte dos estudantes, para que não fiquem tão presos a um currículo inflexível e aprendam a desenvolver as suas habilidades da melhor maneira possível, de forma que o estudante construa o conhecimento por si só. No tocante à formação pessoal do perfil dos formandos de licenciatura em química apresentada, destaco:

Possuir capacidade crítica para analisar de maneira conveniente os seus próprios conhecimentos; assimilar os novos conhecimentos científicos e/ou educacionais e refletir sobre o comportamento ético que a sociedade espera de sua atuação e de suas relações com o contexto cultural, socioeconômico e político. (Brasil, 2001)

Bem como:

Ter interesse no auto aperfeiçoamento contínuo, curiosidade e capacidade para estudos extracurriculares individuais ou em grupo, espírito investigativo, criatividade e iniciativa na busca de soluções para questões individuais e coletivas relacionadas com o ensino de Química, bem como para acompanhar as rápidas mudanças tecnológicas oferecidas pela interdisciplinaridade, como forma de garantir a qualidade do ensino de Química. (BRASIL, 2001).

A Lei nº 9.394 (BRASIL, 1996) estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Também chamada de Lei de Diretrizes e Bases ou somente LDB, esta estabelece no art.43 que a educação superior tem por finalidade, entre outras de “estimular a criação cultural e o desenvolvimento do espírito científico e do pensamento reflexivo” e “atuar em favor da universalização e do aprimoramento da educação básica, mediante a formação e a capacitação

de profissionais, a realização de pesquisas pedagógicas e o desenvolvimento de atividades de extensão que aproximem os dois níveis escolares”.

Entende-se que os objetivos almejados pelo desenvolvimento de uma atividade com a metodologia de Estudos de Caso possibilite a construção do perfil profissional de um licenciado em química como apontado na legislação acima, visto que estimula o espírito investigativo do estudante (e no caso, futuramente professor) a pensar criticamente acerca de propostas de situações conflituosas cujos desfechos não são reféns de um imediatismo, mas que esperam do profissional que utilize de suas habilidades de forma a visualizar uma determinada situação, avalie-a com criticidade e elencar pontos problemáticos e vias de resolução, convergindo também com a proposta de um currículo que preze os conteúdos formativos.

4.2 RESÍDUOS, GERENCIAMENTO E TRATAMENTO, PRINCÍPIO DOS 3 R's

O nome resíduo é dado a qualquer substância ou objeto de que o ser humano pretende desfazer-se por não lhe reconhecer utilidade (SCHWARZ, 2017). Muitas vezes o termo tem seu significado confundido com o de rejeito, dado que ambos são provindos de algum tipo de atividade; no entanto, segundo a definição apontada na Lei 12.305 (BRASIL, 2010), rejeitos são resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentam outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada.

Segundo a NBR 10.004:2004, a classificação de resíduos envolve a identificação do processo ou atividade que lhes deu origem, de seus constituintes e características, e da comparação destes constituintes com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido. Os resíduos sólidos, semi-sólidos e aquosos, provindos de diferentes origens (tais como de origem industrial, hospitalar, doméstico, agrícola, etc.) são classificados também segundo a norma NBR 10.004:2004, que dita que os resíduos serão: a) de classe I – Perigosos; b) de classe II – Não perigosos; c) de classe II A – Não inertes e d) de classe II B – Inertes. À classe I são atribuídos os resíduos que apresentam as seguintes propriedades: Inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade. À classe II A pertencem os resíduos que apresentam propriedades como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água. Na classe II B estão os resíduos que, quando

solubilizados em água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, não são solubilizados a concentrações superiores a alguns padrões de potabilidade da água.

Dadas as definições acima, gerenciar resíduos químicos implica uma ação impulsionada por razões que englobem em questões éticas, como a defesa da vida humana, da fauna e da flora, e do incentivo à diminuição do consumismo. A preocupação com ações que impulsionem a defesa do meio ambiente e promovam o desenvolvimento sustentável tornou-se evidente no século XX, tal como foi a ECO-92, realizada no Rio de Janeiro. Em sua proposta, o desenvolvimento sustentável dos países deveria apresentar as questões econômicas e socioambientais reunidas. O documento criado a partir da ECO-92 intitulado Agenda 21 traz todas as propostas de ações a serem tomadas pelos países a fim de promover esse desenvolvimento sustentável.

O termo desenvolvimento sustentável abriga um conjunto de pressupostos para o uso dos recursos que visam atender as necessidades humanas, e que leve em conta os limites físicos do ambiente. Assim, tem se tornado uma preocupação social através do reconhecimento internacional de inúmeros e preocupantes problemas contemporâneos (MARQUES *et al*, 2013). O Relatório Brundtland, também chamado como *Our Common Future*, apresenta o conceito de desenvolvimento sustentável, como assinalado no trecho:

[...] Na sua essência, o desenvolvimento sustentável é um processo de mudança no qual a exploração dos recursos, o direcionamento dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional estão em harmonia e reforçam o atual e futuro potencial para satisfazer as aspirações e necessidades humanas. (*World Commission on Environmental and Development*, 1987).

O mesmo relatório aponta que o desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que encontra as necessidades atuais sem comprometer a habilidade das futuras gerações de atender suas próprias necessidades (*World Commission on Environmental and Development*, 1987).

O princípio dos 3R's, produto destes debates apresentados na Agenda 21, reúne os três pilares para o desenvolvimento sustentável. Reduzir, reutilizar e reciclar são ações a serem realizadas por toda a sociedade como compromisso de se garantir um mundo melhor para todos. O ato de reduzir implica na diminuição do consumo de produtos e opção por aqueles que possuem maior durabilidade. Reutilizar implica em usar novamente um mesmo produto e ressignificá-lo a novas funções quando possível. Por fim, a reciclagem implica na

transformação de um material para a produção de novos. Juntos, tais ações implicam na redução de resíduos gerados, diminuindo os fatores de poluição ambiental, de custos, etc.

A Legislação Brasileira apresenta normativas rígidas quanto à questão ambiental. A Lei Nº 6.938 (BRASIL, 1981) apresenta a Política Nacional do Meio Ambiente, que, no art. 2º, apresenta:

Art 2º - A Política Nacional do Meio Ambiente tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana, atendidos os seguintes princípios:

I - ação governamental na manutenção do equilíbrio ecológico, considerando o meio ambiente como um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo;

II - racionalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar;

III - planejamento e fiscalização do uso dos recursos ambientais;

IV - proteção dos ecossistemas, com a preservação de áreas representativas;

V - controle e zoneamento das atividades potencial ou efetivamente poluidoras;

VI - incentivos ao estudo e à pesquisa de tecnologias orientadas para o uso racional e a proteção dos recursos ambientais;

VII - acompanhamento do estado da qualidade ambiental;

VIII - recuperação de áreas degradadas;

IX - proteção de áreas ameaçadas de degradação;

X - educação ambiental a todos os níveis de ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para participação ativa na defesa do meio ambiente.

A Lei nº 9.605 (BRASIL, 1998) dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, como a responsabilidade legal de pessoas físicas e jurídicas sobre os resíduos gerados. Enfim, quem gera o resíduo é responsável pelo mesmo. No caso do contexto Universitário, toda a comunidade acadêmica. Já o Decreto nº 6.514 (BRASIL, 2008) dispõe das infrações resultantes de condutas criminais contra o meio ambiente. Os crimes ambientais são inafiançáveis, com pena de 1 a 4 anos de reclusão e/ou multa de R\$500,00 a R\$2.000.000,00. Na Lei nº 9.795 (BRASIL, 1999) é possível encontrar o respaldo para a Educação Ambiental, cujos primeiros artigos do Capítulo 1 dizem que:

Art. 1º Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade.

Art. 2º A educação ambiental é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal.

Seja pelas definições trazidas pela Legislação Brasileira, por questões éticas ou econômicas, a formação de um profissional da área de química que abranja os conhecimentos de gestão e tratamento de resíduos químicos mostra-se necessária.

4.3 CONTEÚDOS CONCEITUAIS, PROCEDIMENTAIS E ATITUDINAIS

No artigo intitulado “*Case studies in Science – A novel method of Science Education*”, Herreid menciona que “a meta em nosso método de Estudos de Caso não é tanto o ensino de um conteúdo de ciência (...), mas ensinar como o processo de ciência trabalha para desenvolver as habilidades de aprendizagem de ordem superior” (tradução minha). Assim como apontado por Passos (2017), entende-se que tais habilidades podem ser compreendidas como os três tipos de conteúdos apontados por Coll (1986) e Zabala (1998).

Zabala (1998), inspirado na obra de César Coll Salvador, ressalta em seu livro “A Prática educativa - Como ensinar” a importância da explicitação de intenções na realização de atividades educativas quanto aos conteúdos de aprendizagem, levando-se em conta as relações presentes entre os sujeitos e o próprio objetivo da aprendizagem. Tais conteúdos seriam agrupados em três tipos: Conceituais, procedimentais e atitudinais.

Aos conteúdos conceituais são atribuídos os conceitos relacionados a fatos, leis, princípios e objetos. No referente trabalho, a este tipo de conteúdo são atribuídos os conhecimentos sobre a temática de gestão e tratamento de resíduos químicos, ou seja, o conhecimento químico presente na mesma. A interpretação da problemática que conduza à correta utilização de fórmulas, leis, evidências etc. pelos alunos na apresentação da resolução final do trabalho demonstra os tipos de conteúdos conceituais desenvolvidos com a atividade.

Os conteúdos procedimentais são definidos como um conjunto de ações ordenadas e com um fim (ZABALA, 1998). Assim, habilidades, métodos, regras, cálculos, traduções, recortes são considerados conteúdos procedimentais a serem desenvolvidos para a execução de uma determinada tarefa. O desenvolvimento da escrita, comunicação oral e argumentação são alguns dos conteúdos procedimentais pertinentes a este trabalho.

Por fim, podem ser identificados os conteúdos atitudinais, que, segundo Zabala (1998), podem ser agrupados em valores, atitudes e normas. Tais valores são os princípios ou ideias éticas que provocam nas pessoas algum tipo de reflexão sobre sua conduta. Alguns dos exemplos apresentados pelo autor são consoantes com aqueles objetivados neste trabalho, tais como o exercício do trabalho em equipe, respeito ao meio ambiente, entre outras.

Dada a relevância dos três tipos de conteúdos para a formação do perfil de um profissional da área de química que possa englobar conceitos químicos, promover a reflexão sobre suas ações e possibilitar a progressão de procedimentos para uma determinada tarefa, o desenvolvimento destes por parte dos alunos foi avaliado através de uma coleta de dados, descrita no item 5.

5 METODOLOGIA DE PESQUISA

Este trabalho tem natureza qualitativa, pois visa problematizar sujeitos, interações e relações desenvolvidas no contexto pesquisado. Na pesquisa qualitativa o pesquisador participa do processo, descreve os significados, analisa as produções e desenvolve teorias, possibilitando narrativas ricas e interpretações individuais (BOGDAN; BIKLEN, 1994).

Sendo este estudo, portanto, qualitativo, optou-se por utilizar a perspectiva exploratória com elementos do método de estudo de caso. Este método de pesquisa consiste na observação detalhada de um contexto, um indivíduo, de uma única fonte de documentos ou de um acontecimento específico, ou seja, é o estudo de um caso particular (LUDKE; ANDRÉ, 1986). Como esta pesquisa foi realizada em um curto período de tempo e não tem a pretensão de esgotar todos os ângulos de análise do caso de interesse, considera-se que contempla alguns dos elementos do estudo de caso.

A sequência didática para aplicação da metodologia foi realizada na disciplina (QUI01168) Introdução à Química. Esta disciplina é oferecida na primeira etapa do curso de Licenciatura em Química Noturno da UFRGS. Para a realização da pesquisa, os dados obtidos foram coletados através dos registros do diário de campo da pesquisadora, das produções escritas dos alunos e do questionário de escala *Likert* adaptado de Passos (2017). Um questionário inicial (APÊNDICE A) foi entregue junto ao Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE B) aos 22 alunos a fim de se detalhar o perfil da turma. O questionário final composto por questões fechadas com escala *Likert* e com questões abertas (APÊNDICE C) foi aplicado para a verificação do desempenho da atividade na visão dos alunos, com questões relativas à condução da mesma e ao aprendizado de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais.

Para Marconi e Lakatos (2003), os questionários são essencialmente um instrumento de coleta de dados, constituído por um ordenamento de perguntas, que podem ser classificadas em abertas e fechadas. As perguntas abertas permitem uma maior liberdade de escrita por parte do estudante, que, não sendo influenciado pelo pesquisador através de respostas pré-estabelecidas, dispõe de uma liberdade ilimitada de respostas. Já as perguntas fechadas apresentam respostas pré-estabelecidas com as quais o estudante deverá escolher a que mais se adequa a sua opinião.

O Diário de Campo é uma ferramenta de coleta de dados que favorece a reflexão do pesquisador sobre os processos mais marcantes do caso/situação que se está analisando (PORLÁN; MARTIN, 1998).

Neste trabalho, os dados foram avaliados qualitativamente e interpretativamente, sendo analisados, discutidos e interpretados a fim de serem triangulados. Segundo Carvalho (2007), a triangulação nos ajuda a aumentar a fiabilidade dos dados obtidos e dos procedimentos metodológicos, ampliando nossa coerência no cruzamento dos dados e a compreensão sobre o caso estudado.

5.1 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A sequência didática foi realizada durante quatro encontros da disciplina QUI 01168 - Introdução à Química, totalizando 8 horas-aula. Esta sequência didática foi dividida nas seguintes etapas: motivação e apresentação dos casos; elaboração de hipóteses; realização da investigação e apresentação final.

A primeira etapa iniciou com a participação do mestrando Diego Biegler que trouxe uma apresentação sobre o Tratamento e Gestão de Resíduos Químicos. Para a sua fala, o mestrando Diego trouxe algumas informações referentes à legislação brasileira que trata sobre a questão ambiental, as atribuições de um licenciado em química apresentadas pelo CRQ da 5ª região, a classificação dos tipos de resíduos, princípios para gestão destes e ações tomadas na UFRGS e em outros órgãos para o controle do gerenciamento dos resíduos formados. Foi possível perceber que os alunos interessaram-se pelo assunto, pois a cada nova informação apresentada pelo Diego, um novo debate se iniciava, a partir de relatos de experiências pessoais dos alunos. Um dos alunos comentou sobre o desastre de Mariana, do ano de 2015:

“O impacto ambiental não seria tão grande quanto a convivência”


A apresentação cumpriu o seu papel como motivadora para iniciar as atividades de Estudos de Caso. Na aula seguinte, entregou-se um Questionário inicial (ver APÊNDICE A) a fim de recolher informações sobre o perfil da turma. Em seguida, realizou-se uma apresentação breve de 10 minutos para introduzir a metodologia de Estudos de Caso aos alunos. A apresentação buscou contemplar alguns elementos da metodologia baseados no artigo publicado por Francisco, Queiroz e Sá (2007).

Figura 1- Recorte de imagem da apresentação de introdução aos Estudos de Caso.

O que são os Estudos de Caso?

➡ O Estudo de caso é uma abordagem de ensino baseada em situações de contexto real, assim como o Problem Based Learning (PBL).¹

➡ O uso de casos é a instrução pelo uso de narrativas sobre indivíduos enfrentando situações ou dilemas.²



1. Spricigo, C. B. Estudo de Caso como Abordagem de Ensino. 2014

2. Sá, L; Francisco, C; Queiroz, S. Estudos de Caso em Química. Quim. Nova, vol. 30, No. 3, 731-739, 2007.

Figura 2 - Recorte de imagem da apresentação de introdução aos Estudos de Caso.



Logo após, pediu-se que os alunos participantes se reunissem em grupos de 3 a 4 componentes e que escolhessem um dos três casos propostos para resolução. Para a etapa de elaboração de hipóteses, foram formados 6 grupos (inicialmente 2 quartetos e 4 trios). O número de alunos que participou de todas as etapas da investigação foi de 22.

Levando-se em conta que os sujeitos de pesquisa são alunos ingressantes no curso de Licenciatura em Química, para a etapa de realização da investigação foi realizada uma aula de

orientação destinada para busca de fontes de referências no laboratório de informática e biblioteca do Instituto de Química (IQ). Além disso, três referências foram indicadas para cada caso com a intenção de torná-los mais facilmente compreensíveis e solucionáveis pelos alunos.

Para que os grupos não fossem limitados a uma única proposta ao trabalhar com diferentes possibilidades para a resolução dos casos, inicialmente não foram apresentadas questões norteadoras para o levantamento de hipóteses. Quando já estabelecidas, todos receberam orientações de como apresentar a resolução final baseada nas questões norteadoras. Algumas destas foram: *Quais são os reagentes empregados? Qual é a quantidade e seu custo? Quais são os elementos de segurança em laboratório necessários? Quais são as desvantagens da prática? Quais foram os resíduos gerados?*

Na etapa final das resoluções, os alunos utilizaram apresentações em slides. Cada grupo utilizou aproximadamente 15 min. para argumentar sobre as alterações sugeridas nos roteiros das práticas.

5.2 ELABORAÇÃO DOS CASOS

Os três casos foram desenvolvidos e aperfeiçoados para que fossem caracterizados como um bom caso (SÁ; FRANCISCO; QUEIROZ, 2007). O primeiro caso trata da técnica da extração líquido-líquido, trazendo o roteiro para uma prática de extração simples e de extração múltipla. O segundo trata do Princípio de Le Chatelier, também apresentando um roteiro de prática do tema e o terceiro caso apresenta um roteiro de prática para o Método de Mohr. Cada um dos três casos pertence a uma grande área da química: orgânica, físico-química e inorgânica (química analítica). A narrativa dos casos foi desenvolvida na forma de e-mail, cuja personagem, professora Camila, pede auxílio aos bolsistas do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) para propor modificações e intervenções nas atividades práticas apresentadas pela professora.

Figura 3 - Recorte do caso 3, que trata do Método de Mohr, e elementos presentes característicos de um bom caso, segundo a bibliografia.

Caso 03 – Método de Mohr

A professora Camila, que ministra aulas em um curso Técnico em Química, realizará uma atividade prática de volumetria de precipitação. Trata-se da técnica de Argentimetria, pelo método de Mohr. 1

Como a prof^a conta com o apoio do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), ela enviou o seguinte email para seus bolsistas: 2

"Olá bolsistas PIBID, 3

Agradeço muito a ajuda e empenho de vocês com a aula da semana passada. Na próxima semana continuarei os conteúdos de analítica quantitativa com a minha turma. Quero trabalhar com eles a técnica da Argentimetria pelo método de Mohr, para treinarmos mais o uso da bureta e para que eles conheçam outros tipos de ponto de viragem. Este método é muito utilizado para identificação de íons Cl⁻ em água. Em anexo mando o roteiro da prática, para vocês analisarem e pensarem em algumas possibilidades de trabalho. Lembrem que a turma é grande e não dispomos de muitos reagentes. 4

*Agradeço desde já, um abraço a todos.
Prof^a Camila"*

Vocês como bolsistas PIBID terão que propor possíveis modificações no roteiro da prática 5

de modo a amenizar custos e riscos. Justifiquem suas sugestões de alterações e argumentem 6

a favor delas. Lembrem-se que vocês também terão que orientar os alunos sobre os cuidados com os reagentes utilizados e com os resíduos gerados.

Segundo Sá, Francisco e Queiroz (2007) é possível perceber que este caso atende os seguintes elementos presentes em um bom caso: 1) Narra uma história, ao apresentar a situação exposta pela prof. Camila; 2) É atual e de relevância ao leitor, uma vez que situa os alunos como personagens da história, assumindo o papel de bolsistas PIBID, atualmente em vigor; 3) Inclui citações, de forma a ganhar empatia aos personagens; 4) Possui relevância para o leitor, ao trazer um roteiro de prática experimental a ser modificado; 5) Força uma decisão e provoca um conflito, ao pedir que os bolsistas PIBID ajam de forma a propor modificações para os roteiros; 6) Possui utilidade pedagógica, sendo útil para o curso e o estudante, ao fomentar a argumentação em prol das alterações sugeridas; 7) é curto, com o objetivo de não provocar o tédio aos leitores, apresentando somente o suficiente para a introdução do caso.

A mesma estrutura foi aplicada aos outros 2 casos, que se encontram no APÊNDICE D. A presença marcante destas práticas no currículo de Química e a frequência com que são realizadas tornam-nas propícias para discutir a temática de gestão e resíduos químicos, considerando-se a quantidade de reagentes gastos e resíduos produzidos em cada uma.

Após a elaboração dos 3 casos, estes foram validados por uma pesquisadora com conhecimentos na área de ensino de química e química analítica.

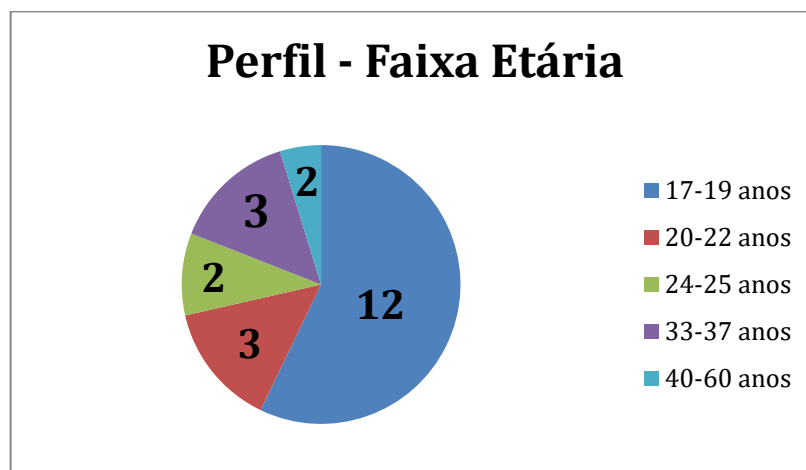
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 ANÁLISE DO PERFIL DOS ESTUDANTES

O perfil dos alunos foi traçado através do Questionário inicial (APÊNDICE A) entregue aos alunos na aula de apresentação da metodologia e dos casos. Ao todo, 22 alunos responderam ao questionário. Abaixo estão presentes os gráficos gerados das respostas dos alunos.

A primeira pergunta buscava traçar o perfil da faixa etária dos alunos. Na Figura 4 são apresentados os gráficos obtidos das respostas.

Figura 4 - Análise das respostas dos alunos sobre a idade.

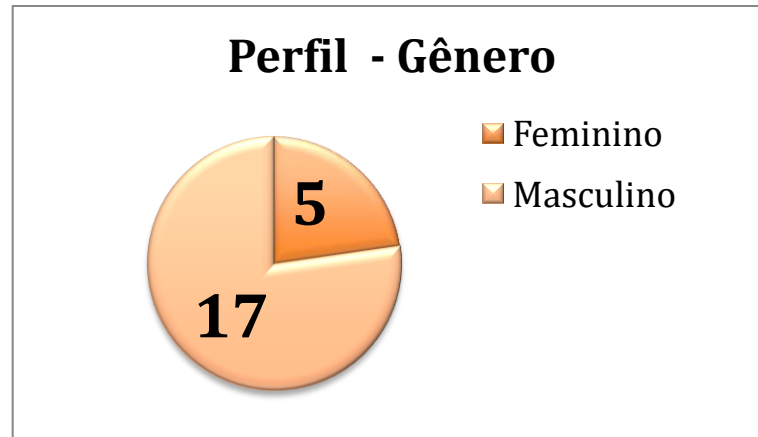


O gráfico apresentado na Figura 4 mostra que a turma é bastante diversa em termos da faixa etária, uma vez que temos alunos de 17 a 60 anos presentes. O gráfico apresenta que dentro dessa diversidade temos mais alunos de 17 a 19 anos na turma, faixas etárias que evidenciam que estes alunos formaram-se no Ensino Médio recentemente.

A segunda pergunta tinha como pretensão traçar o perfil de gênero presente na turma. Ao entregar o questionário foi feita uma ressalva para a turma, para que as pessoas que não se enquadrassem nessas duas opções se sentissem à vontade para marcar uma terceira opção, uma vez que o instrumento foi falho ao não apresentar uma terceira alternativa. No entanto, as

respostas dos alunos foram limitadas às duas opções apresentadas. A Figura 5 apresenta os resultados obtidos.

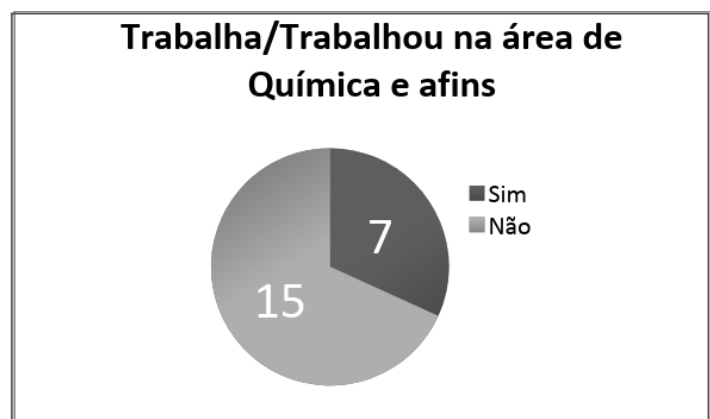
Figura 5 - Análise das respostas dos alunos sobre o gênero.



Dos 22 alunos participantes, 17 afirmaram ser do sexo masculino, sendo as mulheres a minoria nesta turma.

A terceira pergunta questionava aos alunos sobre a atuação na área de química e afins.

Figura 6 - Análise das respostas dos alunos sobre atuação na área de química e afins.

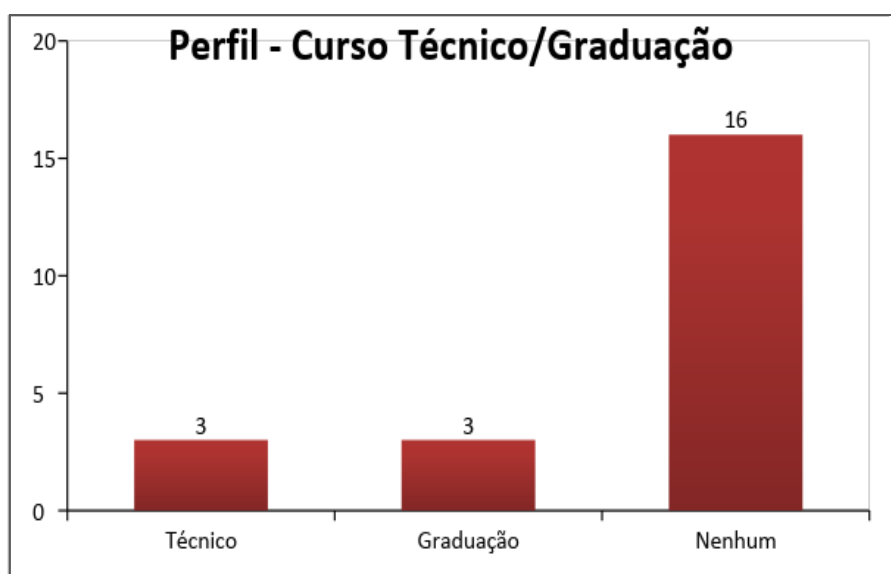


15 dos alunos responderam que nunca atuaram na área, enquanto 7 responderam que sim, já atuaram na área. No caso afirmativo, os alunos eram convidados a responder também em que função e por quanto tempo. Algumas das respostas dadas foram: Como bolsista de

iniciação científica por um trimestre; no tratamento de efluentes, destinação de resíduos e preparação de produtos para aplicação na indústria automotiva; como técnico em química; como auxiliar de laboratório durante 6 meses; entre outras.

Na quarta pergunta os alunos deveriam responder se cursaram algum curso técnico ou graduação.

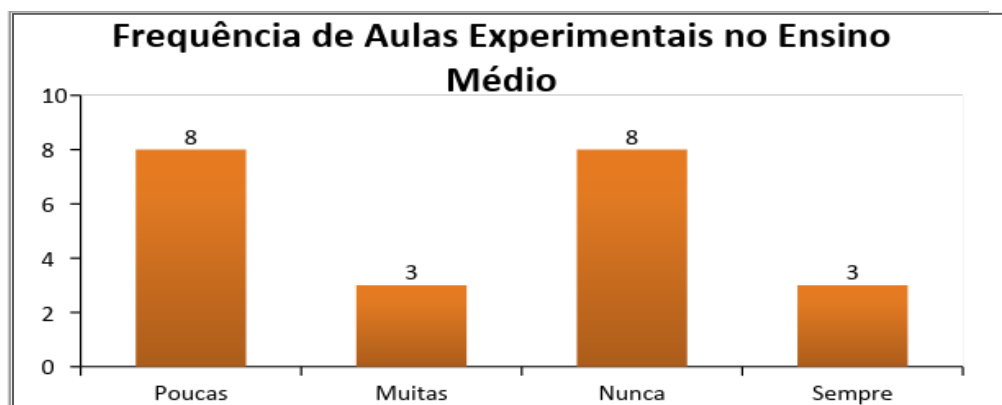
Figura 7 - Análise das respostas dos alunos sobre Ensino Técnico e Ensino Superior.



Três alunos afirmaram ter cursado o curso de Técnico em Química, e outros 3 afirmaram possuir graduação (em engenharia química e biologia). Os outros 16 alunos responderam nunca ter cursado o técnico ou feito alguma graduação.

A quinta pergunta buscava identificar se durante o Ensino Médio estes estudantes tiveram pouco ou muito contato com atividades experimentais nas aulas de química.

Figura 8 - Análise das respostas dos alunos sobre a frequência de aulas experimentais em suas aulas no Ensino Médio.



As alternativas apontadas pelo gráfico indicam que estes estudantes tiveram pouco (8) ou nenhum contato (8) com atividades experimentais em suas aulas. Esse tipo de situação é recorrente nas escolas, que frequentemente não possuem um espaço adequado para a realização de experimentos, tal como seria um laboratório químico, ou mesmo devido à falta de monitores ou um programa de gestão de resíduos nas escolas, para poder recolher estes e destinar corretamente ao tratamento e recuperação. A própria formação destes docentes que não apresenta estas questões não os prepara para trabalhar com aulas experimentais mostra-se como um empecilho, e muitos optam por não utilizar deste tipo de abordagem.

6.2 PRODUÇÕES DOS ALUNOS

O Diário de Campo é um instrumento de coleta de dados indicado para acompanhar a evolução do trabalho dos alunos ao longo da atividade. Através dos registros de minhas observações, juntamente com as próprias produções dos alunos, é possível diagnosticar as escolhas tomadas pelos grupos para a resolução final da atividade.

Os relatos do 2º dia do Diário de Campo (20/08/2018) apontam o primeiro contato dos estudantes com os Casos e suas primeiras impressões. Lê-se:

“Um grupo perguntou sobre a possibilidade de seguir a linha apresentada pelo Diego em sua apresentação (custos de reagentes e tratamento de resíduos). No geral, os grupos parecem não apresentar

problemas para entender a proposta da atividade e começam a formular hipóteses para a resolução. São 2 quartetos e 4 trios.”

“Um grupo perguntou-me sobre o enunciado do caso 3. Perguntou se na situação apresentada deveriam considerar (que havia no laboratório de química) poucas buretas disponíveis para a prática ou muitas. Respondi que ambas as hipóteses deveriam ser levadas em consideração, ao passo que visualizassem como seriam na prática as aulas de um curso técnico em química.”

“Outro grupo pensou na questão dos EPIs (Equipamentos de Proteção Individual) e FISPQs (Fichas de Informação e Segurança de Produtos Químicos). Não aparentaram notar (no roteiro da prática) as questões relativas aos reagentes e resíduos envolvidos ou custos. Sugeri que adicionassem outros itens à hipótese de resolução.”

“Um grupo do caso 1 parece ter entendido bem a proposta, formulando hipóteses envolvendo a diminuição do volume de reagentes empregados e a recuperação (e reaproveitamento) do solvente empregado na prática.”

E finalizo com minhas anotações do dia:

“A maioria dos grupos parece ter assimilado a ideia (de resolução) das práticas (a serem) realizadas em grupos ou de forma expositiva.”
(20/08/2018)

Os relatos de minhas observações apontam que no primeiro encontro os grupos aparentavam estar bem orientados quanto aos objetivos da atividade e à sua resolução final. Mesmo neste primeiro momento sem um referencial teórico, muitos grupos já percebiam os problemas envolvidos na condução dos experimentos hipotéticos quanto aos reagentes e resíduos. Eles souberam propor pequenas modificações convergentes com o esperado, tais como a percepção de que as atividades dos casos poderiam ser resolvidas em grupos e com diminuição de volumes. Estes grupos que souberam apresentar estas hipóteses no primeiro dia de resolução eram compostos por integrantes que já possuíam alguma experiência com práticas laboratoriais, e por causa disso, pensar em alternativas aos roteiros das práticas dos casos não pareceu ser um problema.

A fim de que as resoluções dos trabalhos fossem niveladas e a argumentação dos grupos fortalecida, foi estruturada uma aula para a busca de referenciais teóricos realizada na biblioteca e laboratório de informática do Instituto de Química da UFRGS.

“Divisão dos grupos em 2 ambientes: Laboratório de informática e biblioteca. No laboratório de informática foi feita a apresentação do ambiente e das ferramentas de busca do Google Acadêmico, Química Nova e Química Nova na Escola. Na biblioteca a bibliotecária presente realizou uma palestra sobre o uso da biblioteca, apresentando informações sobre empréstimos e reservas de livros, multas, consulta ao SABi (Sistemas de bibliotecas da UFRGS), entre outras coisas.”

“No laboratório buscaram também no SCIELO, utilizando de palavras-chave com aspas em suas buscas.” (22/08/2018).

Neste mesmo encontro alguns grupos encontraram os referenciais necessários para a resolução de seus casos e também maiores informações acerca dos princípios químicos envolvidos em cada um destes. Dado o caráter da aula voltado exclusivamente para isto, esperava-se que os referenciais teóricos fossem bem empregados na resolução final dos casos.

A finalização da atividade foi composta pela entrega da resolução final dos casos de forma escrita e da socialização dos resultados com a turma através de uma apresentação oral.

Algumas das propostas apresentadas inicialmente pelos grupos no primeiro dia permaneceram até a resolução final. Assim, de forma geral, a grande maioria permaneceu na sugestão de divisão das turmas do caso em grupos, com revezamento de funções, e diminuição de volumes de reagentes empregados. As Fichas de Informação de Segurança de Produtos Químicos (FISPQs) também foram marcantes como referências para os casos, principalmente quanto às informações sobre o manuseio destes materiais e normas de segurança. No primeiro dia de apresentações muitos grupos não apresentaram um aprofundamento quanto à gestão e tratamento de resíduos químicos em relação à classificação destes resíduos, descartes e possíveis reaproveitamentos. Também em alguns momentos houve uma má distribuição do tempo de fala dos componentes dos grupos, geralmente liderada por aquele que possui alguma experiência com atividades práticas. Alguns destes apontamentos são apresentados na Tabela 3. O conteúdo foi retirado das anotações do Diário de Campo.

Tabela 3. Resoluções iniciais dos casos pelos grupos da QUI01168 - Introdução à Química.

CASO	Resolução inicial GRUPO 1	Resolução inicial GRUPO 2
1 – Extração líquido-líquido	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentação do método bem detalhada; - Preparação prévia da solução-mãe para os grupos utilizarem na extração simples; - Proposta de redução de volumes do clorofórmio; - Aumento dos componentes dos grupos das turmas; - Proposta de reutilização de reagentes por destilação; - Preocupação com a manipulação de vidrarias 	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentação do método mais simples; - Enfoque da resolução do caso em custos relativos à vidrarias e materiais utilizados na prática; - Proposta de diminuição de volume de reagente empregado para 7,5 mL com base no preço; - Proposta de busca de FISPQS pelos alunos.
2 – Equilíbrio químico – Princípio de Le Chatelier	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentam os objetivos da prática; - Propõem a diminuição do volume de reagentes empregados e de gastos, mas não especificam como. Apontam a utilização do eppendorf para tal; - Buscaram averiguar se seria possível trocar o reagente, concluíram que não; - Propuseram a separação dos alunos em grupos; - Propuseram a separação do cloreto de cobalto via destilação simples 	<ul style="list-style-type: none"> - Focam a resolução na questão da segurança: EPI's e EPC's, e à problemática do manuseio de reagentes por alunos de Ensino Médio; - Propuseram a substituição da prática por uma prática de reação ácido-base com suco de repolho roxo; - Pesquisaram sobre o descarte de resíduos quanto ao custo por mL, o tipo de resíduo e o tratamento adequado (Sugeriram a Estação de Tratamento de Efluentes de Porto Alegre);
3 – Método de Mohr	<ul style="list-style-type: none"> - Realizaram a apresentação do método de forma apropriada; - Foi feita uma hipótese inicial de substituição de reagente, avaliaram que não seria possível devido ao K_{ps}; - Propuseram um maior volume de reagente empregado para distribuir entre os grupos; - Proposta de treinamento da titulação em triplicata com água; - Mostram a reação da prática; - Propõem estruturação da aula quanto ao conteúdo desenvolvido, uso de EPI's e EPC's; - Propõem orientação quanto aos resíduos empregados sem aprofundar como. 	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentam o método e o objetivo da prática de forma detalhada, comparando propostas com a prática original; - Apresentam os problemas elencados; - Propõem uma aula de padronização de soluções para preparar a solução utilizada e propõem a entrega de FISPQs aos alunos; - Propõem a divisão da turma em grupos; - Propõem a redução de volumes pela metade e conscientização sobre os resíduos empregados para os alunos; - Apresentam referências acerca de resíduos gerados e suas quantidades.

A Tabela 3 apresenta os apontamentos retirados do Diário de Campo realizados nas datas de apresentação dos casos, elencando tópicos da apresentação dos grupos às proposições das resoluções. Estas resoluções também foram entregues de forma escrita.

É possível perceber que de forma geral os grupos optaram por I) sugerir a redução de volumes de reagentes empregados nas práticas e II) divisão de componentes das turmas em grupos. Para o caso 1 e 2 o enfoque dado pelo grupo 2 foi voltado às questões de segurança, de modo que as questões relativas à gestão e tratamento de resíduos químicos foi apresentada de forma rasa ou nem mesmo apresentada. Os grupos 1 e 2 dos casos 2 e 3 procuraram saber se seria possível trocar o reagente principal empregado nas práticas, tendo o grupo 1 do caso 3 justificado a não possibilidade de troca de um reagente por outro em função da constante de produto de solubilidade (K_{PS}) e o grupo 2 do mesmo caso apontando como sugestão a utilização de materiais alternativos de forma a tornar a prática mais atrativa. Em um primeiro momento nenhum dos grupos atentou quanto à classificação dos resíduos gerados, tendo somente os grupos 1 dos três casos pensado sobre a possibilidade de reaproveitamento e reutilização destes resíduos.

Após a entrega da resolução final e apresentação dos grupos, a pesquisadora e as professoras da disciplina sugeriram algumas alterações a serem realizadas nas propostas de forma a fortalecer a argumentação e explorar mais a temática de gestão e tratamento de resíduos químicos, tais como mostrar quais seriam e como poderiam ser classificados, como poderiam ser descartados, se existiam possibilidades de reaproveitamento e posterior reutilização, etc. Além de explorar também um maior número de referências bibliográficas confiáveis provindas de artigos, livros e outros. A Tabela 4 apresenta os resultados apresentados pelos grupos após os apontamentos realizados

Tabela 4. Resoluções finais dos casos pelos grupos da QUI01168 - Introdução à Química.

CASO	Resolução final – Grupo 1	Resolução final – Grupo 2
1 – Extração líquido-líquido	- Não adicionaram modificações.	- Detalharam melhor os objetivos da prática; - Detalharam mais sobre as questões relativas à segurança.
2 – Equilíbrio químico – Princípio de Le Chatelier	- Adicionaram as referências para justificativa do emprego do eppendorf; - Detalharam as quantidades empregadas para cada reagente de modo a reduzi-las; - Adicionaram as referências relativas aos custos de reagentes e resíduos e forma de reaproveitá-los.	- Não adicionaram modificações.
3 – Método de Mohr	- Acrescentaram os custos relativos ao emprego de reagentes; - Detalharam a recuperação do reagente para reaproveitamento em futuras práticas, apresentando as reações; - Propuseram a reutilização de uma solução para o emprego de superplastificantes para pequenos reparos e obras na escola.	- Não adicionaram modificações.

A Tabela 4 apresenta as modificações realizadas pelos grupos após os apontamentos das professoras e pesquisadora. Somente metade dos grupos se comprometeu em reavaliar a sua resolução, demonstrando uma falta de comprometimento dos alunos com a realização da atividade. Nos três grupos que reenviaram suas resoluções houve uma expansão na utilização de referências bibliográficas, utilizando principalmente de artigos publicados em revistas e FISPQs. Tais referências foram empregadas majoritariamente para fundamentar o que havia sido previamente proposto, tendo somente o grupo 1 dos casos 2 e 3 pensado no reaproveitamento de resíduos gerados.

As figuras 9 e 10 apresentam recortes de casos de grupos que exemplificam duas resoluções de casos por parte dos alunos e o enfoque dado a cada resolução pelos mesmos.

Figura 9 - Recorte de resolução de caso por alunos da turma de (QUI01168) Introdução à Química I.

Prezada prof. Camila,

Ao grupo foi atribuído a tarefa de minimizar custos da prática de extração líquido líquido ou extração por solvente, a qual consiste em separar uma mistura de cristal violeta e etanol misturada com água, utilizando clorofórmio. Sendo assim, utilizado, principalmente, o conceito de solubilidade na fase orgânica frente à aquosa. 1

Os principais problemas encontrados na prática original foram a falta de conhecimento prático das vidrarias usadas nas extrações; a necessidade de conhecimento em Equipamentos de Proteção, tanto individuais (EPI's), como compartilhados (EPC's) e o conhecimento mais aprofundado dos reagentes utilizados na prática (FISPQ's dos produtos). 2

Para resolver os problemas anteriormente apresentados o grupo propôs uma pré-prática que aborde o conhecimento sobre funil de separação, os EPI's necessários para a utilização dos reagentes (etanol, clorofórmio e cristal violeta) em uso na prática: óculos de proteção, jaleco, calçados devidamente fechados e calças compridas, conhecimentos de laboratório, onde o ambiente seja bem ventilado e com uma boa organização para o seu uso, da mesma forma que também tenha os materiais de segurança necessário caso ocorra algum incidente. 3

Atenciosamente,

Grupo 2.

Referências:

<http://www.iq.ufrgs.br/aeq/html/publicacoes/matdid/livros/pdf/Seguranca%20laboratorio.pdf>

O exemplo acima, retirado de um dos casos entregue por um grupo responsável pela solução do caso 1, ilustra estes apontamentos. Os trechos enumerados por mim de 1 a 3 representam, respectivamente 1- Apontamentos referentes aos conceitos químicos envolvidos na prática; 2- Justificativas contendo orientações sobre segurança e 3- Modificações sugeridas. A resolução é curta, pautada somente na questão de segurança de laboratório. Uma vez que a resolução do caso pedia modificações na prática de modo a amenizar custos e riscos e a orientar os alunos sobre cuidado com reagentes utilizados e resíduos gerados, a parte relativa à gestão e tratamento de resíduos químicos mostrou-se ausente nesta resolução, tendo o grupo focado apenas na questão dos riscos, com justificativas sobre segurança. Nota-se nesse caso também a presença de uma única referência utilizada para dar sustentação à resolução. A ausência de fontes diversas neste trabalho não favorece o exercício da argumentação, visto que o grupo apresentou somente um ponto em seu trabalho. Alguns

apontamentos foram sugeridos pelas professoras e pesquisadora de forma com que o grupo melhorasse a sua proposição de resolução ao caso, tais como dizer como será feita a pré-prática proposta e o que será abordada na mesma; apresentar em que consiste a técnica de extração líquido-líquido; fazer um panorama abordando como era a prática original e como ficou após modificações; apontar quais são os resíduos gerados, como são classificados, se há possibilidade de reutilização ou recuperação destes materiais, etc.; e se é possível nesta prática realizar modificações quanto ao uso de reagentes empregados, referente à substituição, remoção de volumes, etc. Uma nova resolução foi enviada às professoras, e é apresentada na Figura 11.

O segundo dia de apresentações, cujos dois últimos grupos estavam responsáveis pela resolução do caso 3, tiveram um maior cuidado com o uso de referências e proposições para a reformulação da atividade. Um exemplo é o trabalho do grupo 2 do caso 3, apresentado na Figura 10.

Figura 10 - Recorte de caso resolvido por alunos da turma de (QUI01168) – Introdução à Química II

Aula Prática Final:

TITULOMETRIA PELO MÉTODO DE MOHR

O método de Mohr baseia-se em titular com nitrato de prata a solução filtrada de água com batata chips triturada, usando solução de cromato de potássio como indicador. Segundo o método de Mohr para determinação de cloretos onde o haleto é titulado com uma solução padronizada de nitrato de prata (AgNO_3), na presença de cromato de potássio (K_2CrO_4) como indicador. O ponto final da titulação (ponto de viragem) é identificado quando todos os íons Ag^+ tiverem se depositado sob a forma de AgCl , logo em seguida haverá a precipitação de cromato de prata (Ag_2CrO_4) de coloração alaranjado tijolo, pois, o cromato de prata é mais solúvel que o cloreto de prata. Após a titulação observar o volume gasto de nitrato de prata e efetuar os cálculos.

1

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

As metodologias utilizadas para a determinação de sódio baseou-se no Instituto Adolfo Lutz, 4ª edição – 2005.

Determinação por titulometria pelo método de Mohr (LUTZ, 2005).

1) Preparação da Amostra:

As amostras devem ser previamente trituradas. Em seguida pesar 5 g da amostra em uma cápsula de porcelana, logo após levar ao bico de Bunsen com tela de amianto para carbonizá-la até cessar o desprendimento de fumaça, colocar a cápsula na Mufla e aquecer gradualmente a $550\text{ }^\circ\text{C}$, por um período de 4 horas. Esse procedimento deve ser repetido, até a obtenção de cinzas claras, isentas de carvão. Após lavar bem a capsula de porcelana com água destilada quente para total retirada dos resíduos, transferir para um balão volumétrico de 100 mL com auxílio do funil. Esperar esfriar e completar o volume com água destilada até o menisco.

2) Procedimento:

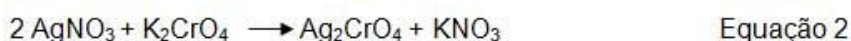
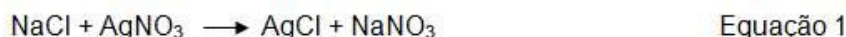
Transferir 10 mL da solução para um erlenmeyer de 125 mL, adicionou 2 gotas do indicador cromato de potássio e titular com solução de Nitrato de Prata, até o ponto de viragem (amarelo para alaranjado tijolo) e anotar o volume gasto de Nitrato de Prata.

Calcular a concentração da amostra em mols por litro e em gramas por litro.

Comparar com o rótulo da amostra os resultados obtidos.

Reações Envolvidas:

As reações envolvidas nesta análise estão descritas pelas equações 1 e 2:



Como se vê, os resíduos dessa análise são principalmente sais de prata pouco solúveis e grande quantidade de solução de cromato de potássio, além de nitrato de sódio e potássio (FELISBERTO et al., 2008).

1

TRATAMENTO DE RESÍDUOS:

Com base nos dados de Cavalcante, Silva e Borges (2012), que estimou a quantidade média de resíduos gerados no laboratório de Química Analítica Quantitativa, são produzidos 8L do resíduo proveniente do Método de Mohr por semestre, originando até 2017 164L de resíduo estocado.

De acordo com o jornal da UNICAMP, há uma constatação de que cada aluno que se forma no curso de química, produz ao final dos 4 anos de curso, nos seus experimentos e testes, uma média de 11 kg de resíduos químicos. Essa média praticamente se repete em outras universidades e escolas técnicas, levando em consideração que a carga horária de aulas práticas é muito semelhante entre as instituições (FELISBERTO et al. 2008).

Diante disso se torna necessário estimular o reaproveitamento do resíduo, inevitavelmente gerado, através de processos de reciclagem, recuperação ou reutilização, bem como, uma maior conscientização ambiental nos cursos de química. Os pré-tratamentos rotineiramente exigidos na reciclagem de um resíduo são bem simples, incluindo quase sempre a filtração e a destilação.

3

Dentre os metais presentes nos resíduos obtidos através da análise para a determinação de cloretos, a prata é um deles, sendo um dos elementos mais nobres encontrados na natureza e que corre o risco de escassez. Diante disso, a cada dia surgem novas pesquisas para recuperação destes resíduos, afinal após sua recuperação podem ser, tanto reutilizados num mesmo processo, quanto podem se transformar em matéria-prima para outros. Além disso, a recuperação deste metal de resíduos químicos apresenta grande benefício para o meio ambiente. Isto porque a contaminação de sistemas aquáticos pelo elemento Ag causa intoxicação grave, causando nas pessoas uma coloração não natural da pele (tons de azul a cinza), além de um desequilíbrio do sistema circulatório afetando rins e fígado. A prata também apresenta toxicidade para ambientes naturais e diversos seres vivos, já que na forma iônica facilita a proliferação de bactérias e microorganismos (FILHO, 2004).

O cromo, que também se encontra presente nos resíduos gerados na análise de cloreto, é considerado um dos principais contaminantes, estando localizado entre os 20 na lista de prioridade. O cromo pode ocorrer em vários estados de oxidação, variando de Cr^{+2} a Cr^{+6} , mas estar presente na natureza somente nas formas estáveis Cr(III) e Cr(IV). A forma mais tóxica do cromo é o Cr(IV), representando um risco agudo para a saúde, onde a exposição alta e crônica pode conduzir a mutagênese e carcinogênese. Na forma de Cr(III), ao contrário, é muito menos tóxica e essencial, contribuindo para o metabolismo humano glucídico.

Os dejetos devem ser descartados em conformidade com regulamentações nacionais e locais. Mantenha as substâncias químicas em seus recipientes originais. Não misturar com outros dejetos. O manuseio de recipientes sujos deve ser realizado da mesma forma que o do produto em si.

2

Referências:

Adolfo Lutz, 4ª edição – 2005.

CAVALCANTE, D. A.; SILVA, M. S. P.; BORGES, S. S. S. Resumos do Segundo Simpósio Nacional sobre Tratamentos de Resíduos de Laboratório, Rio de Janeiro, Brasil, 2012.5.

FELISBERTO, R.; VIEIRA, L. O.; COUTO, A.; SCHUH, R.; ALBINO, C. T.; LIBARDI, D. B. De Resíduo a Insumo: A Construção do Caminho Para Uma Química Mais Limpa Através de um projeto de ensino. Química Nova, v. 31, p. 174-177, 2008.

FILHO, G.B., Bogliolo: Patologia Geral, 3º edição, Guanabara: Rio de Janeiro, 2004.

SILVA, Mariane Orsini. Determinação de Sódio em chips de batata pelo método de Mohr e por espectrometria de absorção atômica com chama. Fundação Educacional do Município de Assis - FEMA – Assis, 2014.

VIANA. Erismar Alencar. Determinação de Cloreto em Água de Torneira por meio do Método de Mohr. Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal do estado de Pernambuco, Campus Sertão, 2014.

O caso 3, apresentado acima, mostra um uso de referências diversas, o que possibilitou ao grupo que sugerisse uma alteração na prática de forma a utilizar materiais mais baratos e atrativos (as batatas *chips*). Houve também uma preocupação do grupo em buscar informações acerca da quantidade de resíduos empregados com a condução desta atividade experimental e a busca por um referencial que apresentasse uma solução para os resíduos metálicos gerados. A questão relativa aos riscos também se mostra presente, uma vez que trata dos metais envolvidos nos resíduos da prática e os perigos à saúde humana. Muito embora o grupo alerte sobre os resíduos gerados, não existem apontamentos maiores acerca de sua classificação, oportunidades de reaproveitamento e destinação correta para descarte, que foi orientado apenas para ser realizado em conformidade com a regulamentação nacional e local. A este grupo foi orientado que mostrassem as reações envolvidas e resíduos gerados na prática, bem como a sua classificação, formas de descarte e possibilidades de recuperação destes materiais. Não foi apresentada uma nova resolução com estes apontamentos.

Por fim, para ilustrar a resolução dos casos dos alunos, tem-se a Figura 11 apresentando a reformulação da proposta feita pelo grupo 2 para o caso 1.

Figura 11 - Recorte de caso resolvido por alunos da turma de (QUI01168) – Introdução à Química III

<p>Prezada Professora Camilla,</p> <p>Ao nosso grupo foi atribuída a tarefa de minimizar os custos e riscos referentes ao caso 1 - Prática de extração líquido-líquido ou também conhecida como extração por solvente, a qual consiste em separar uma mistura de cristal violeta e etanol misturada com água utilizando clorofórmio líquido. Sendo assim utilizando, principalmente, o conceito de solubilidade na fase orgânica frente a fase aquosa. A prática proposta consiste em duas partes: extração simples e extração múltipla. Na extração simples deve-se dissolver uma pequena quantidade de cristal violeta em 2 ou 3 gotas de etanol e adicionar 30ml de água. Depois temos de dividir a solução em duas partes iguais de 15ml, A e B. Logo após, devemos transferir a parte A para um funil de separação de 100 ml (testar previamente vazamentos) e adicionar 15 ml de clorofórmio líquido para efetuarmos a extração obedecendo as técnicas de uso do funil de separação, lembrando de colocar o funil na posição vertical e aguardar a separação das fases e recolher a fase orgânica e aquosa em tubos de ensaio (os tubos de ensaio devem ser etiquetados anotando as fases de cada um). Já na extração múltipla devemos transferir a parte B para um funil de separação de 100 ml e efetuar a extração com 5 ml de clorofórmio líquido. Deve-se recolher a fase orgânica em um tubo de ensaio e reextrair a fase aquosa com 5ml de clorofórmio líquido, recolhendo a fase orgânica no mesmo tubo de ensaio, logo após repetir o processo anteriormente citado novamente. Depois devemos transferir a fase aquosa para um tubo de ensaio (fase aquosa 2) através da boca do funil de separação, por final temos de comparar a intensidade das cores das soluções A e B nos dois tipos de extração e discutir resultados.</p>	1
<p>Durante a avaliação que fizemos acerca do processo encontramos alguns problemas os quais gostaríamos de propor soluções, sendo eles: perigo no manuseio da vidraria, a necessidade de conhecimento sobre EPI's e EPC's, conhecimento sobre os reagentes e também os custos monetários de cada componente para a prática. Pensando em uma</p>	2
<p>turma de 30 alunos de uma escola técnica, o grupo propõe aulas pré-práticas para que os futuros técnicos tenham um maior conhecimento sobre o caso. Para isso, pensamos em uma aula expositiva mostrando em vídeo primeiramente quais serão os utensílios de segurança para a prática e como usá-los como EPI's sendo eles luvas de nitrilo,</p>	3
<p>óculos de proteção e o jaleco padrão 100% algodão e os EPC's que serão extintores de incêndio contendo CO₂ ou pó químico, em seguida, iremos mostrar as vidrarias que</p>	2
<p>iremos utilizar, apontando a sua forma de uso, como por exemplo, a do funil de separação ou pêra de decantação, onde se deve misturar os dois líquidos imiscíveis e fazendo pequenas pausas para abrir a torneira do mesmo e assim retirar a pressão de dentro do funil para igualar com a pressão atmosférica e em seguida iremos mostrar os reagentes que serão utilizados na prática e mostrando os cuidados que devemos ter</p>	1
<p>com eles, pois como são muito voláteis falando do clorofórmio e o etanol sendo inflamável, devemos tomar precauções de segurança, mantendo o lugar bem arejado e</p>	2
<p>longe de qualquer fonte de ignição à combustão. Com isso, podemos introduzir as diferenças da extração simples da extração múltipla, onde na simples é feito apenas uma vez a separação das fases, podendo conter uma ligação entre as duas fases, e assim, na fase aquosa conter partes orgânicas da solução e na múltipla, as doses da separação são menores e possuem repetição, como no exemplo desta prática, onde iremos dividir as separações em 3 vezes, contendo apenas 5mL de clorofórmio para</p>	1

15mL da solução de cristal violeta e etanol e assim, se pegarmos no final da experiência os dois frascos que tiveram a extração, o frasco B terá uma menor parte orgânica do frasco A. E por fim, iremos mostrar como se deve fazer descartar os

3

resíduos, pois como eles são muito nocivos ao meio ambiente e principalmente em ambientes aquáticos, devemos retirá-los com areia ou bentonita e assim levá-los para um local de incineração, caso seja queimado ao ar livre, pode causar problemas tóxicos as pessoas em volta, e se for jogado no esgoto ou em corpos de água, pode causar explosões devido outros possíveis reagentes ou poluição, respectivamente.

2

Para a prática, vamos dividir a turma de 30 alunos em 6 grupos de 5 alunos e assim, vamos dividi-los, 3 grupos para extração simples e 3 grupos para a extração múltipla, onde 2 alunos irão cuidar das misturas dos reagentes, 1 deles para realizar a separação e os outros 2 alunos para fazer anotações sobre a separação, contudo, enquanto um grupo estará fazendo uma das extrações, o outro irá ficar observando e fazendo observações sobre a outra parte da extração, no final vamos juntar os grupos para fazerem observações e debatermos o caso, tudo isso sendo supervisionado pelo professor/técnico e pelos bolsistas PIBID.

3

Componentes do Grupo

Referências: <https://www.fca.unicamp.br/portal/images/Documentos/FISPQs/FISPQ-%20Violeta%20Cristal.pdf>

<https://www.fca.unicamp.br/portal/images/Documentos/FISPQs/FISPQ-%20Alcool%20Etilico%20Absoluto.pdf>

<https://www.fca.unicamp.br/portal/images/Documentos/FISPQs/FISPQ-%20Cloroformio.pdf>

https://www.youtube.com/watch?v=xPdAYw0_MxA
<https://www.youtube.com/watch?v=6A6P2tcH89Q>

Em somente uma oportunidade o grupo citou que iria demonstrar aos alunos da prática como descartar os resíduos gerados, mas em nenhum momento citaram quais seriam estes resíduos, como classificá-los ou descartá-los. As referências utilizadas para a resolução não são das fontes indicadas na aula, constituídas majoritariamente de FISPQs. Não há consulta a artigos, livros, periódicos, etc. Também a interpretação para a proposição da atividade relativa aos custos não foi apresentada. Nota-se, no entanto, um progresso quanto à questão de segurança, enfoque dado pelo grupo, que tratou de apresentar informações apresentadas nas FISPQs para fortalecer a sua argumentação. Portanto, quanto à questão conceitual da temática englobando a temática de gestão e tratamento de resíduos químicos é possível perceber que tanto este trabalho como alguns outros deixaram a desejar.

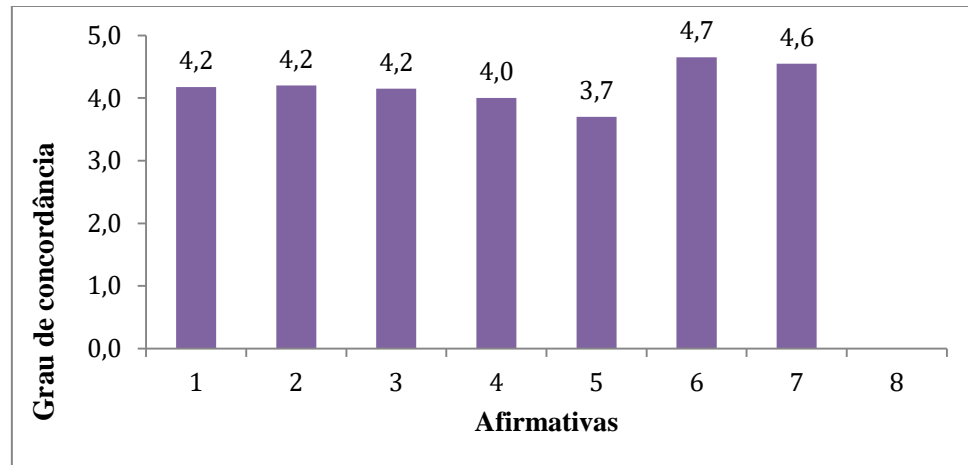
6.3 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO FINAL

A última parte referente à coleta de dados ficou por conta das afirmativas escolhidas pelos alunos presentes no Questionário Final (APÊNDICE C). O mesmo continha 13 questões do tipo fechadas e 3 do tipo abertas. As 7 primeiras estavam relacionadas aos conteúdos procedimentais e atitudinais desenvolvidos pelos estudantes ao longo da atividade. Esta questão solicitava o grau de concordância dos alunos, usando a seguinte escala: 1 = DT Discordo totalmente; 2 = DP Discordo parcialmente; 3 = I Indeciso; 4 = CP Concordo parcialmente; 5 = C Concordo. O cálculo do valor de concordância foi determinado através do somatório do número de vezes em que a opção foi marcada, multiplicado pela pontuação atribuída a ela, e dividido pelo número total de respondentes. Os estudantes deveriam apontar se as atividades desenvolvidas no Estudo de Caso sobre gestão e tratamento de resíduos químicos contribuíram para desenvolver ou aprimorar: *1. Minhas habilidades de comunicação oral; 2. Minhas habilidades de comunicação escrita; 3. Minhas habilidades de realizar trabalhos em grupo; 4. Minhas habilidades de investigar soluções para resolver problemas; 5. Minhas habilidades de argumentação diante de questionamentos; 6. Minha compreensão acerca dos conhecimentos que serão exigidos no meu futuro profissional e 7. Minha compreensão sobre a metodologia de ensino que poderá ser realizada durante a minha futura prática profissional.*

A questão 8 presente no gráfico da Figura 12 é correspondente à afirmativa referente à aula destinada para busca de referenciais teóricos, a qual dizia: *A aula de orientação quanto ao uso da biblioteca e da busca por referenciais teóricos no laboratório de informática contribuiu para a busca de referências que foram utilizadas para a resolução do caso.* Entende-se a busca por referenciais teóricos como um tipo de conteúdo procedimental desenvolvido pelos alunos, assim, seria pertinente que a questão fechada correspondente estivesse juntamente às questões sobre conteúdos procedimentais e atitudinais. Destaco que o instrumento de coleta de dados ficou falho nesse quesito ao separá-la na confecção do questionário, assim, os resultados desta afirmativa são apresentados também na Figura 12.

A Figura 12 abaixo ilustra o grau de concordância dos estudantes acerca das declarações apontadas. Com exceção das questões 1 e 8, cujo número de participantes foi 17 e 12, respectivamente (atribuo esta baixa adesão de resposta à questão 8 devido à má formatação do questionário), para as questões de 2 a 7 o número de participantes atinge a totalidade (20 participantes).

Figura 12 - Grau de concordância dos participantes frente às afirmativas sobre conteúdos procedimentais e atitudinais desenvolvidos.



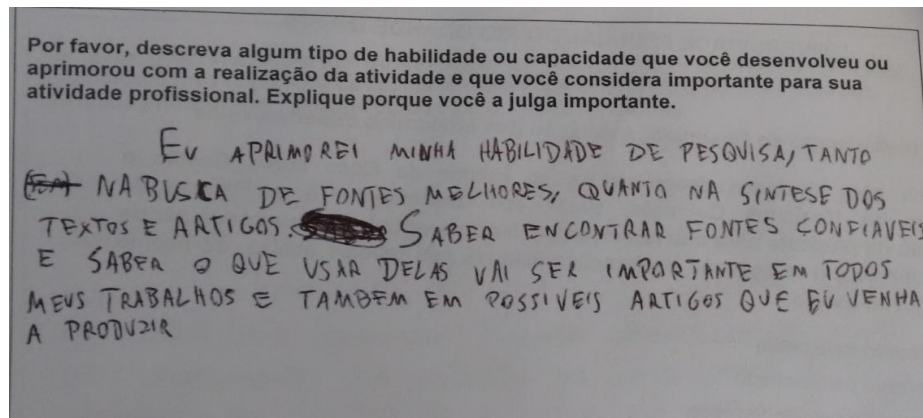
Grau de concordância dos participantes frente às afirmativas sobre conteúdos procedimentais e atitudinais desenvolvidos, onde as afirmativas são: 1. *Minhas habilidades de comunicação oral*; 2. *Minhas habilidades de comunicação escrita*; 3. *Minhas habilidades de realizar trabalhos em grupo*; 4. *Minhas habilidades de investigar soluções para resolver problemas*; 5. *Minhas habilidades de argumentação diante de questionamentos*; 6. *Minha compreensão acerca dos conhecimentos que serão exigidos no meu futuro profissional*; 7. *Minha compreensão sobre a metodologia de ensino que poderá ser realizada durante a minha futura prática profissional*; 8. *A aula de orientação quanto ao uso da biblioteca e da busca por referenciais teóricos no laboratório de informática contribuiu para a busca de referências que foram utilizadas para a resolução do caso*.

A Figura 12 mostra que, na visão dos participantes, a maior concordância se faz presente nas afirmativas 6. *Minha compreensão acerca dos conhecimentos que serão exigidos no meu futuro profissional* e 8. *A aula de orientação quanto ao uso da biblioteca e da busca por referenciais teóricos no laboratório de informática contribuiu para a busca de referências que foram utilizadas na resolução do caso*, respectivamente, seguido das afirmativas 7. *Minha compreensão sobre a metodologia de ensino que poderá ser realizada durante a minha prática profissional*, 1. *Minhas habilidades de comunicação oral* e 2. *Minhas habilidades de comunicação escrita*.

A questão aberta nº1 dizia: *Por favor, descreva algum tipo de habilidade que você desenvolveu ou aprimorou com a realização da atividade e que você considera importante para sua atividade profissional. Explique porque você a julga importante*. De modo que, de acordo com os resultados apresentados na Figura 12, a busca por referenciais teóricos, compreensão acerca dos conhecimentos exigidos no futuro profissional, compreensão acerca da metodologia de ensino, habilidades de comunicação oral e escrita deveriam ser mais

frequentes. Através da análise destas respostas abertas foi possível perceber que “Busca por referenciais teóricos”, “Desenvolvimento de aula prática”, “Comunicação oral” e “Trabalho em equipe” foram as respostas mais recorrentes, conforme Figura 13, sendo todas convergentes com as respostas apresentadas às afirmativas das questões fechadas.

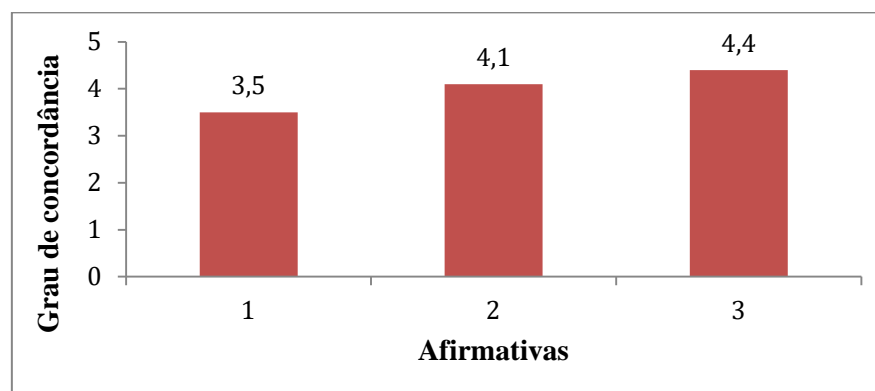
Figura 12 - Recorte de resposta do questionário final I.



Recorte de resposta do questionário final. Lê-se: “*Eu aprimorei minha habilidade de pesquisa, tanto na busca de fontes melhores, quanto na síntese dos textos e artigos. Saber encontrar fontes confiáveis e saber o que usar delas vai ser importante em todos meus trabalhos e também em possíveis artigos que eu venha a produzir.*”.

Procurou-se avaliar também algumas proposições quanto aos casos trabalhados e conteúdos conceituais elencados. Para isso, os estudantes deveriam avaliar as seguintes alternativas: 1. *Foram de fácil compreensão*; 2. *Pesquisei para chegar em estratégias adequadas*; e 3. *O tempo designado para resolução foi suficiente*. Os resultados são apresentados na Figura 14.

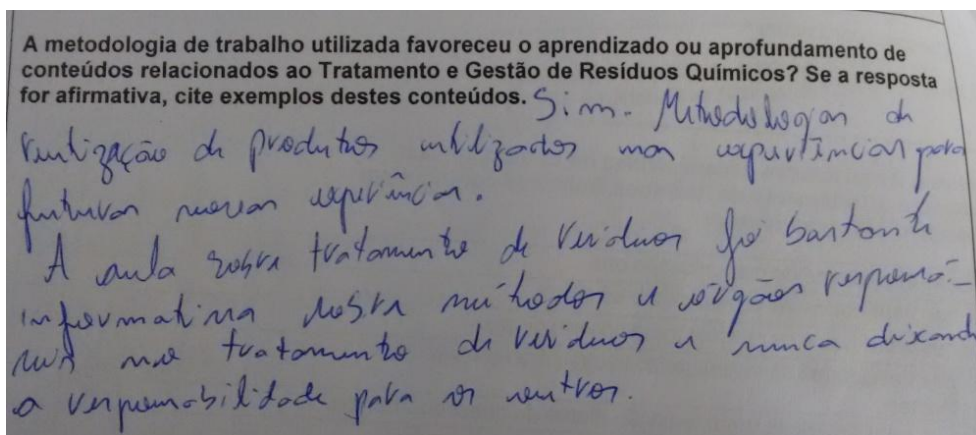
Figura 14 - Grau de concordância dos participantes frente às afirmativas sobre os casos propostos.



Grau de concordância dos participantes frente às afirmativas sobre os casos propostos, cujas afirmativas são 1. *Foram de fácil compreensão*; 2. *Pesquisei para chegar em estratégias adequadas*; e 3. *O tempo designado para resolução foi suficiente*.

A análise dos resultados apresentados na Figura 14 mostrou uma média concordância com relação à facilidade de compreensão dos casos. A análise das produções dos alunos e do próprio questionário, com suas questões abertas, mostram alguns resultados divergentes, dado o seguinte enunciado da questão aberta n°2, que dizia: *A metodologia de trabalho utilizada favoreceu o aprendizado ou aprofundamento de conteúdos relacionados ao Tratamento e Gestão de Resíduos Químicos? Se a resposta for afirmativa, cite exemplos destes conteúdos*. Ao que, em muitas das respostas, foi realizada a afirmação, cujos exemplos mais citados foram “Descarte de resíduos” (Figura 15), “Reaproveitamento ou Recuperação de Reagentes e Resíduos”, “Atribuições do Conselho Regional de Química (CRQ)” e “Pesquisa de custo e riscos (FISPQs)”. Como é possível perceber nos resultados obtidos das produções dos alunos, a utilização das FISPQs foi marcante, porém a pesquisa referente a descarte de resíduos deixou a desejar, sendo superficialmente abordada pelos grupos em sua resolução.

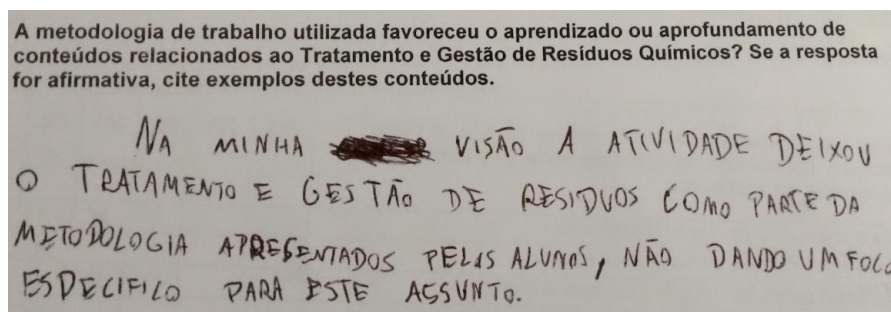
Figura 15 - Recorte de resposta do questionário final II.



Recorte de resposta do questionário final. Lê-se: “Sim, Metodologias de reutilização de produtos utilizados nas experiências para futuras novas experiências. A aula sobre tratamento de resíduos foi bastante informativa sobre métodos e órgãos responsáveis no tratamento de resíduos e nunca deixando a responsabilidade para os outros”.

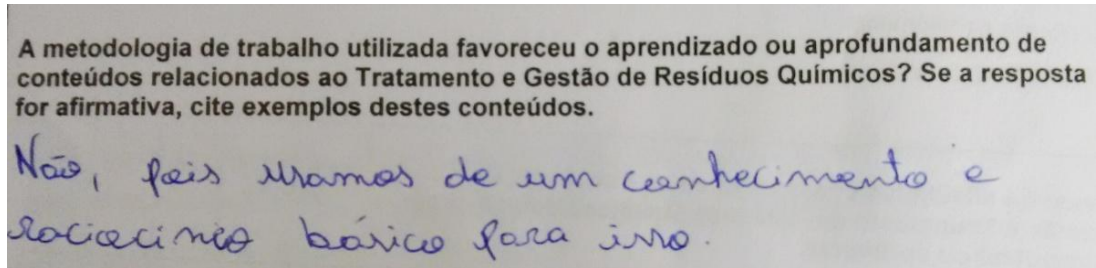
Houve casos em que as respostas para essa afirmação foram “Não favoreceu” ou “Não compreendeu a atividade” (Figura 16). Nestas situações, houve uma polarização nas justificativas, uma vez que alguns alunos apontaram o não favorecimento devido ao caráter simplista da atividade (Figura 17), e que seus conhecimentos prévios seriam suficientes para a sua resolução e outros que seus conhecimentos químicos prévios não foram suficientes para que acompanhassem a atividade adequadamente.

Figura 16 - Recorte de resposta do questionário final III.



Recorte de resposta do questionário final. Lê-se: “Na minha visão a atividade deixou o tratamento e gestão de resíduos como parte da metodologia apresentados pelos alunos, não dando um foco específico para este assunto.”

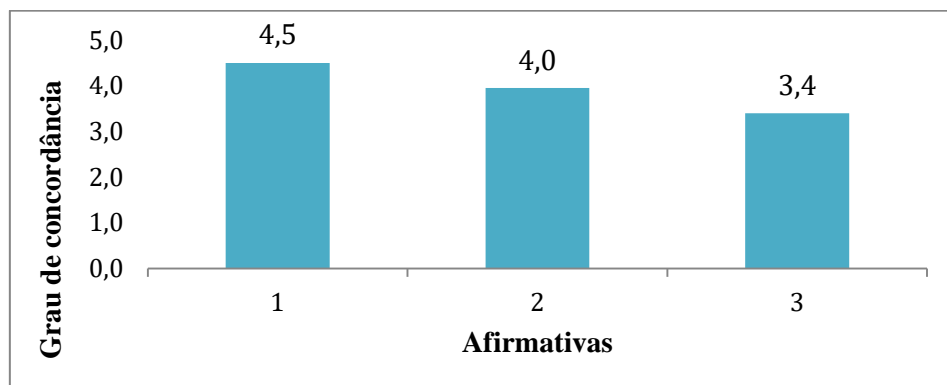
Figura 17 - Recorte de resposta do questionário final IV.



Recorte de resposta do questionário final. Lê-se: “Não, pois usamos de um conhecimento e raciocínio básico para isso.”

As últimas três questões fechadas estavam relacionadas à autoavaliação. As três afirmativas apresentadas foram: 1. *Colaborei com o grupo, ajudei na resolução dos casos propostos*; 2. *A cada aula aprendi novos conhecimentos* e 3. *O meu grupo soube se organizar para dividir tarefas e discutir as informações encontradas por cada integrante*. E estão ilustradas na Figura 18.

Figura 13 - Grau de concordância dos estudantes quanto às afirmativas da autoavaliação.

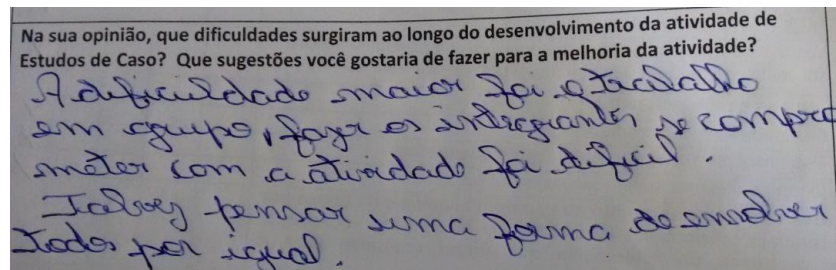


Grau de concordância dos estudantes quanto às afirmativas da autoavaliação. As afirmativas são: 1. *Colaborei com o grupo, ajudei na resolução dos casos propostos*; 2. *A cada aula aprendi novos conhecimentos* e 3. *O meu grupo soube se organizar para dividir tarefas e discutir as informações encontradas por cada integrante*.

Nota-se que os participantes concordam terem sido participativos na realização da atividade, marcado pelo alto escore da questão 1, ao passo que a afirmativa 3 foi a de maior discordância. Muito embora o Trabalho em Equipe também tenha sido apontado em outras afirmativas como uma habilidade desenvolvida, foi relatada pelos participantes como problemática. A dificuldade dos integrantes dos grupos para delegar tarefas entre si e de se encontrar para discutir a atividade ou mesmo a falta de comprometimento foram apontadas.

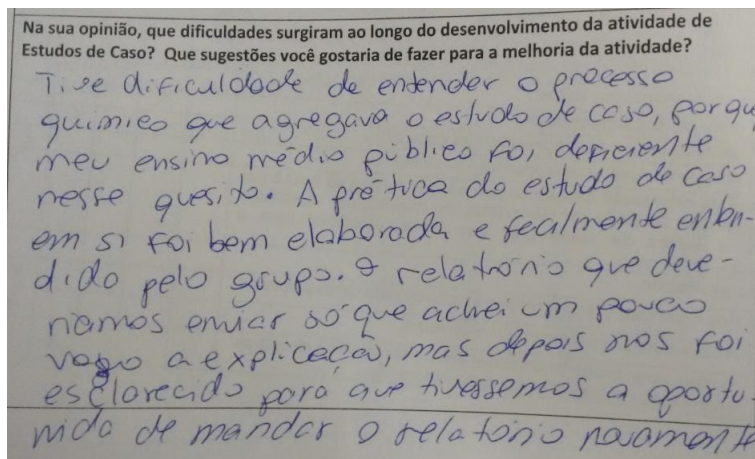
A última pergunta aberta dizia “*Na sua opinião, que dificuldades surgiram ao longo do desenvolvimento da atividade de Estudos de Caso? Que sugestões você gostaria de fazer para a melhoria da atividade?*”. Nesta questão, ficou nítida a consonância da resposta com o baixo escore da afirmativa 3 de autoavaliação, visto que as dificuldades mais apontadas foram respectivamente o trabalho em grupo e a falta de conhecimento prévio. Outras respostas menos frequentes foram a clareza na proposta, a busca por referências e o tempo para realização da atividade. As Figuras 19 e 20 ilustram estes resultados.

Figura 14 - Recorte de resposta de questionário final V.



Recorte de resposta de questionário final. Lê-se: “*A dificuldade maior foi o trabalho em grupo, fazer os integrantes se comprometer com a atividade foi difícil. Talvez pensar uma forma de envolver todos por igual*”.

Figura 20 - Recorte de resposta de questionário final VI.



Recorte de resposta de questionário final. Lê-se: “Tive dificuldade de entender o processo químico que agregava o estudo de caso, porque meu ensino médio público foi deficiente nesse quesito. A prática do estudo de caso em si foi bem elaborada e realmente entendida pelo grupo. O relatório que deveríamos enviar só que achei um pouco vago a explicação, mas depois nos foi esclarecido para que tivéssemos a oportunidade de mandar o relatório novamente”.

Quanto às sugestões apontadas, somente duas respostas foram dadas, de modo que os demais alunos apontaram que a atividade foi bem estruturada e não deve sofrer alterações. As sugestões apresentadas foram “Promover o envolvimento com a atividade de forma igual para todos” (apresentada na Figura 19), cuja sugestão é o reflexo da problemática da promoção do trabalho em grupo e também “Aplicar em turmas mais avançadas no curso”, justificada pelo aluno como consequência da sua falta de conhecimentos químicos prévios para a resolução da atividade.

Baseado na análise das respostas do questionário final é possível perceber que na visão dos alunos a atividade de Estudos de Caso favoreceu o desenvolvimento de habilidades tais como a comunicação oral, a busca por referenciais teóricos e o exercício do trabalho em grupo e de conteúdos, tais como o descarte de resíduos. Todavia as maiores dificuldades presentes no desenvolvimento desta metodologia são o trabalho em grupo, relativo à divisão de tarefas, ao comprometimento de cada integrante em trabalhar na atividade e a falta de organização própria dos grupos para reunir os integrantes para discutir acerca do trabalho.

Triangulando as respostas dos estudantes com os apontamentos do diário de campo e produções, evidencia-se que a sequência didática não atingiu plenamente seus objetivos por fatores diversos, como a heterogeneidade da turma quanto aos conhecimentos e vivências laboratoriais e como a falta de conhecimentos básicos de química de suas experiências prévias, dado que são alunos de primeiro semestre do curso.

Para ilustrar um quadro comparativo de resultados, aponto o artigo 6, apresentado na Tabela 2, intitulado “As contribuições do Método de Estudo de Casos para o Desenvolvimento de Habilidades” de Simone Augusto Silva e Aparecida de Fátima Andrade da Silva, publicado no VIII ENPEC (2011). O trabalho apresenta os resultados obtidos da aplicação de atividades com metodologia de Estudos de Caso aplicados a uma turma de 39 estudantes do curso noturno de Licenciatura em Química em uma disciplina de início de curso, a QUI 101 (formação profissional e áreas de atuação do Químico) ao longo de 3 encontros. A sequência didática é similar àquela apresentada neste trabalho de conclusão de curso, com entrega do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e questionário inicial, apresentação das características da metodologia, organização da turma em grupos, levantamento de informações em fontes de divulgação científica confiáveis e elaboração de hipóteses, seguido da apresentação do seminário final com as resoluções dos casos e entrega do questionário final. Os casos entregues abrangiam as diferentes atuações de um químico, sendo que um deles, intitulado “O que fazer com todo esse lixo?” tratava do tema de gestão e tratamento de resíduos químicos. As habilidades desenvolvidas apontadas pelos estudantes de forma mais frequente foram o trabalho em equipe; a busca de soluções para problemas individuais e coletivos; a argumentação diante de questionamentos; a tomada de decisões diante de problemas da vida real; o conhecimento de áreas de atuação dos profissionais da química; a compreensão de conceitos de química; a busca de informação em fontes relevantes para a química e comunicação oral. As habilidades elencadas pelo trabalho de Silva e da Silva (2011) convergem com as evidenciadas na aplicação da metodologia de Estudos de Caso na turma de (QUI01168) – Introdução à química, também de primeiro semestre, principalmente quanto ao exercício do trabalho em equipe, a busca por referenciais teóricos, o desenvolvimento de conteúdos conceituais (no caso, foi apontado o descarte de resíduos como principal) e também da comunicação oral.

7 CONCLUSÃO

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de analisar se a metodologia de Estudos de Caso poderia auxiliar no desenvolvimento de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais dos estudantes do curso de Licenciatura em Química – Noturno da UFRGS matriculados na disciplina QUI01168 – Introdução à Química no segundo semestre de 2018. A metodologia de Estudos de Caso vem sendo aplicada gradativamente na área de ensino de Química, com enfoque principalmente para produções de Ensino Superior. A temática escolhida para o desenvolvimento da atividade foi a de gestão e tratamento de resíduos químicos, dado o reconhecimento da importância deste assunto por um profissional de química, no caso, um licenciado, que deve lidar com os resíduos gerados em práticas realizadas ao longo de sua carreira.

Três casos foram desenvolvidos em cima de roteiros de prática de aulas experimentais para que o tema de gestão e tratamento de resíduos pudesse ser contemplado. Nele, os alunos deveriam propor modificações e sugestões que amenizassem custos e riscos, atentando também para reagentes empregados e resíduos produzidos nas práticas. Os três casos contaram com três temáticas frequentes no ensino de química, sendo elas a extração líquido-líquido, o princípio de Le Chatelier e o método argentimétrico de Mohr. Em todos eles os estudantes deveriam analisar problemas e ajudar a personagem professora Camila a tomar uma decisão acerca da prática desenvolvida.

A sequência didática empregada contou com a apresentação da temática de gestão e tratamento de resíduos químicos, apontando as atribuições de um licenciado dadas pelo Conselho Regional de Química da 5ª região, tipos e classificação de resíduos, destinação correta, modos de descarte, custos envolvidos, entre outros. Após, foi realizada a apresentação da metodologia, baseada nos direcionamentos dados pelo livro “Estudo de Casos no Ensino de Química” de Luciana Sá e Salete Queiroz, a fim de que se inteirassem dos passos da metodologia de ensino e compreendessem a atividade. Em seguida a turma foi dividida em grupos, e os três casos foram distribuídos. Uma aula destinada para a busca de fontes bibliográficas confiáveis foi realizada no laboratório de informática e na biblioteca de química, onde os alunos puderam fazer um levantamento das principais referências a serem utilizadas na resolução dos casos. A última etapa foi composta da entrega e apresentação da resolução dos grupos para os colegas. Os alunos também foram convidados a responder um

questionário final contendo questões sobre o desenvolvimento de conteúdos, a estruturação dos casos e a auto avaliação.

Os resultados das produções apontam que 2 dos 6 grupos focaram a atenção de resolução do seu caso para as questões de segurança na manipulação de reagentes e materiais, de forma com que a temática de gestão e tratamento de resíduos químicos foi pouco presente nestes casos. Em compensação, dois grupos analisaram a proposta de troca de reagentes por outros, enquanto outro grupo apresentou uma possibilidade de recuperação de reagente de forma detalhada. As propostas comuns à maioria dos grupos foram compostas da redução de volumes e da separação dos componentes da turma hipotética em grupos, realizando uma divisão de tarefas nas aulas experimentais. Três grupos não se comprometeram em apresentar uma nova resolução com os apontamentos realizados por mim e pelas professoras, demonstrando uma falta de comprometimento destes alunos com a realização do trabalho.

A análise do questionário final mostrou que houve um predomínio de habilidades apontadas como desenvolvidas pelos alunos tais como o trabalho em grupo, a comunicação oral, a busca por referenciais teóricos e também o aprendizado sobre descarte de resíduos químicos. Algumas dificuldades apontadas pelos grupos foram o trabalho em grupo e a falta de conhecimento prévio de conteúdos químicos.

Por fim, pode-se dizer que a metodologia de Estudos de Caso favoreceu o desenvolvimento de habilidades, com enfoque para as categorizadas como conteúdos procedimentais e atitudinais, necessários para a construção do perfil de um bom profissional de química e futuro docente.

REFERÊNCIAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Resíduos Sólidos** – Classificação. 2004.
- BRASIL. Lei Nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.** Recuperado de www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm
- BRASIL. Lei Nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. **Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional.** Recuperado de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm
- BRASIL. Lei Nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. **Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.** Recuperado de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9605.htm
- BRASIL. Lei Nº 9.795, de 27 de abril de 1999. **Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências.** Recuperado de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9795.htm
- BRASIL. Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos;** altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Recuperado de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm
- BRASIL. RESOLUÇÃO CNE/CES. **Estabelece as Diretrizes Curriculares para os cursos de Bacharelado e Licenciatura em Química.** Diário Oficial da União, Brasília, 26 de março de 2002. Seção 1, p. 12.
- BRASIL. PARECER CNE/CES 1.301/2001. **Estabelece as Diretrizes Curriculares para os cursos de Bacharelado e Licenciatura em Química.** Diário Oficial da União. Brasília, 07 de dezembro de 2001. Seção 1, p. 25.
- BOGDAN, R; BIKLEN, S. **Investigação Qualitativa em Educação.** Porto-POR: Editora Porto, 1994.
- CABRAL, P; SOUZA, N. **Resolução de caso investigativo por graduandos em química: habilidades de comunicação em foco.** XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. 2017.
- CONSELHO FEDERAL DE QUÍMICA. **Resolução Normativa nº 36 de 25/ 4/1974.** Dá atribuições aos profissionais da Química e estabelece critérios para concessão das mesmas, em substituição à Resolução Normativa nº26.

COLL, C. *Marc Curricular per al' Enseyement Obligatorí*. Barcelona: Dep. de *Ensenanza de La Generalitat de Catalunya*, 1986.

FREITAS, L; CAMPOS, A. Tendências de Abordagem do Método de Estudo de Casos no Ensino-aprendizado das ciências: Um olhar para o Ensino de Química. XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química. 2016

DICKMANN, I; CARNEIRO, S. **Paulo Freire e Educação ambiental**: contribuições a partir da obra *Pedagogia da Autonomia*. Revista Educação Pública, Cuiabá, v. 21, n. 45, p. 87-102, jan./abr. 2012.

FRANCISCO, W. **Estudo de caso por meio de experimentação**: uma atividade para o ensino de métodos eletrolíticos. XVI Encontro Nacional de Ensino de Química. 2012.

FRANCISCO, W; BENITE, A. **Casos investigativos e o ensino de cromatografia líquida de alta eficiência**. X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. 2015.

GONDIM, M.S; PINHEIRO, J. **O caso do tacho de cobre: ações e compreensões de professores de Química em formação e o ensino de CTS**. IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. 2013

HERREID, C. **Case Studies in Science – A Novel Method of Science Education**. *Journal of College Science Teaching*, p.221-229, 1994.

LIMA, K; SARMENTO, V; CRUZ, M. **Estudo de Casos baseado em resolução de problemas**: uma metodologia para a aprendizagem de corrosão na área de petróleo e gás com alunos do Ensino Superior. XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química. 2016.

LUDKE, M; ANDRÉ, M. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

MARCONI, M.A; LAKATOS, E.M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2003. 310 p.

MARQUES, C; GONÇALVES, F; YUNES, S; MACHADO, A. **Sustentabilidade ambiental**: um estudo com pesquisadores químicos do Brasil. *Química Nova (Online)*, v. 36, p. 914-920, 2013.

PASSOS, K. **Estudos de caso na disciplina de Química Orgânica de Biomoléculas**: contribuições para o desenvolvimento profissional dos estudantes dos cursos de Química da UFRGS. 2017. 109 p. Dissertação. Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Química UFRGS. Porto Alegre.

PASSOS, K.; CAMPO, L; PASSOS, C. **Estudo de Casos sobre a química dos carboidratos**: contribuições para a formação profissional dos estudantes de química da UFRGS. XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química. 2016.

PASSOS, K.; CAMPO, L; DANIEL, D; LIMA, F; PASSOS, C. **O Tema Carboidratos através da Metodologia de Estudos de Caso**: Desenvolvimento de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. Quim. Nova, Vol. 41, No. 10, 1209-1217, 2018.

PORLÁN, R.; RIVERO, A.; MARTÍN DEL POZO, R. **Conocimiento profesional y epistemología de los profesores II: estudios empíricos e conclusiones**. Enseñanza de las Ciencias, 16(2):271-289.1998.

SÁ, L; FRANCISCO, C; QUEIROZ, S. **Estudos de Caso em Química**. Química Nova, Vol. 30, Nº 3, 731-739, 2007.

SÁ, L; QUEIROZ, S. **Estudos de Casos no Ensino de Química**. 2 ed. São Paulo: Átomo, 2010.

SANTOS, M; SILVA, A.F; SOUZA, V. **Estudo de Casos e desenvolvimento da argumentação sobre questões sociocientíficas por estudantes de Química Geral da Universidade Federal de Viçosa (MG)**. XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química. 2016.

SANTOS, N; QUEIROZ, S. **Análise de interações colaborativas em ambiente virtual de aprendizagem**: foco na argumentação de graduandos em química. XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química. 2016.

SCHWARTZ, F. **Recuperação de Solventes Orgânicos** – Uma alternativa econômica e ecologicamente adequada. UFRGS, 2017. 1 p. Dissertação. Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Química UFRGS. Porto Alegre.

SILVA, A., LIMA, C; LIBERTO, N; SILVA, S; SOUZA, V. **Contribuições na Argumentação e do Estudo de Casos para o Ensino de Ciências: Uma análise sob a perspectiva de Stephen Toulmin**. VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2011.

SILVA, A; SALGADO, T.D. **Noções básicas de segurança no trabalho com radiações: uma abordagem para calouros por meio do método de Estudo de Caso**. XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. 2017.

SILVA, L; FRANCISCO, W. **Identificação e caracterização de estratégias enunciativas entre estudantes de química em nível superior.** XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química. 2016

SILVA, S; SILVA, A. **As Contribuições do Método de Estudo de Casos para o Desenvolvimento de Habilidades.** VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2011.

SOUZA, N; QUEIROZ, S. **Uma análise de textos argumentativos de graduandos em química.** X Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências. 2015.

WORLD COMISSION ON ENVIRONMENTAL AND DEVELOPMENT. *Our Common Future – The Brundtland Report.* Oxford, Oxford University Press, 1987, p.387.

ZABALA, A. *A prática Educativa:* Como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.

APÊNDICES

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO INICIAL

Universidade Federal do Rio Grande do Sul Instrumento de Pesquisa: Questionário Inicial

QUESTIONÁRIO INICIAL DA PESQUISA:

O objetivo deste questionário é realizar um diagnóstico sobre as experiências dos alunos do curso de Licenciatura em Química da UFRGS com relação à área de química como parte da pesquisa relativa à atividade de Estudos de Caso envolvendo gestão e tratamento de resíduos químicos.

A maioria das questões é aberta e, por isso, é importante que você responda-as de forma completa e expresse a sua opinião livremente, pois **sua identidade será mantida em sigilo**.

1. Qual sua idade? _____ anos.

2. Qual seu sexo? () F () M.

3. Você trabalha ou trabalhou na área de química ou afim?

() Não.

() Sim. Em que função e por quanto tempo? _____.

4. Você já possui algum curso técnico e/ou graduação?

() Não

() Sim. Qual? _____.

5. Durante o ensino médio você estudou em escola: () pública () privada.

6. Nas suas aulas de química do ensino médio, foram realizadas aulas experimentais com que frequência?

() nunca () poucas vezes () muitas vezes () sempre

APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**Universidade Federal do Rio Grande do Sul****Instituto de Química – Curso de Licenciatura em Química****TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Caro aluno (a),

Você está sendo convidado (a) a participar, como voluntário (a), do estudo/pesquisa intitulado “A utilização da metodologia de Estudos de Caso para o desenvolvimento profissional dos estudantes do Curso de Licenciatura em Química Noturno da UFRGS”, conduzida por Daniele Prestes Daniel, sob orientação da professora Dra. Camila Greff Passos. Este estudo tem por objetivo verificar as contribuições da utilização da metodologia de Estudos de Caso em relação ao aprendizado de conteúdos químicos relativos à temática de gestão e tratamento de resíduos químicos, bem como conteúdos atitudinais e procedimentais diversos.

Sua participação nessa pesquisa consistirá em responder dois questionários, sendo um no início do período de desenvolvimento da temática de Estudos de Caso e um ao final do mesmo, bem como participação das atividades propostas em sala de aula. Os resultados deste estudo serão utilizados para produção e publicação de textos de caráter científico, pois estes dados farão parte de um Trabalho de Conclusão de Curso. É importante que você expresse a sua opinião livremente ao responder aos questionários. Em hipótese alguma os resultados terão influência na avaliação e nas notas desta disciplina. A sua identidade será mantida em sigilo.

DECLARAÇÃO

Eu _____ estudante do curso de Licenciatura em Química – Noturno da UFRGS, cartão n° _____, declaro que fui esclarecido (a) sobre os objetivos e justificativas deste estudo de forma clara e detalhada e que concordo em participar desta pesquisa.

Porto Alegre, ____ de _____ de 2018.

Assinatura do (a) participante: _____

Assinatura do (a) pesquisador (a): _____

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO FINAL

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

INSTITUTO DE QUÍMICA

Instrumento de Pesquisa: Avaliação das atividades desenvolvidas

A partir das atividades desenvolvidas no Estudo de Caso sobre Gestão e Tratamento de Resíduos Químicos, avalie seu desempenho e as formas de contribuição da proposta para sua formação profissional, apontando sua concordância ou discordância em relação às declarações listadas nas tabelas abaixo, de acordo com a seguinte escala:

- 1) Discordo fortemente
- 2) Discordo parcialmente
- 3) Não tenho opinião formada
- 4) Concordo parcialmente
- 5) Concordo fortemente

Afirmativas: As atividades desenvolvidas no Estudo de Caso sobre Gestão e Tratamento de Resíduos Químicos contribuíram para desenvolver ou aprimorar:		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1.	Minhas habilidades de comunicação oral.					
2.	Minhas habilidades de comunicação escrita.					
3.	Minhas habilidades de realizar trabalhos em grupo.					
4.	Minhas habilidades de investigar soluções para resolver problemas.					
5.	Minhas habilidades de argumentação diante de questionamentos.					
6.	Minha compreensão acerca dos conhecimentos que serão exigidos no meu futuro profissional.					
7.	Minha compreensão sobre a metodologia de ensino que poderá ser realizada durante a minha futura prática profissional.					
Quanto aos casos propostos:						
1.	Foram de fácil compreensão.					
2.	Pesquisei para chegar em estratégias adequadas.					
3.	O tempo designado para resolução foi suficiente.					
A aula de orientação quanto ao uso da biblioteca e da busca por referenciais teóricos no laboratório de informática contribuiu para a busca de referências que foram utilizadas para a resolução do caso.						
Autoavaliação:						
1.	Colaborei com o grupo, ajudei na resolução dos casos propostos.					
2.	A cada aula aprendi novos conhecimentos.					
3.	O meu grupo soube se organizar para dividir tarefas e discutir as informações encontradas por cada integrante.					

Por favor, descreva algum tipo de habilidade ou capacidade que você desenvolveu ou aprimorou com a realização da atividade e que você considera importante para sua atividade profissional. Explique porque você a julga importante.

A metodologia de trabalho utilizada favoreceu o aprendizado ou aprofundamento de conteúdos relacionados ao Tratamento e Gestão de Resíduos Químicos? Se a resposta for afirmativa, cite exemplos destes conteúdos.

Na sua opinião, que dificuldades surgiram ao longo do desenvolvimento da atividade de Estudos de Caso? Que sugestões você gostaria de fazer para a melhoria da atividade?

APÊNDICE D – CASOS

Caso 01 – Extração Líquido-Líquido

A professora Camila, que ministra aulas em um curso Técnico em Química, realizará uma atividade prática de comparação entre duas técnicas de extração por solventes. Trata-se da técnica de extração simples e de extração múltipla.

Como a professora atua em uma escola que conta com o apoio de bolsistas do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), ela encaminha um e-mail para os bolsistas para orientá-los acerca da prática:

“Olá bolsistas PIBID,

Como já havíamos discutido, nesta semana trabalharemos com as turmas o assunto referente à técnica de extração por solvente. O objetivo desta prática será obter a separação de um composto de interesse baseado na sua solubilidade na fase orgânica frente à fase aquosa. É um método amplamente utilizado na extração de essências de óleo de cravos e eucaliptos, por exemplo. A atividade compreenderá tanto a técnica de extração simples quanto a de múltipla extração. Encaminho o roteiro da prática para que vocês discutam sobre possibilidades de realização da mesma. Lembrem-se que temos muitos alunos na turma e um número limitado de reagentes.

Agradeço desde já, um abraço a todos.

Prof^a Camila”

Vocês como bolsistas PIBID terão que propor possíveis modificações no roteiro da prática de modo a amenizar custos e riscos. Justifiquem suas sugestões de alterações e argumentem a favor delas. Lembrem-se que vocês também terão que orientar os alunos sobre os cuidados com os reagentes utilizados e com os resíduos gerados.

Roteiro da prática de técnicas de Extração – Extração Simples e Múltipla

Extração Simples

1. Dissolver pequena quantidade de cristal violeta em 2 a 3 gotas de etanol e adicionar 30 mL de água. Dividir a solução em duas porções iguais (15 mL) A e B.
1. Transferir a porção A para um funil de separação de 100 mL (testar previamente vazamento) e adicionar 15 mL de clorofórmio.
1. Efetuar a extração obedecendo à técnica correta para o uso do funil de separação.
1. Colocar o funil na posição vertical, aguardar a separação das fases e recolher a fase orgânica e aquosa em tubos de ensaio (Etiquetar os tubos anotando as fases em cada um).

Extração Múltipla

1. Transferir a porção B para um funil de separação de 100 mL e efetuar a extração com 5 mL de clorofórmio.
2. Recolher a fase orgânica em um tubo de ensaio e reextrair a fase aquosa com 5 mL de clorofórmio. Recolher a fase orgânica no mesmo tubo de ensaio.
3. Repetir a extração da fase aquosa com 5 mL de clorofórmio e proceder como descrito no item anterior.
4. Transferir a fase aquosa para um tubo de ensaio (fase aquosa 2) através da boca do funil de separação.
5. Comparar a intensidade das cores das soluções A e B nos dois tipos de extração e discutir os resultados.

Referências:

1 – Extração Líquido-líquido:

1.1. Simple liquid-liquid extraction experiment for freshmen, J. Chem. Educ., 1978, 55 (2), p 119

1.2. Vídeo no Youtube: https://www.youtube.com/watch?v=BIV_kX7tVjo

Caso 02 – Princípio de Le Chatelier

A professora Camila ministra aulas de química no ensino médio em uma escola pública de Porto Alegre. Ela realizará uma prática com seus alunos do segundo ano para que eles possam ter uma melhor compreensão sobre o princípio de Le Chatelier.

Como a professora atua em uma escola que conta com o apoio de bolsistas do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), ela encaminha um e-mail para os bolsistas para orientá-los acerca da prática.

“Olá bolsistas PIBID,

Prosseguindo com nosso cronograma, o assunto desta semana com as turmas do segundo ano refere-se ao estudo do equilíbrio químico, mais especificamente o Princípio de Le Chatelier. Com esta prática, é possível fazer previsões sobre o deslocamento do equilíbrio de uma reação e a consequência da manipulação dos participantes da mesma. Tem-se um exemplo de aplicação interessante associada ao estudo de equilíbrio químico é utilizada para a indicação de umidade de um ambiente utilizando o Cloreto de Cobalto (II). Envio em anexo o roteiro da prática para que vocês discutam sobre possibilidades de realização da mesma. Lembrem-se que temos muitos alunos nas turmas e um número limitado de reagentes.

Agradeço desde já, um abraço a todos.

Profª Camila”

Vocês como bolsistas PIBID terão que propor possíveis modificações no roteiro da prática de modo a amenizar custos e riscos. Justifiquem suas sugestões de alterações e argumentem a favor delas. Lembrem-se que vocês também terão que orientar os alunos sobre os cuidados com os reagentes utilizados e com os resíduos gerados.

Roteiro da prática de Equilíbrio Químico – Princípio de Le Chatelier

Material necessário:

- 2 provetas de 5 mL
- 3 tubos de ensaio
- banho de água quente
- banho de gelo
- cloreto de cobalto hexahidratado
- ácido clorídrico concentrado
- água destilada

Passo 01:

Adicione 0,3 g de cloreto de cobalto hexahidratado em cada tubo de ensaio e, em seguida, 3 mL de água destilada. Adicione 4,5 mL de ácido clorídrico concentrado. Observe bem a mudança de cor. **CUIDADO!** O ácido clorídrico concentrado é altamente corrosivo e libera

vapores que, quando inalados, são tóxicos. Evite o contato com a pele e manuseie-o em local arejado.

Passo 02:

Adicione, em cada tubo, 2,0 mL de água destilada e observe a diferença entre as cores nos tubos. Agite bem os tubos até que a solução se torne violeta.

Passo 03:

Aqueça, em banho maria, um dos tubos e perceba a mudança de cor.

Resfrie, com banho de gelo, outro tubo e perceba novamente a mudança de cor.

Passo 04:

Discussão em grande grupo.

Fonte: Ponto Ciência. Disponível em

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/bitstream/handle/mec/21439/Le%20Chatelier%20e%20o%20cloreto%20de%20cobalto%20-%20pontociencia.pdf?sequence=1>

Referências:

2.1 - Atkins, Jones, Princípios de Química: Questionando a Vida moderna e o Meio Ambiente, 3 ed, p 444-445

2.2 - Ferreira, Hartwig, Rocha-Filho, Algumas Experiências Simples Envolvendo o Princípio de Le Chatelier, QUÍMICA NOVA NA ESCOLA, N° 5, 1997.

Caso 03 – Método de Mohr

A professora Camila, que ministra aulas em um curso Técnico em Química, realizará uma atividade prática de volumetria de precipitação. Trata-se da técnica de Argentimetria, pelo método de Mohr.

Como a prof^a conta com o apoio do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), ela enviou o seguinte email para seus bolsistas:

"Olá bolsistas PIBID,

Agradeço muito a ajuda e empenho de vocês com a aula da semana passada. Na próxima semana continuarei os conteúdos de analítica quantitativa com a minha turma. Quero trabalhar com eles a técnica da Argentimetria pelo método de Mohr, para treinarmos mais o uso da bureta e para que eles conheçam outros tipos de ponto de viragem. Este método é muito utilizado para identificação de íons Cl⁻ em água. Em anexo mando o roteiro da prática, para vocês analisarem e pensarem em algumas possibilidades de trabalho, lembrem que a turma é grande e não dispomos de muitos reagentes.

*Agradeço desde já, um abraço a todos.
Prof^a Camila"*

Vocês como bolsistas PIBID terão que propor possíveis modificações no roteiro da prática de modo a amenizar custos e riscos. Justifiquem suas sugestões de alterações e argumentem a favor delas. Lembrem-se que vocês também terão que orientar os alunos sobre os cuidados com os reagentes utilizados e com os resíduos gerados.

Roteiro da Prática

Anexo 1 – Roteiro Argentimetria

Método de Mohr

Parte A - Preparação e Padronização de Solução de Nitrato de Prata 0,1mol/L

1. Pesar a massa de AgNO₃ (previamente seca em estufa a 150 °C por 2 h) necessária para preparar 250 mL de solução 0,1mol/L.
2. Para a padronização utilizar aproximadamente 0,17 g de NaCl em um erlenmeyer, adicionando 80 mL de água e 1 mL de cromato de potássio 5 % (indicador).
3. Titular com a solução de nitrato de prata, lentamente, agitando o frasco até que a cor avermelhada formada pela adição de cada gota desapareça cada vez mais lentamente (isto é indicação de que a maior parte do cloreto está precipitada).
4. Continuar a adição gota a gota até que ocorra uma mudança de cor fraca, mas distinta, que deve persistir após agitação forte.

5. Fazer uma correção de branco do indicador, adicionando 0,5 g de carbonato de cálcio e 1mL do indicador a um volume de água igual ao volume final da titulação.
6. Titular com a solução de nitrato de prata até que a cor do branco fique igual a da solução titulada. A correção do branco não deve ser muito maior que 0,1mL e esse volume deve ser deduzido do volume gasto na titulação.
7. Repetir em duplicata.

Parte B - Determinação de cloreto em amostra de KCl de concentração conhecida

1. Pipetar 25 mL da solução de KCl.
2. Adicionar 1 mL de cromato de potássio a 5% p/v e homogeneizar.
3. Titular lentamente com o nitrato de prata segundo o procedimento anterior. Fazer no mínimo em duplicata.
4. Calcular a concentração da amostra em mols por litro e em gramas por litro.

Disponível em:

<http://www.iqsc.usp.br/iqsc/servidores/docentes/pessoal/mrezende/arquivos/aula11.pdf>

Referências:

3.1 - Vídeo no Youtube: https://www.youtube.com/watch?v=-ZU_kIxyC28

3.2 - Determination of Chloride ion concentration by titration (Mohr's Method) – College of Science, University of Canterbury, disponível em https://www.canterbury.ac.nz/media/documents/science-outreach/chloride_mohr.pdf

3.3 – Skoog, West, Holler, Crouch, Fundamentos de Química Analítica, 8 ed., p.341