

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BÁSICAS DE SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: QUÍMICA DA
VIDA E SAÚDE

**A aplicação da metodologia de Estudos de Caso no contexto do componente curricular
Processos Industriais em um Curso Técnico em Química.**

André Luís Viegas

**Porto Alegre
2016**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BÁSICAS DE SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: QUÍMICA DA
VIDA E SAÚDE

**A aplicação da metodologia de Estudos de Caso no contexto do componente curricular
Processos Industriais em um Curso Técnico em Química.**

André Luís Viegas

Dissertação apresentada como requisito parcial
para obtenção do título de Mestre em Educação em
Ciências, orientada pela Profa. Dra. Tania Denise
Miskinis Salgado

Porto Alegre, julho de 2016.

CIP - Catalogação na Publicação

Viegas, André Luís

A aplicação da metodologia de Estudos de Caso no contexto do componente curricular Processos Industriais em um Curso Técnico em Química. / André Luís Viegas. -- 2016.
116 f.

Orientadora: Tania Denise Miskinis Salgado.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Porto Alegre, BR-RS, 2016.

1. estudos de caso. 2. química. 3. curso técnico. 4. análise textual discursiva. I. Salgado, Tania Denise Miskinis, orient. II. Título.

*Dedicado à escola que tantos horizontes têm ampliado
em seu quase meio século de existência: Fundação Liberato!*

RESUMO

A superação da dualidade entre educação profissional e a educação básica constitui-se em uma necessidade preconizada pelos marcos legais mais recentes da Educação Profissional integrada ao Ensino Médio no Brasil, que, entre outros princípios, estabelecem a pesquisa como um princípio educativo, o que exige o desenvolvimento de estratégias diferenciadas de ensino. Nesse contexto, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o potencial da metodologia de Estudos de Caso para a aquisição de conhecimentos específicos e para o desenvolvimento de habilidades de investigação e argumentação na disciplina de Processos Industriais de um Curso Técnico de Química integrado ao Ensino Médio. A execução da proposta ocorreu, em um primeiro momento, na abordagem da tecnologia de couros e, posteriormente, na tecnologia de tratamento de água. Os dados coletados envolveram questionários com questões fechadas e abertas sobre a atividade, aplicados aos estudantes, e os textos argumentativos produzidos como soluções para os casos apresentados. A análise de dados foi realizada com a tabulação do nível de concordância dos estudantes quanto às habilidades desenvolvidas com a atividade, além da categorização das avaliações preenchidas de forma aberta. Os textos argumentativos produzidos a partir dos casos envolvendo a tecnologia de tratamento de água foram submetidos à análise textual discursiva. Os resultados mostraram que a aquisição de conhecimentos específicos e a habilidade de investigação foram favorecidos nas duas situações. Ressaltamos, também, a contribuição da proposta para o desenvolvimento da capacidade de argumentação por meio da produção textual, aspecto pouco explorado em trabalhos anteriores. Concluímos que a proposta é uma alternativa adequada ao contexto investigado, representando uma possibilidade a somar-se ao acervo de metodologias ativas para a Educação Profissional de Química integrada ao Ensino Médio.

PALAVRAS-CHAVE: estudos de caso. química. curso técnico. análise textual discursiva.

ABSTRACT

Surpass the duality between professional education and basic education constitutes a necessity advocated by the latest legal frameworks of professional education integrated to high school in Brazil, which, among other principles, establish research as an educational principle, which requires the development of differentiated teaching strategies. In this context, the present work was developed with the goal of evaluate the potential of case studies methodology to acquire specific knowledge and develop the research and reasoning skills in Industrial Processes discipline of a Chemistry Technician Course Integrated to High School. The implementation of the proposal was, at first, in the approach to leather technology and after in water treatment technology. Data collected involved questionnaires applied to students, with closed and open questions about the activity, and argumentative texts produced as solutions to the presented cases. Data analysis was performed with the tab of the students' level of agreement with regard to the activity developed skills as well as categorization of evaluations filled openly. The argumentative texts produced from cases involving water treatment technology was evaluated using discursive textual analysis. The results showed that the acquisition of specific knowledge and research skills were favored in both situations. Noteworthy is the contribution of the proposal for the development of reasoning ability by textual production, aspect weakly explored in previous works founded. We concluded that the proposal is a suitable alternative to the context investigated, representing a possible way to add to the collection of active methods for Professional Chemistry Education integrated to High School.

KEYWORDS: case studies, chemistry, technical course, textual discursive analysis.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	7
1.1 Um ponto de partida	8
1.2 A Educação Profissional no Brasil.....	9
1.3 Dos <i>estudos de caso</i> ou <i>casos investigativos</i>	13
1.4 Enfim, delineando problema e objetivos da pesquisa.....	25
1.5 Da metodologia de pesquisa	25
1.6 Dos trabalhos elaborados.....	27
2 TRABALHOS ELABORADOS	28
2.1 Estudos de caso: possibilidade para abordagem da tecnologia do couro em um curso técnico de química	29
2.2 Estudos de caso: possibilidade para abordagem da tecnologia do tratamento de águas em um curso técnico de química	37
2.3 Considerações sobre a aplicação da metodologia de estudos de caso no contexto estudado	66
2.3.1 Sobre a elaboração dos casos	66
2.3.2 Sobre a aplicação dos estudos de caso.....	70
2.3.3 Sobre as soluções elaboradas pelos estudantes.....	70
2.3.4 Sobre as habilidades favorecidas pela atividade.....	72
2.3.5 Considerações sobre o caminho percorrido e perspectivas	75
3 CONCLUSÕES	77
REFERÊNCIAS	79
APÊNDICE A: Casos investigativos elaborados para a tecnologia de couros.....	84
APÊNDICE B: Casos investigativos elaborados para a tecnologia de tratamento de água	92
APÊNDICE C: Fundamentação da proposta e guia com orientações para resoluções dos casos da tecnologia de couros	100
APÊNDICE D: Fundamentação da proposta e guia com orientações para resoluções dos casos da tecnologia de tratamento de água.....	106
APÊNDICE E: Slides utilizados na aula inicial dos casos investigativos (tecnologia de couros)	110
APÊNDICE F: Slides utilizados na aula inicial dos casos investigativos (tecnologia de tratamento de água)	112
APÊNDICE G: Modelo de termo de consentimento e informação	114

1 INTRODUÇÃO

Esta dissertação apresenta a pesquisa desenvolvida em um contexto de Ensino Profissional integrado com o Ensino Médio, em um curso de Química.

O currículo da escola em questão prevê o desenvolvimento do curso em quatro anos. A existência de um ano a mais em relação ao Ensino Médio significa, na realidade desse curso, um quarto ano com aprofundamento técnico, com extensiva carga horária destinada a disciplinas técnicas de caráter predominantemente teórico-prático, desenvolvidas nos laboratórios de química da instituição. Isso representa, para os estudantes, uma imersão na perspectiva da atuação profissional na área da Química. O currículo prevê a realização de estágio obrigatório somente após a conclusão do quarto ano, o que também significa que o decorrer do ano letivo alimenta expectativas, perspectivas e especulações sobre como ocorrerá a inserção na empresa após tanto tempo de estudos e preparação.

Nesse contexto, surge a preocupação em relação às atividades selecionadas e organizadas pelos docentes e sua pertinência com as exigências do tempo atual para o atendimento à qualificação do estudante, que é entendido como um profissional em formação, para sua plena e ativa inserção no mundo do trabalho. Essa preocupação contempla o desenvolvimento de habilidades, competências e conhecimentos técnicos numa concepção integral.

A esse ponto, inserido nesse ambiente, encontrava-se o docente, autor desta pesquisa, a refletir sobre oportunidades a serem exploradas que traduzissem o anseio pela diversificação de estratégias, aliando a preocupação *com as habilidades* à preocupação *com o aprendizado técnico* – por que não dizer, com o *conteúdo* – já estabelecido no plano de curso. O desafio é dar conta disso buscando estratégias diferentes das já utilizadas na disciplina – carga maciça de aulas teóricas e práticas no laboratório, visitas técnicas, seminários, relatórios técnicos e as temidas *provas*. Mesmo reconhecendo-se esse caminho como válido, importante e com reconhecido resultado, a *inquietação* necessária à formação continuada do exercício da docência, a necessidade de *pensar* de forma integrada – para além das exigências da própria disciplina ministrada – traduziu-se em uma pergunta inicial: de que forma desenvolver estratégias que *mobilizem* diferentes conhecimentos e habilidades dos estudantes, de certa forma simulando situações que poderão encontrar no exercício de sua profissão ou em outra situação de sua vida para além das atividades escolares?

A busca por essas alternativas levou ao contato com a metodologia de *estudos de caso*, até então, pouco registrada na educação profissional de ensino médio de química no Brasil e

um pouco mais explorada no Ensino Superior. Os também chamados *casos investigativos* foram, portanto, escolhidos como estratégia a ser adotada nesse contexto – inseridos na disciplina Processos Industriais, contemplando em um primeiro momento a tecnologia de processamento de couros e num segundo momento a tecnologia de tratamento de águas.

O percurso desse trabalho é aqui apresentado da seguinte forma: nesta seção, compomos uma breve contextualização da educação, com foco na educação profissional no Brasil; uma revisão sobre os estudos de caso; o problema e os objetivos da pesquisa e a metodologia adotada.

A segunda seção é dedicada a apresentar os trabalhos produzidos e uma discussão sobre os resultados da prática e sua relação com as exigências para a formação profissional.

Por fim, são apresentadas as considerações finais da pesquisa.

1.1 Um ponto de partida

Estabelecido o princípio que a “educação é um direito humano fundamental e intrinsecamente ligado à realização dos outros direitos” (UNESCO, 2015, p.6), e seguindo-se pela reflexão e o reconhecimento da necessária perspectiva de uma aprendizagem holística ao longo da vida como aspecto fundamental para o desenvolvimento pessoal e sócio-econômico – trazidos pela UNESCO na agenda da educação pós-2015 – estabelecemos um primeiro ponto de reflexão.

Entre os *imperativos* que se apresentam, merece destaque a atenção à *qualidade* da educação, a definição da *aprendizagem* como núcleo e o estabelecimento da *aprendizagem ao longo da vida* como um princípio central, valorizando oportunidades flexíveis, formais, não formais e informais, criando uma nova cultura de aprendizagem (UNESCO, 2015).

No contexto brasileiro, já a Constituição de 1988 estabeleceu em seu Artigo 205 a educação como direito de todos e como dever do Estado e da família, devendo ser:

promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho (BRASIL, 1988).

Em suma, o direito fundamental à educação não se refere a conhecimentos estanques ou enciclopédicos, informativos. Trata-se fundamentalmente do desenvolvimento de habilidades para a vida e para o trabalho (UNESCO, 2015), considerando-se as oportunidades e necessidades deste tempo.

Ao abordarmos conjuntamente a formação *para a vida e para o trabalho*, aproximamos-nos da discussão da modalidade *Educação Profissional* no Brasil, contexto no qual foi

desenvolvida a pesquisa aqui apresentada.

1.2 A Educação Profissional no Brasil

Quando se trata da educação profissional em nosso país, o termo *dualidade* adquire um significado histórico emblemático. De sua origem assistencialista, remetida ao início do século XIX, passando pela criação das Escolas de Aprendizagens Artífices e do Ensino Agrícola pelo presidente Nilo Peçanha em 1909-1910, chegando às grandes discussões da década de 1940 – que geraram somente em 1961 a primeira Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira – a formação profissional historicamente foi tratada como algo paralelo à educação básica. Ainda que, formalmente, a lei 4.024/1961 tenha reconhecido a *equivalência* entre a educação profissional e a educação básica, na prática o acesso aos níveis superiores de ensino continuavam a privilegiar o conteúdo desenvolvido nas escolas destinadas à elite do país. (BRASIL, 2007).

De uma industrialização subalterna praticada pelo regime militar, advém uma *profissionalização obrigatória*, instrumental, que na prática empobrecia a formação geral nas redes federal e estaduais, caracterizada pelo Decreto 5.692/1971 – permanecendo a dualidade com a diferenciação em relação ao ensino praticado pela rede privada. Transcorridas as décadas de 1970 e 1980 – esta última com o processo de redemocratização demarcado especialmente pela constituição de 1988 – ao se chegar à Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN) de 1996, pouco já havia de 2º grau profissionalizante, à exceção das escolas técnicas e agrícolas federais e alguns sistemas estaduais. E a redação da Lei 9.394/1996 trouxe o entendimento implícito de que a educação profissional não fazia parte da educação regular brasileira, sendo um paralelo ou apêndice dessa. Esse entendimento tornou-se explícito com a Lei 2.208/1997, conhecida como *Reforma da Educação Profissional*, que tornou *obrigatória* a separação entre educação básica e educação profissional, trazendo ainda a perspectiva de expansão da oferta de educação profissional preferencialmente por meio de escolas comunitárias de direito privado. Em síntese, ao final da década de 1990, tinha-se, novamente, a explicitação legal da dualidade entre Ensino Médio e Ensino Profissionalizante no país. (BRASIL, 2007)

Resistências e movimentos associados a mudanças no cenário político modificaram essa perspectiva, com o resultado prático de, a partir do Decreto 5.154/2004, permitir a integração do ensino médio com o profissionalizante e, com a Lei 11.741/2008, incluir novos artigos na LDBEN (36 A, B, C, D) tratando especificamente dessa modalidade de ensino. É reconhecida,

a partir de então, na forma da lei, a necessidade de superação da dualidade cultura geral *versus* cultura técnica, pautando na *formação integral* a (re)construção de identidade própria (BRASIL, 2013). Do documento base Educação Profissional Técnica de Nível Médio integrada ao Ensino Médio (BRASIL 2007) e das Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (BRASIL, 2013) têm-se estabelecidos os fundamentos atuais para a Educação Profissional Brasileira.

Evidentemente, os debates e os novos marcos legais, por si só, não resolvem de imediato as carências de qualidade nem proporcionam atendimento às necessidades reconhecidas para a concepção integrada de ensino. A começar pela formação de quadro docente próprio adequado à modalidade proposta. É reconhecida, inicialmente, a própria falta de professores para esse atendimento e a necessidade de construção de quadros efetivos com formação adequada. Nesse sentido, é percebida a carência dos cursos de licenciatura no preparo dos professores para atuação no Ensino Médio integrado, já que esses cursos em geral não contemplam estudos sobre as relações entre trabalho e educação em seus currículos (BRASIL, 2007). Há, para essa modalidade, uma especificidade a ser reconhecida, pois:

do professor da Educação Profissional é exigido, *tanto o bom domínio dos saberes pedagógicos* necessários para conduzir jovens e adultos nas trilhas da aprendizagem e da constituição de saberes e competências profissionais, *quanto o adequado domínio dos diferentes saberes disciplinares do campo específico de sua área de conhecimento*, para poder fazer escolhas relevantes dos conteúdos que devem ser ensinados e aprendidos, para que os formandos tenham condições de responder, de forma original e criativa, aos desafios diários de sua vida profissional e pessoal, como cidadão trabalhador. (BRASIL, 2013, p.251) [grifos nossos]

Assim, a adequada formação dos professores, tanto do ponto de vista pedagógico quanto do ponto de vista técnico, necessita ser tratada nas dimensões dos professores em formação, dos docentes já em exercício profissional e daqueles que ainda vão iniciar sua formação (MOURA, 2008). São estabelecidos três eixos fundamentais que devem ser contemplados, interagindo entre si: i) os conhecimentos específicos da área profissional; ii) a formação didático-pedagógica; iii) a integração entre Educação Profissional e Tecnológica e a Educação Básica. Esses eixos devem ainda contemplar, entre outros aspectos, “as relações entre estado, sociedade, ciência, tecnologia, trabalho, cultura, formação humana e educação” e “a concepção da unidade ensino-pesquisa” (BRASIL, 2007). Ao analisar o perfil do docente necessário para a Educação Profissional e Tecnológica, Lucília Regina de Souza Machado afirma que:

É pressuposto básico que o docente da educação profissional seja, essencialmente, um sujeito da reflexão e da pesquisa, aberto ao trabalho coletivo e à

ação crítica e cooperativa, comprometido com sua atualização permanente na área de formação específica e pedagógica. (MACHADO, 2008, p.17).

Alinhada com essa exigência dos professores, também são estabelecidos *conceitos e princípios* da integração (Quadro 1), procurando dar conta de todas as dimensões da vida no processo educativo: trabalho, ciência e cultura. (BRASIL, 2007).

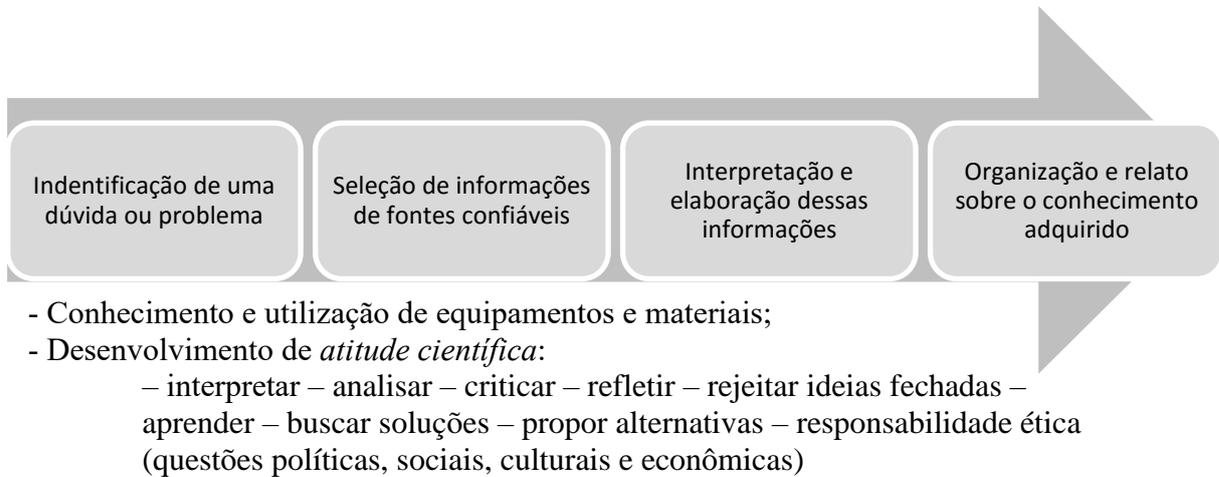
Quadro 1: Esquema relacionando conceitos e princípios para a formação de professores para a Educação Profissional integrada à Educação Básica.

Concepções e princípios	Formação humana integral:	Educação geral inseparável da educação profissional em todos os campos onde se dá a preparação para o trabalho.
	Trabalho, ciência, tecnologia e cultura como categorias indissociáveis da formação humana:	Trabalho como ponto de partida para produção de conhecimentos sistematizados (ciência). Mediação entre ciência e produção (tecnologia). Reflexão crítica sobre padrões e normas de conduta (cultura).
	Trabalho como princípio educativo:	Trabalho como fundamento para a ação social, incorpora valores ético-políticos; exercício autônomo e crítico de profissões.
	Pesquisa como princípio educativo: o trabalho de produção do conhecimento:	Pesquisa intrínseca ao ensino, gerando inquietude, valorizando a curiosidade, contribuindo para a autonomia.
	Relação parte-totalidade:	Abordagens específicas podem favorecer conhecimentos gerais para além da motivação inicial, estudando-se problemas em múltiplas dimensões.

Fonte: Brasil (2007), organizado pelo autor (2016).

Entre essas concepções e princípios, no que se refere à pesquisa como princípio pedagógico, o parecer da CNE/CEB 5/2011, que originou a Resolução 2/2012, traz a importância do *aprender a aprender para continuar aprendendo*. Nesse sentido as novas exigências também trazem à tona a necessidade de um comportamento dos professores como “mediadores, facilitadores da aquisição de conhecimentos”, estimulando “a realização de pesquisas, a produção de conhecimentos e o trabalho em grupo.” (BRASIL, 2013, p.218). O desenvolvimento da capacidade de pesquisa para que os estudantes busquem e (re)construam conhecimentos é considerado o ponto mais relevante. As etapas da pesquisa escolar e suas potencialidades estão apresentadas na Figura 1.

Figura 1: Sequência de etapas da pesquisa escolar.



Fonte: Brasil (2013), organizado pelo autor (2016).

Como pode ser observado, a perspectiva de integração do ensino médio ao ensino profissional traz em si o complexo desafio de superar fragmentações, chegando-se a um projeto unitário. Nesse sentido, entre os fundamentos para a construção de um projeto político pedagógico, parte-se da premissa de:

centralizar e aprofundar o caráter humanista do ato de educar, desconstruindo o parâmetro colonialista e *dual* que caracteriza a relação entre educação básica e profissional. (BRASIL, 2007, p.54). [grifo nosso]

Tem-se, novamente, a explicitação da necessidade de superação da dualidade histórica já anteriormente referida. Nesse sentido, as Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica atualmente em vigor consideram o papel da Educação Profissional e Tecnológica para além do campo estritamente educacional,

integrando um contexto de tensões, avanços e limites de uma educação que contempla, também, a formação ou qualificação para o trabalho, como um dos direitos fundamentais do cidadão, no contexto atual do mundo do trabalho, objetivando a sua formação integral (BRASIL, 2013, p.207).

Ao colocar a educação para o trabalho e conceber a Educação Profissional como “importante estratégia para que os cidadãos tenham efetivo acesso às conquistas científicas e tecnológicas da sociedade” (BRASIL, 2013, p.209) e a educação para a vida como possibilidade de proporcionar aos trabalhadores “o desenvolvimento de conhecimentos, saberes e competências que os habilitem efetivamente para analisar, questionar e entender os fatos do dia a dia com mais propriedade” (BRASIL, 2013, p.210), pode ser identificada uma relação desta perspectiva com aquela trazida pela UNESCO na agenda da Educação após-2015. A capacidade investigativa diante da vida, a valorização da criatividade e da crítica com vias à maior aptidão

para identificação de necessidades e oportunidades de melhorias no campo pessoal e social integram esse entendimento (BRASIL, 2013).

Ressalta-se também que a relação entre a Escola Básica e a orientação, formação e qualificação para o mundo do trabalho deve ser garantida *de forma integrada*, segundo a recomendação nº 195/2004 da Organização Internacional do Trabalho (BRASIL, 2013). Situar os objetivos de aprendizagem em ambiente real de trabalho é considerada a melhor maneira de desenvolver os saberes profissionais e essa perspectiva deve relacionar, conforme inciso IV do art. 35 da LDB “a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina” (BRASIL, 1996), exigindo para isso “*metodologias de ensino diferenciadas*” (BRASIL, 2013, p. 212) [grifo nosso].

É essa *exigência*, no contexto apresentado no início desta seção que, em síntese, representa a principal motivação da pesquisa aqui apresentada.

1.3 Dos estudos de caso ou casos investigativos

Entendida a exigência pelo *diferenciado* no processo de ensino, fez-se necessária a busca por alternativas que apresentem esse *algo a mais*. Nesse sentido, a aprendizagem baseada em problemas (ABP) traz como seu ponto de partida o questionamento. Uma variante desse método é referida como *estudo de casos*.¹ O interesse por esse tipo de prática tem aumentado no Brasil, considerando especialmente o ensino de química, tanto no Ensino Médio quanto no Ensino Superior.

A partir de uma busca nos anais das edições do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPECs), evento bianual promovido pela Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC), foram identificados doze trabalhos que adotavam os estudos de caso como estratégia de ensino, oito voltados para o Ensino Superior e quatro para o ensino médio – sendo onze envolvendo o ensino de química e um envolvendo o ensino de física.² Para realização da busca, foram utilizadas as palavras-chave *estudo de caso* e *casos investigativos*, e foram selecionados somente aqueles resultados que tratassem da aplicação da estratégia de ensino referenciada anteriormente. A relação dos trabalhos encontrados e um resumo de seu escopo e das habilidades favorecidas em seu desenvolvimento

¹ Os estudos de caso são também chamados de casos investigativos e, pode-se entender, englobam variantes de maior ou menor grau em sua elaboração, estratégias de aplicação e de análise de resultados. É importante estabelecer que não se trata da metodologia de pesquisa, que tem como referência bastante reconhecida Robert K. Yin e sua obra *Estudo de caso – Planejamento e métodos*, publicado pela Editora Bookman, Porto Alegre, 2001.

² Um dos trabalhos publicados é de nossa autoria e compõe esta dissertação. Por esse motivo, não será discutido nesta seção.

são apresentadas na Tabela 1. Importante ressaltar que os trabalhos que relatam pesquisas envolvendo o Ensino Médio encontram-se nas duas edições mais recentes do ENPEC, 2013 e 2015.

Os primeiros trabalhos encontrados sobre casos investigativos datam da 5ª edição do evento, tratando da aplicação da metodologia, com alguma forma de análise de seus resultados – à exceção do trabalho de Oliveira e Queiroz (2005), que discute a argumentação no Ensino Superior de química abordando diferentes estratégias, entre elas o estudo de caso.

O trabalho de Sá e Queiroz (2005) ressalta as habilidades favorecidas pelos casos investigativos, por meio da análise de formulários escritos, nos quais os estudantes expressam seu nível de concordância com afirmações envolvendo as habilidades ressaltadas por Herreid (1998), além de contemplar respostas a questões abertas. Esse mesmo formato de avaliação da metodologia, com algumas variações, é utilizado por Silva e Silva (2011).

Os trabalhos de Velloso, Sá e Queiroz (2009) e Silva *et al* (2011), analisam a qualidade da argumentação considerando o Padrão de Argumento de Toulmin (TAP), que permite a identificação dos componentes dos argumentos para avaliar sua profundidade. Para isso, valeram-se da transcrição de falas nas apresentações das resoluções dos casos pelos participantes.

Já o trabalho de Gondin e Pinheiro (2013) apresenta a análise dos estudos de caso como estratégia promotora de discussões Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS), com base nas impressões dos participantes de um caso cuja resolução foi trabalhada no formato de júri simulado.

A avaliação das habilidades desenvolvidas por meio da produção escrita dos estudantes é abordada por Montanher (2015), que aplicou a metodologia na disciplina de física no nível médio. Souza e Queiroz incorporam em trabalhos recentes (2013 e 2015) a aplicação dos estudos de caso a Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA), adotando a análise da argumentação expressa nas postagens dos participantes, por meio de Quadro Analítico Rainbow, metodologia desenvolvida para investigar debates mediados por computador. A extensão, a natureza e o aprofundamento dos argumentos foram tratados nesses trabalhos.

Faria e Reis (2013) relatam a formação de professores do Ensino Médio na metodologia e os impactos de sua aplicação, por meio de análise de conteúdo de entrevistas semi-estruturadas conduzidas com professores participantes de um minicurso, que aplicaram a proposta em suas atividades docentes. Piccoli *et al* (2015) consideraram na avaliação da proposta a evolução do desempenho dos estudantes, tanto por meio de relatórios escritos quanto por meio de expressão oral dos conhecimentos adquiridos.

Tabela 1: Trabalhos nos ENPECs, habilidades destacadas e escopo.

Autor e título da publicação	Habilidades ressaltadas e escopo do trabalho
V ENPEC -2005	
SÁ; QUEIROZ. Casos investigativos como estratégia para o desenvolvimento de habilidades cognitivas e de capacidade de tomada de decisão de alunos de graduação em química.	Habilidades cognitivas e de capacidade de tomada de decisão, baseada na avaliação dos estudantes a respeito da metodologia.
OLIVEIRA; QUEIROZ. O desenvolvimento de habilidades de comunicação científica em disciplinas de cursos de graduação em química.	Habilidade de comunicação oral e escrita, desenvolvidas a partir de uma série de estratégias pedagógicas, incluindo estudos de caso.
VI ENPEC -2007	
VELLOSO; SÁ; QUEIROZ. Casos investigativos no ensino do tópico "Corrosão".	Habilidade de argumentação, avaliada pelo Padrão de Argumento de Toulmin (TAP), com base em apresentações orais.
VIII ENPEC -2011	
SILVA; LIMA; LIBERTO; SILVA; SOUZA. Contribuições da Argumentação e do Estudo de Casos para o Ensino de Ciências: uma análise sob a perspectiva de Stephen Toulmin.	Habilidade de argumentação, avaliada pelo Padrão de Argumento de Toulmin (TAP), com base em apresentações orais.
SILVA; SILVA. As Contribuições do Método de Estudo de Casos para o Desenvolvimento de Habilidades.	Tomada de decisão diante de problemas da vida real, trabalho em equipe (maior destaque), busca de informação; baseada na avaliação dos estudantes a respeito da metodologia.
IX ENPEC -2013	
SOUZA; QUEIROZ. Estudo de caso na promoção da argumentação colaborativa no ensino superior de química.	Argumentação escrita por meio de uso de Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), <i>eduqui.info</i> . Postagens avaliadas usando Quadro Analítico Rainbow.
PINHEIRO; GONDIN. O caso do tacho de cobre: ações e compreensões de professores de Química em formação e o ensino de CTS.	Argumentação e tomada de decisão por meio de júri simulado, valorizando aspectos de Ciência Tecnologia e Sociedade.
FARIA; REIS. Aplicando o Estudo de Caso no ensino médio: a percepção do professor de química enquanto condutor da estratégia.	Avaliada importância pedagógica da metodologia, por meio de análise de conteúdo das manifestações de professores, participantes de minicurso.
X ENPEC -2015	
SOUZA; QUEIROZ. Uma análise de textos argumentativos de graduandos em química.	Argumentação por meio de construção colaborativa de textos, uso de Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), <i>eduqui.info</i> . Postagens avaliadas por meio de Quadro Analítico.
MONTANHER. Análise de Ensino com Casos em Aulas de Física	Comunicação; análise de problemas complexos criticamente; capacidade de tomar decisões, entre outras, a partir da escrita de estudantes e notas do professor.
PICCOLI; SALGADO; LOPES; AGUIAR. A Resolução de Problemas como chave para o desenvolvimento de conceitos de Química na Educação Básica.	Ressalta a participação dos alunos nas aulas de Química, o aumento da autonomia em relação à busca de informações e ao posicionamento frente a assuntos cotidianos.
VIEGAS; SALGADO. Estudos de caso: possibilidade para abordagem da tecnologia do couro em um curso técnico de química	Investigação, trabalho em grupo, resolução de problemas, responsabilidade e capacidade de argumentação técnica, baseada na avaliação dos estudantes a respeito da metodologia.

Fonte: Anais dos eventos, organizados pelo autor (2016).

Além do ENPEC, trabalhos apresentados em outros eventos também registram a utilização de estudos de caso no ensino de química. Faria e Silva (2012) apresentaram no XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ) uma proposta desenvolvida no 3º ano do Ensino Médio, com casos relacionados à aprendizagem de funções orgânicas – o desenvolvimento de habilidades foi analisado a partir da transcrição de apresentações orais, avaliação de notas e registros do processo em diário de bordo e sínteses individuais, além de um questionário aplicado aos participantes ao término da atividade. Nesse mesmo evento, Gomes, Souza e Silva (2012) apresentaram um pôster tratando da aplicação da metodologia em uma disciplina de química geral para estudantes de licenciatura em química da Universidade Federal de Viçosa – com a filmagem de apresentações e posterior transcrição sendo o recurso utilizado para análise da proposta. Salgado e Martins (2014) apresentaram a aplicação da proposta para o conteúdo de eletroquímica no 3º ano do Ensino Médio no 34º Encontro de Debates sobre o Ensino de Química (EDEQ), sendo analisados também relatórios e anotações dos alunos, além de observações do professor ao longo do processo.

Publicações em periódicos relacionados à pesquisa em educação em ciências também confirmam o crescimento do interesse nos estudos de caso. Percebe-se que o trabalho coordenado pela pesquisadora Salete Linhares Queiroz, na área de Ensino de Química, desenvolvido no Instituto de Química de São Carlos, da Universidade de São Paulo (USP) está relacionado à maior parte das produções, servindo de principal referência para pesquisas desenvolvidas também em outras universidades. É importante ressaltar que a atuação do grupo ocorre de forma mais ampla, investigando metodologias de desenvolvimento da argumentação no ensino de ciências, englobando também outras estratégias além dos casos investigativos.

Para a busca de referências em periódicos sobre a utilização dos estudos de caso no ensino de ciências no Brasil, utilizamos as palavras-chave *estudos de caso* e *casos investigativos* na ferramenta de busca Google Acadêmico, sendo selecionados os resultados condizentes com a metodologia de ensino aqui investigada. Após essa busca, nova consulta foi feita nos sete periódicos localizados com alguma publicação de interesse. Nas revistas Química Nova na Escola (QNEsc) e Química Nova (QN), foram verificados os índices das edições de 2005 a 2016, procurando assim cobrir as publicações da última década. A Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia (RBECT), foi verificada desde sua primeira edição, que data de 2009. Na base de dados da Revista Eletrônica de la Enseñanza de las Ciencias (REEC), foi feita busca com a palavra-chave *caso* em uma ferramenta de busca na própria base de dados da revista, sendo assim encontrados resultados de interesse entre os anos de 2002 e 2016, contemplando todas as edições do periódico – mesma forma utilizada para pesquisa no arquivo da Revista

Educación Química, que cobriu os resultados desde a primeira edição, de 1989. A Revista Ciência e Educação, existente desde 1994, foi consultada por meio dos índices das edições no período de 2005 a 2016. A Revista Ciência e Ideias foi verificada por meio de seu sistema de busca, utilizando-se a palavra *caso*, cobrindo-se os resultados desde o primeiro número da revista, em 2009, até o atual.

Entre os 25 artigos localizados que tratavam dos estudos de caso ou propostas bastante similares relacionadas ao ensino de ciências no Brasil (Tabelas 2, 3 e 4), verificamos que, diferentemente do observado nos ENPECs, há predominância de aplicações no Ensino Médio, com 10 publicações – a maior parte nos últimos anos. O Ensino Superior é contemplado em 9 publicações, e 3 publicações integram Ensino Superior e Ensino Médio. O nível de ensino Pró-EJA, a Educação Profissional integrada ao Ensino Médio, e a articulação entre o ensino Técnico e o Ensino Superior perfizeram uma publicação cada.

Tabela 2: Publicações em periódicos científicos relacionadas aos estudos de caso no Brasil.

Periódico (Abreviação)	Número de publicações
Química Nova na Escola (QNEsc)	10
Química Nova (QN)	6
Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias (REEC)	3
Revista Brasileira de Ensino de C&T (RBECT)	2
Revista Ciência & Educação (RCE)	2
Revista Ciências e Idéias (RCI)	1
Educación Química (EQ)	1

Fonte: Bancos de dados, organizados pelo autor (2016).

O primeiro artigo localizado foi o trabalho de Sá, Francisco e Queiroz (2007), publicado na Revista Química Nova, que traz substancial levantamento da aplicação da metodologia com base em referências internacionais, contemplando o processo de elaboração dos casos, estratégias de aplicação e de avaliação da atividade, além de uma experiência que analisou o potencial para o desenvolvimento de habilidades em um curso de graduação em química. A avaliação da proposta enquanto promotora da argumentação, tendo por base a TAP, compõe a publicação de Sá e Queiroz (2007) em outra edição do periódico no mesmo ano, que contempla tópicos da pesquisa de mestrado de Sá (2006), primeira dissertação que localizamos com essa temática no ensino de ciências do Brasil. Linhares e Reis (2008) abordam a estratégia de

estudos de caso na formação inicial de professores de física, tratando essencialmente das questões: *o que é uma boa aula de física?*; e *por que quero ser professor de física?*; utilizando sequências didáticas que promovem processos de investigação, incluindo também os ambientes virtuais de aprendizagem (AVA). Os referenciais relacionados à estruturação dos casos, entretanto, não são apresentados e percebe-se variações na dinâmica e na análise em relação aos trabalhos anteriores relacionados ao ensino de química.

Novamente com o foco da promoção da argumentação, tem-se a publicação de Velloso *et al* (2009), na Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias, também integrada ao desenvolvimento de uma pesquisa de mestrado (Velloso, 2009) orientada por Queiroz. A avaliação da argumentação nesses trabalhos foi fundamentada na TAP, por meio do registro de falas e posterior transcrição e análise das mesmas. Importante referenciar o prosseguimento dos estudos com foco na argumentação sobre questões sócio-científicas por meio de estudos de caso, que culminou com a tese de doutorado de Sá (2010).

A publicação de Brito e Sá (2010) traz o primeiro relato localizado que trata da aplicação da metodologia no ensino de química para o nível médio. Nesse trabalho, um caso sobre o tema biodiesel foi trabalhado de forma coletiva com uma turma do primeiro ano, com a constituição de um *júri químico*, com os estudantes assumindo papéis de advogados, testemunhas, ambientalistas, economistas, representantes da comunidade e júri – e a professora assumindo o papel de juiz – para tratar da decisão sobre a instalação de uma fábrica em determinada região. O trabalho de Silva, Oliveira e Queiroz (2011), que abordou o tema poluição em ambientes aquáticos em uma turma de 2º ano do Ensino Médio, também foi desenvolvido com um mesmo caso aplicado a todos os estudantes da turma, dividida em 3 grupos. Além de uma proposta de solução para o caso, textos individuais e questionários foram utilizados como estratégias de acompanhamento e coleta de dados para avaliação da proposta.

Sousa, Rocha e Garcia (2012) descrevem a aplicação de um caso como estratégia para abordagem do tema *Isomeria*, em química orgânica, a uma turma de 3º ano do Ensino Médio – trabalho desenvolvido por docentes em formação no âmbito do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID). Broietti, Almeida e Silva (2012) descrevem um caso aplicado a uma turma de 2º ano, abordando a rotulagem de alimentos, avaliando os efeitos do trabalho desenvolvido no hábito dos estudantes quanto à leitura dos rótulos e o entendimento de seu conteúdo. O tema *medicamentos* foi utilizado para abordar as funções orgânicas em uma turma de 2º ano do Ensino Médio no trabalho de Alba, Salgado e Del Pino (2013) - um caso único foi aplicado para a turma, que se dividiu em grupos para estudar diferentes possibilidades de solução para o problema, que envolvia o esclarecimento se um determinado medicamento seria

responsável por efeitos observados em uma personagem. Pazinato e Braibante (2014) abordaram o tema alimentos, com um caso único trabalhado com uma turma de 3º ano do Ensino Médio – trabalho vinculado à pesquisa de mestrado que relaciona a inserção da temática alimentos com metodologias diferenciadas de ensino. Guimarães e Mendonça (2015) descrevem o trabalho com turmas de 1º, 2º e 3º ano do Ensino Médio, quando um caso elaborado continha quatro diferentes opções de resolução, sendo que os estudantes deveriam apresentar justificativas para aquela que escolhessem como a mais adequada. Foi percebido, segundo os autores, o desenvolvimento das habilidades de argumentação, porém não de forma aprofundada quanto à sua qualidade.

A formação inicial de professores de química, promovendo sua capacitação para utilização da metodologia como forma de potencializar a argumentação é abordada no trabalho de Pinheiro, Medeiros e Oliveira (2010). Esse trabalho, com o tema biodiesel, envolveu estudantes do 2º ano do curso de Licenciatura em Química, que já atuavam como docentes no Ensino Médio, sendo que a resolução do problema envolvia a proposta de práticas de ensino diferenciadas pelos docentes em formação. Massena, Guzzi Filho e Sá (2013) relatam uma atividade também realizada em um curso de licenciatura, com o objetivo de promover a utilização dos estudos de caso no contexto da Educação Básica. No referido trabalho, os futuros docentes foram orientados a elaborarem seus casos, e estes foram avaliados com base nos referenciais teóricos já conhecidos sobre como compor um *bom caso*. Pierini et al (2015) relatam pesquisa desenvolvida junto a 14 professores de Ensino Médio da rede pública, que participaram de formação continuada em metodologias ativas. Um caso abordando a acidez em refrigerantes, cuja resolução envolve a aplicação de análise por volumetria, foi utilizado para promover a discussão e uma avaliação sobre o potencial da proposta para a promoção do ensino multidisciplinar, indo ao encontro do que propõe o Programa Ensino Médio Inovador.

Sampaio, Bernardo e Amaral (2016) relatam a aplicação da proposta no quarto período de um curso de licenciatura em química, em uma disciplina de prática pedagógica de ensino de química. Com objetivos mais ligados à disseminação do método, os pesquisadores avaliaram os argumentos a partir de relatórios escritos e da transcrição de apresentações das soluções para um caso, identificando o aprendizado de conceitos científicos básicos e o desenvolvimento da capacidade de argumentação e tomada de decisão.

Faria e Reis (2016) apresentaram trabalho desenvolvido junto a 3 docentes de Ensino Médio, que participaram de minicurso sobre a metodologia e aplicaram a proposta a turmas de 2º e 3º ano. As pesquisadoras utilizaram a observação das aulas, aplicação de questionários aos

Tabela 3: Publicações em periódicos e síntese de aspectos de interesse (período 2007-2013).

A-P	Autores e título	N	Síntese dos aspectos de interesse
2007 QN	SÁ; FRANCISCO; QUEIROZ. Estudos de caso em Química.	S	Levantamento do uso de estudos de caso em química em revistas internacionais; descrição detalhada da metodologia de uso; aplicação em disciplina de comunicação científica.
2007 QN	SÁ; QUEIROZ. Promovendo a argumentação no Ensino Superior de Química.	S	Analisados componentes do argumento (TAP); apresentações orais; disciplina de comunicação científica.
2008 RCE	LINHARES; REIS. Estudos de caso como estratégia de ensino na formação de professores de física.	S	Aborda qualidade da aula e do currículo de física; utiliza ambiente virtual de aprendizagem (AVA). Analisadas concepções dos estudantes a partir de textos que respondem às questões dos casos.
2009 REEC	VELLOSO; SÁ; MOTHEO; QUEIROZ. Argumentos elaborados sobre o tema “corrosão” por estudantes de um curso superior de Química.	S	Analisados os componentes do argumento (TAP); apresentações orais; tópicos de corrosão.
2010 QN	PINHEIRO; MEDEIROS; OLIVEIRA. Estudo de casos na formação de professores de química.	S	Resolução dos casos por licenciandos em química envolvendo aulas experimentais no Ensino Médio. Destacada aceitação da metodologia pelos professores em formação.
2010 REEC	BRITO; SÁ. Estratégias promotoras da argumentação sobre questões sócio-científicas com alunos do ensino médio.	M	Analisados componentes do argumento (TAP); transcrições de um júri químico; questionário para avaliação de habilidades; favoreceu também aprendizagem do conteúdo científico.
2011 QN	LOPES et al. Aprendizagem baseada em problemas: uma experiência no ensino de química toxicológica.	M-T	Descreve aplicação da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) em um curso técnico de análises clínicas, abordando a identificação e quantificação de contaminante.
2011 QNEsc	SILVA; OLIVEIRA; QUEIROZ. SOS Mogi-Guaçu: Contribuições de um estudo de caso para a Educação Química no Nível Médio.	M	Avaliados relatórios produzidos pelos alunos; questionário para avaliação de habilidades; destacou busca e análise de informações sobre o tema.
2012 QNEsc	SOUSA; ROCHA; GARCIA. Estudo de caso em aulas de química: percepção de estudantes de nível médio sobre o desenvolvimento de suas habilidades	M	Casos desenvolvidos por licenciandos; questionário para avaliação de habilidades; análise textual discursiva (ATD) sobre percepções dos estudantes; tópico de isomeria.
2012 RBECT	BROIETTI; ALMEIDA; SILVA. Estudo de Casos: Um Recurso Didático para o Ensino de Química no Nível Médio.	M	Aprendizado sobre o tema rotulagem em alimentos avaliados com pré e pós-teste; destaca nível de aprendizado obtido com a atividade.
2013 EQ	SÁ; KASSEBOEHMER, QUEIROZ. Casos investigativos de caráter sociocientífico: aplicação no ensino superior de Química.	S	Análise dos componentes dos argumentos (ambiental, científica, econômica, ética ou social); fontes de evidências (pessoal e/ou de autoridade); apresentações orais.
2013 QN	MASSENA, GUZZI FILHO; SÁ. Produção de casos para o ensino de química: uma experiência na formação inicial de professores.	S; M	Foco na capacitação de professores em formação para utilização da metodologia no EM; avaliados casos produzidos; tópico química inorgânica.
2013 RBECT	ALBA; SALGADO; DEL PINO. Estudo de caso: uma proposta para abordagem de funções da Química Orgânica no Ensino Médio.	M	Abordado tema medicamentos, utilizados questionários sobre o tema e para avaliação de habilidades; tópico funções orgânicas.
2013 REEC	HYGINO; SOUZA; LINHARES. Episódios da história da ciência em aulas de física com alunos jovens e adultos: uma proposta didática articulada ao método de estudo de caso.	Pro EJA	Aplicado um caso sobre episódio histórico; utilizada análise de conteúdo associado a AVA; destaca integração formação profissional e educação básica; conhecimento sobre ciência.

Legenda: A-P (Ano-Publicação); N (Nível de Ensino); S (Superior); M (Médio); Pro EJA (Educação de Jovens e Adultos); T (Técnico).

Fonte: bancos de dados, organizados pelo autor (2016).

docentes, entrevistas semi-estruturadas e análise de conteúdo para analisar o potencial da proposta, que estava vinculada à pesquisa de mestrado de Faria (2014), que envolve a perspectiva tanto dos professores quanto dos estudantes sobre as atividades de *casos*.

Reis e Faria (2015) abordaram o tema alimentos embutidos em uma turma de 2º ano do Ensino Médio, em atividade que envolveu a formação e acompanhamento da docente. Foi aplicado um mesmo caso a toda a turma, sendo utilizado o diário de bordo como registro do processo percorrido pelos estudantes e também para avaliação da atividade, em conjunto com a transcrição e categorização das soluções apresentadas pelos estudantes.

É interessante referenciar o trabalho de Hygino, Souza e Linhares (2013), que aborda o ensino de história de ciências em aulas de física para a Educação de Jovens e Adultos (EJA) no âmbito da formação profissional integrada a esse nível de ensino, utilizando-se de Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA). A perspectiva de associar os estudos de caso às potencialidades desses ambientes, propiciando aprendizagem colaborativa, está presente nas pesquisas mais recentes também no ensino de química – como no trabalho desenvolvido por Souza, Cabral e Queiroz (2015), publicado na *Química Nova na Escola* e a dissertação de mestrado de Cabral (2015), orientada por Queiroz.

Silva, Cordeiro e Kiill (2015) descrevem a elaboração de jogo didático investigativo para o ensino de química inorgânica no Ensino Médio, integrando a metodologia de estudos de caso a um jogo de tabuleiro. Audiogravação, diário de campo e questionários foram utilizados para a coleta de dados, que envolveu análise de conteúdo de questionários aplicados aos estudantes do Ensino Médio participantes da atividade, transcrição de falas entre outros recursos, sendo verificado o favorecimento da aprendizagem de conceitos químicos.

SILVA et al (2016) utilizaram o estudo de caso como metodologia para abordagem do tema *controle de praga no milho* a alunos do 3º ano do Ensino Médio. O caso único aplicado aos participantes teve sua aplicação integrada ao *webquest*, ou questionário online - metodologia estruturada para pesquisa na internet que tem como produto a produção textual a partir de pesquisas realizadas para a solução de um tema controverso. Os autores destacaram, a partir da análise dos textos produzidos e do uso da *webquest* pelos estudantes, que a atividade contribuiu para o posicionamento ativo dos alunos no processo de aquisição de conhecimentos.

O trabalho de Francisco e Benite (2016) analisa os caminhos percorridos para as resoluções dos casos por meio de adaptação do instrumento de ensino balanço de saber, que utiliza da análise de conteúdo das narrativas produzidas pelos estudantes sobre os próprios processos e produtos de sua aprendizagem – além da análise das soluções propostas em relação aos conhecimentos científicos envolvidos no caso. O referido trabalho envolveu a aplicação de

um único caso para uma turma de alunos, dividida em pequenos grupos para a elaboração da solução.

Tabela 4: Publicações em periódicos e síntese de aspectos de interesse (período 2014-2016).

A-P	Autores e título	N	Síntese dos aspectos de interesse
2014 RCI	PAZINATO; BRAIBANTE. O estudo de caso como estratégia metodológica para o ensino de química no nível médio.	M	Avaliado processo de resolução e produção textual dos estudantes; avaliação da prática pelos participantes por registros de falas.
2014 QNEsc	TEIXEIRA et al. Situação de Estudo em curso técnico: buscando alternativas para a iniciação a docência na interação interinstitucional.	S; T	Aborda a formação de professores de química para o nível técnico, no âmbito de programa interinstitucional, usando situações de estudo, com pesquisa, visita técnica, relatórios e apresentações.
2015 QNEsc	SOUZA; CABRAL; QUEIROZ. Argumentação de Graduandos em Química sobre Questões Sociocientíficas em um Ambiente Virtual de Aprendizagem.	S	Utiliza AVA, avalia prática da argumentação e a qualidade dos argumentos produzidos pelo método Quadro Analítico Rainbow.
2015 QNEsc	GUIMARÃES; MENDONÇA. Avaliação de habilidades cognitivas em um contexto sociocientífico com foco nas habilidades argumentativas.	M	Avalia a capacidade argumentativa por meio da TAP e da Taxonomia de Bloom, a partir de estudo de caso apresentado com 4 opções de respostas, cuja escolha envolvia a argumentação escrita.
2015 QNEsc	REIS; FARIA. Abordando o tema alimentos embutidos por meio de uma estratégia de ensino baseada na resolução de casos: os aditivos alimentares em foco.	M	Autoras interagiram com docente do EM na atividade, que envolveu conceitos de físico-química e funções orgânicas. Diário de bordo e transcrição de falas usados na análise, que destacou levantamento de hipóteses, argumentação e outros.
2015 QNEsc	SILVA; CORDEIRO; KIILL. Jogo didático investigativo: uma ferramenta para o ensino de química inorgânica.	M	Descreve a criação de um jogo de tabuleiro investigativo com diferentes casos para serem solucionados. Destaca aquisição de conhecimentos químicos por meio de questionários, diários de campo e audiografações.
2015 QNEsc	PIERINI et al. Aprendizagem baseada em casos investigativos: o potencial de uma aula prática de volumetria para promover o ensino interdisciplinar	S; M	Relata curso de atualização de docentes do EM e a e um caso sobre acidez em refrigerantes, avaliando o potencial de uso da análise volumétrica para favorecer a interdisciplinaridade.
2016 QN	FRANCISCO; BENITE. Casos investigativos e a relação com o saber: trajetória e processo de aprendizagem de estudantes do ensino superior no Tocantins.	S	Relata aplicação de caso envolvendo fundamentos de química analítica. Avalia o processo de resolução dos estudantes a partir de narrativas escritas, além da aprendizagem conceitual.
2016 QNEsc	SILVA et al. Desenvolvimento e aplicação de webquest para ensino de química orgânica: controle biorracional da lagarta-do-cartucho do milho.	M	Descreve <i>webquest</i> desenvolvido para qualificar a pesquisa na internet, que envolveu a solução de um caso. Análise da proposta contemplou textos produzidos e a observação dos estudantes.
2016 QNEsc	SAMPAIO; BERNARDO; AMARAL. Análise de uma estratégia de estudo de caso vivenciada por licenciandos de química.	S	Aplicação de estudo de caso a licenciandos em química, analisadas transcrições de falas e relatórios das soluções apresentadas. Foco no método, para a formação inicial de professores.
2016 RCE	FARIA; REIS. A percepção de professores e alunos do ensino médio sobre a atividade estudo de caso.	S; M	Aplicação por professores do EM; utilizada análise de conteúdo: questionários, observações de aulas, entrevistas semi-estruturadas. Destaca habilidades desenvolvidas e dificuldades.

Legenda: A-P (Ano-Publicação); N (Nível de Ensino); S (Superior); T (Técnico); M (Médio).

Fonte: bancos de dados, organizados pelo autor (2016).

Em relação especificamente ao ensino profissional de nível técnico, duas produções foram destacadas por tratarem-se de metodologias ativas que *aproximam-se* da estratégia de

estudos de caso, porém com dinâmicas e referenciais diferentes da proposta de Herreid (1998), na qual nos baseamos. Lopes et al (2011) apresentam uma pesquisa desenvolvida para o ensino de química toxicológica no âmbito de um curso técnico em análises clínicas, na modalidade integrada ao Ensino Médio. A abordagem utilizou-se da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), trabalhando-se com o princípio de proporcionar aos estudantes o contato com uma situação baseada na vida real, com a apresentação de um problema relacionado à análise clínica de amostras de sangue, visando identificar e quantificar possível contaminante responsável por intoxicação de trabalhadores por agrotóxicos. Para a resolução, os estudantes precisaram construir planos de ação e apresentar soluções a partir de suas pesquisas, além de documentarem conhecimentos adquiridos, dificuldades enfrentadas e outros aspectos referentes à dinâmica proposta. Teixeira et al (2014) apresentam a proposta de Situação de Estudo (SE) que descreve um trabalho desenvolvido com metodologia ativa, envolvendo a formação de professores de química no âmbito do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), no contexto de um curso técnico de nutrição. Nesse trabalho, entre as atividades que compuseram a situação de estudo, foi realizada uma visita a uma indústria de alimentos como recurso para aprofundar o conhecimento dos técnicos em formação nos processos industriais, com produção de relatórios pelos estudantes participantes.

Uma breve descrição do escopo das dissertações e da tese que referenciamos encontra-se na Tabela 5. Merece destaque especial o desdobramento das pesquisas, no trabalho desenvolvido pela pesquisadora Salete Linhares Queiroz, em projeto de formação continuada de professores da educação profissional, promovida no âmbito do Programa Brasil Profissionalizado no estado de São Paulo. O trabalho envolveu um curso de formação denominado *Estudo de Casos Aplicados ao Ensino de Ciências da Natureza*, dirigido a professores de Biologia, Física e Química do Ensino Médio e do Ensino Médio Integrado ao Técnico da rede estadual Paula Souza (QUEIROZ, 2015). Os casos produzidos pelos professores participantes foram compilados no livro *Estudos de Caso no Ensino de Ciências Naturais* (QUEIROZ; CABRAL, 2016) compondo material didático com 10 casos elaborados para aplicação no contexto da Educação Básica, buscando-se assim, ampliar o leque de aplicações dessa metodologia em ambiente de ensino no país.

Por fim, o que observamos foi a existência da desejável ampliação da construção de alternativas de ensino que mobilizem estudantes e professores, despertem o interesse e ampliem as perspectivas de aprendizado, associando conhecimentos específicos à educação para a cidadania. Percebe-se, nesse sentido, que os estudos de caso representam uma possibilidade por um lado consolidada em seus pressupostos e, por outro, aberta a múltiplas estratégias e

Tabela 5: Trabalhos de pós-graduação localizados e uma breve descrição de seu escopo.

Autor	Trabalho	Escopo
Dissertação de mestrado		
Luciana Passos Sá (Orientadora: Salette Linhares Queiroz)	A argumentação no Ensino Superior de Química: investigando uma atividade fundamentada em estudos de caso (USP-São Carlos; IQ - 2006)	O método foi utilizado para promover a habilidade de argumentação de alunos de um curso de graduação em química. Questões ambientais, econômicas e da área de química foram abordadas ao longo do processo, que culminou com apresentações orais, filmadas e transcritas. Argumentos analisados com base no Modelo de Toulmin (TAP), que considera os componentes: conclusão, dado, garantia, backing e refutação. Outras habilidades mencionadas: localização e organização de referências, criatividade, aprendizagem de conceitos.
Ana Maria de Souza Velloso (Orientadora: Salette Linhares Queiroz)	Casos investigativos no ensino de corrosão: estratégia para o desenvolvimento de habilidades argumentativas de alunos de graduação em química (USP-São Carlos; IQ - 2009)	Uso do método para investigar a promoção da argumentação em um curso de bacharelado em química, abordando o tópico corrosão. Destacada apresentação oral das soluções e debate, com coleta de dados por filmagens e transcrição de falas, análise da qualidade dos argumentos com base no Modelo de Toulmin (TAP). Resultados indicam eficiência do método na promoção do discurso argumentativo no ensino de química.
Fernanda Luiz de Faria (Orientadora: Ivoni De Freitas Reis)	O estudo de caso aplicado ao Ensino Médio: o olhar do professor e do aluno sobre essa estratégia de ensino (UFJF-Juiz de Fora-MG; 2014)	Trabalho desenvolvido no Ensino Médio associado à formação de professores. Análise de conteúdo: entrevistas semiestruturadas com três professores do EM e questionários com alunos participantes do projeto. Foco foi a relevância do método para a formação dos professores e a aceitação pelos alunos. Ressaltadas contribuições: conscientização a partir do tema proposto, aquisição de conhecimentos e o estímulo de algumas habilidades.
Patrícia Fernanda de Oliveira Cabral (Orientadora: Salette Linhares Queiroz)	Casos investigativos de caráter sócio-científico na promoção da aprendizagem colaborativa com suporte computacional no ensino superior de química (USP-São Carlos; IQ - 2015)	Aborda aprendizagem colaborativa com suporte computacional (CSCL); resolução de casos em ambiente virtual (eduqui.info); 4 casos, abordando poluição ambiental; alimentos; biocombustíveis. Usado Modelo de Aprendizagem Colaborativa, mencionadas sub-habilidades: informação, argumentação, colaboração.
Tese de doutorado		
Luciana Passos Sá (Orientadora: Salette Linhares Queiroz)	Estudos de caso na promoção da argumentação sobre questões sócio-científicas no ensino superior de química (UFSCar-SP 2010)	A contribuição dos estudos de caso para a qualidade da argumentação foi o foco do trabalho, utilizando a análise pelo modelo de TAP e chegando à elaboração de um <i>Modelo de Análise de Argumentação Aplicável a Processos de Resolução de Questões Sócio-científicas</i> . A coleta de dados envolveu debates e apresentações orais (gravações e transcrições), a maior parte na disciplina relacionada a Comunicação e Expressão em Linguagem Científica.

Fonte: bancos de dados, organizados pelo autor (2016).

associações a diferentes recursos didáticos. A ampliação das referências que reportam a ocorrência na Educação Básica vem ao encontro da perspectiva trazida pela Unesco, em relação à necessidade de desenvolvimento de uma educação *que prepare para o trabalho e para a vida*, e o necessário desenvolvimento de habilidades transversais, tais como:

habilidade de comunicação, pensamento crítico, resolução de problemas, trabalho em grupo, planejamento do próprio trabalho, resolução de conflitos, empreendedorismo, habilidades para a saúde e segurança, etc (UNESCO, 2015, p.9).

Por outro lado, a parca referência ao contexto da Educação Profissional da Química, em seus componentes curriculares mais específicos, constitui o espaço que propomos explorar.

1.4 Enfim, delineando problema e objetivos da pesquisa

Frente ao apresentado, chegamos ao seguinte problema de pesquisa: a metodologia de Estudos de Caso pode ser considerada uma estratégia adequada para a aquisição de conhecimentos específicos de forma integrada ao desenvolvimento de habilidades de investigação e argumentação, considerando o contexto de uma disciplina de Processos Industriais em um Curso Técnico de Química integrado ao Ensino Médio?

Temos como objetivo principal avaliar o potencial da metodologia de Estudos de Caso para a aquisição de conhecimentos específicos em um Curso Técnico de Química e para o desenvolvimento de habilidades de investigação e argumentação, por meio da análise das resoluções apresentadas pelos estudantes e de suas avaliações sobre a aplicação da metodologia.

Como objetivos específicos, buscamos investigar em que medida o desenvolvimento de novas estratégias didáticas no componente curricular Processos Industriais contribui para o favorecimento da atitude crítica e reflexiva do estudante de um Curso Técnico de Química.

1.5 Da metodologia de pesquisa

A metodologia empregada na pesquisa, com base nos pressupostos apresentados por Lüdke e André (1986), apresenta a predominância dos aspectos qualitativos – com forte dependência do pesquisador, considerado pelas autoras como seu principal instrumento. Como pesquisa em educação, é ressaltada a dificuldade, quando não impossibilidade, de *isolar variáveis* responsáveis por efeitos observados na pesquisa: há, por um lado, extensa bibliografia sobre a aplicação de casos investigativos como estratégia didática, porém sempre contemplando a necessária delimitação do contexto e de um *conjunto* de procedimentos que tem gerado efeitos positivos no interesse e aprendizado dos participantes, sem o propósito de tratamento de cada aspecto de forma isolada.

As principais características desta pesquisa que a configuram como qualitativa, articulando o defendido por Lüdke e André (1986) e Grey (2012) podem ser assim apresentadas:

i) a abrangência das conclusões tem caráter ideográfico, estabelecido em um período de tempo e local específico, com maior preocupação com profundidade e intensidade das conclusões do que com sua amplitude; ii) a pesquisa expressa uma posição epistemológica com maior tendência ao construtivismo; iii) a pesquisa possui uma relação muito próxima entre pesquisador e sujeito, sendo estes, professor e alunos; iv) o foco de pesquisa está nos sentidos, ou *significados* estabelecidos com a prática proposta na pesquisa, com maior ênfase no processo do que no produto; v) a análise de dados tem um processo predominantemente indutivo e emergente; vi) predomina a análise de dados descritivos, textuais, em relação a números.

Admite-se, ainda, que a estruturação desta pesquisa tem diversas características de um estudo de caso³, na perspectiva de Lüdke e André (1986):

- a) apresenta alta delimitação: a pesquisa foi desenvolvida no componente curricular Processos Industriais, do quarto ano de um curso técnico de química, na modalidade integrada ao Ensino Médio, no município de Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul.
- b) visa a descoberta, com atenção aos elementos que possam emergir do estudo: a proposta desta pesquisa envolveu a expressão, por parte dos estudantes participantes, de suas percepções sobre as habilidades favorecidas pela prática. Em determinada etapa produções textuais dos estudantes foram submetidas à análise textual descritiva (ATD), que tem entre seus pressupostos a *captura do emergente* (Moraes, 2003).
- c) tem ênfase na *interpretação em contexto*: a metodologia de ensino investigada possui substancial referencial, porém havia sido pouco explorada no contexto apresentado nesta pesquisa;
- d) busca retratar a realidade estudada de forma completa e profunda: procuramos, ao longo da produção escrita desta pesquisa, relatar ao máximo o cotidiano do curso, da disciplina, da escola e dos estudantes partícipes.
- e) contempla o uso de várias fontes de informação: aqui, necessitamos considerar tanto a bibliografia referente aos *casos investigativos* em si, como a ampla bibliografia técnica, buscando identificar problemas relacionados com os processos industriais em estudo para a adequada elaboração dos casos; também

³O estudo de caso sobre a aplicação da metodologia de *casos investigativos* na disciplina Processos Industriais de um curso técnico de química, na modalidade integrada. Talvez a denominação de casos investigativos quando tratamos da estratégia de ensino tivesse sido mais apropriada para diferenciar da característica de estudo de caso que a metodologia da pesquisa como um todo representa. Entretanto, nossa escolha foi por manter a nomenclatura mais comumente utilizada nas referências que encontramos.

como instrumentos de coleta, nos valem de questionários com perguntas fechadas e abertas, assim como das produções escritas dos estudantes.

- f) procura representar pontos de vista diferentes e por vezes conflitantes: ao mesmo tempo em que destacamos os aspectos favorecidos com a metodologia de ensino proposta, fazemos referência à suas limitações, desafios e dificuldades na execução, especialmente sob a ótica dos estudantes partícipes.

A pesquisa foi executada em dois momentos distintos. Em um primeiro, realizado no ano de 2014, os estudos de caso foram desenvolvidos para estudo da tecnologia de couros, sendo o autor da proposta também regente da disciplina.

Em um segundo momento, no ano letivo de 2015, a aplicação da metodologia ocorreu na abordagem da tecnologia do tratamento de água, contando a disciplina com outra professora regente e a participação do autor desta pesquisa como colaborador, em uma prática de docência compartilhada.

Também como variantes entre um momento e outro, procurou-se levar em conta na segunda aplicação, algumas das sugestões apontadas pelos participantes da atividade em 2014, além de observações do próprio professor-pesquisador sobre as melhorias possíveis no processo, considerando a realidade da escola e do curso técnico onde tudo aconteceu.

1.6 Dos trabalhos elaborados

Recortes contemplando referenciais teóricos da pesquisa, seu percurso metodológico nos dois momentos em que a coleta de dados foi realizada, resultados, discussões e considerações estão contidos na seção 2, correspondendo aos *Trabalhos Elaborados*, sendo: i) um artigo apresentado no X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC e publicado em seus anais (ISSN: 1809-510), abordando a aplicação da metodologia na tecnologia de couros, e ii) um artigo submetido ao periódico Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica (ISSN: 2236-2150), abordando a aplicação da metodologia na tecnologia de tratamento de águas.

2 TRABALHOS ELABORADOS

2.1 Estudos de caso: possibilidade para abordagem da tecnologia do couro em um curso técnico de química

Autores: André Luís Viegas e Tania Denise Miskinis Salgado.

Trabalho apresentado no X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC. Águas de Lindóia, SP – 24 a 27 de Novembro de 2015, publicado nos anais do evento (ISSN: 1809-5100).

Estudos de caso: possibilidade para abordagem da tecnologia do couro em um curso técnico de química

Case studies: possibility to approach leather technology in a chemistry technician course

André Luís Viegas

PPG Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul e Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha. viegas@liberato.com.br

Tania Denise Miskinis Salgado

Departamento de Físico-Química, Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. tania.salgado@ufrgs.br

Resumo

A metodologia de Estudos de Caso representa uma possibilidade adequada para a aquisição de conhecimentos técnicos e para o desenvolvimento de habilidades de investigação, trabalho em grupo, resolução de problemas, responsabilidade e capacidade de argumentação técnica, dentre outras, para um futuro técnico em química. Este trabalho analisa a aplicação do método de Estudo de Caso no componente curricular Processos Industriais, do quarto ano de um Curso Técnico de Química, na modalidade integrada ao Ensino Médio, no qual os estudantes foram desafiados a solucionar casos fictícios sobre a tecnologia de couros. A atividade foi avaliada pelos participantes por meio de um questionário, que confirmou a validade da aplicação da metodologia no nível técnico, aspecto ainda pouco referenciado na literatura. Observou-se também o desenvolvimento de habilidades condizentes com o perfil profissional e a aquisição de conhecimentos específicos do componente curricular.

Palavras chave: estudo de caso, curso técnico de química, tecnologia de couros.

Abstract

The Case Study methodology is an appropriate possibility to acquire technical knowledge and to develop skills such as investigation, teamwork, problem solving, responsibility and technical arguments ability, among others, for a future Chemical Technician. This paper analyzes the development of a teaching strategy in Industrial Processes subject, which belongs to the fourth year of a Chemistry Technician course, integrated to the High School, in which students were challenged to solve fictitious cases on leather technology. The activity was evaluated by participants through a questionnaire, which made it possible to confirm the methodology application's validity to the technical level, aspect still poorly referenced in the literature. The development of skills consistent with the professional profile and the acquisition of specific knowledge from curricular component were also observed.

Key words: case studies, chemical technician course, leather technology.

Introdução

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional nº 9.394, de 1996, determina que “a educação, inspirada nos princípios de liberdade e nos ideais de solidariedade humana, tem por finalidade o pleno desenvolvimento do educando, **seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho**” (BRASIL, 1996) [grifo nosso]. Partindo-se do entendimento que o processo de argumentação e tomada de decisão alinha-se com esses pressupostos, foi desenvolvida a prática de ensino aqui apresentada. O objetivo do trabalho foi aplicar o método de Estudo de Caso no quarto ano de um Curso Técnico de Química integrado ao Ensino Médio e avaliar sua contribuição para o desenvolvimento das habilidades envolvidas no processo de tomada de decisão inerente à resolução dos casos, bem como para a aquisição de conhecimentos específicos do componente curricular Processos Industriais.

O método de Estudo de Caso

O Estudo de Casorepresenta uma variante do método Aprendizado Baseado em Problemas (PBL), que tem sua origem na Escola de Medicina da Universidade de McMaster (Canadá). No Brasil, pode ser citada a utilização dessa metodologia na Faculdade de Medicina de Marília (1997), no Centro de Ciências da Saúde da Universidade de Londrina (1998) e no Grupo de Pesquisa em Ensino de Química do Instituto de Química de São Carlos da USP (SÁ; QUEIROZ, 2009). O conhecimento acumulado a partir das pesquisas realizadas sobre o tema já possibilitaram a proposição dos elementos que constituem “um bom caso”. Sá e Queiroz (2009) afirmam que um caso deve: ter utilidade pedagógica, ser relevante ao leitor, despertar o interesse pela questão, ser atual, ser curto, provocar um conflito, criar empatia com os personagens centrais, forçar uma decisão, ter generalizações, narrar uma história e incluir citações. São relatadas diferentes estratégias para a condução da atividade, incluindo: i) aula expositiva (caso contado pelo professor); ii) discussão (caso apresentado pelo professor como um dilema); iii) atividade em pequenos grupos; iv) tarefa individual (HERREID, 1998).

Entende-se que o uso do Estudo de Caso é, sobretudo, uma forma de **educar pela pesquisa** – considerando-se aí seus pressupostos de incompletude dos conhecimentos e das práticas – favorecendo o alcance dos resultados positivos atribuídos a esse princípio, visto como modo de construção de uma educação de qualidade pela construção de competências dos sujeitos, dentre as quais merece destaque a competência argumentativa, ou seja, a capacidade de construção e defesa de argumentos com rigor e fundamento (GALIAZZI; MORAES, 2002). Dentre as habilidades desenvolvidas com o uso de estudos de caso merecem destaque: capacidade de comunicação oral e escrita, capacidade de investigação para resolução de problemas, capacidade de argumentação diante de questionamentos, capacidade de persuasão na apresentação de conclusões, capacidade de trabalho em grupo e de tomada de decisões diante de problemas da vida profissional (SÁ; FRANCISCO; QUEIROZ, 2007; SÁ; QUEIROZ, 2009).

Contexto de aplicação da proposta: o Curso Técnico de Química da Fundação Liberato

A Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Viera da Cunha, em Novo Hamburgo-RS, escola na qual a atividade foi desenvolvida, estabelece em seu Projeto Político Pedagógico que a dimensão da construção da cidadania deve ser incorporada ao processo de formação do aluno, no exercício do trabalho não alienado, “... o que significa desenvolver a capacidade de planejar o próprio trabalho e participar do processo de sua gestão.” (FUNDAÇÃO, 2000). Dentre os objetivos institucionais desta escola, merece destaque o compromisso de “formar técnicos cidadãos preocupados com a qualidade de vida, que promovam mudanças e melhorias sociais” (FUNDAÇÃO, 2008). A preocupação com a formação integral em consonância com o desenvolvimento científico e tecnológico socialmente responsável, fundamentado na capacidade técnica para a pesquisa, está expressa em seus objetivos estratégicos, entre os quais “desenvolver

valores que promovam uma educação para a paz, a ética e o desenvolvimento sustentável; adotar a pesquisa como prática pedagógica.” (FUNDAÇÃO, 2008).

O Técnico em Química formado por esta instituição, conforme descrito no Perfil Profissional no Plano de Curso, está habilitado para atuação em diversas áreas da Química, tendo perfil generalista, apresentando boa comunicação escrita e oral, iniciativa, responsabilidade, humildade, espírito crítico e empreendedor, capacidade de trabalhar em equipe e de tomar decisões (FUNDAÇÃO, 2009). Defende-se aqui que o desenvolvimento desse perfil profissional não é favorecido pelo excesso de conteúdos informativos no currículo, em detrimento dos conteúdos formativos. Ao contrário, o formato tradicional das aulas baseadas em transmissão tende a apresentar novos conceitos como fatos consumados, podendo conduzir os estudantes a aceitar ideias que não compreendem e memorizar mais do que tentar entender e integrar os novos aprendizados com seu conhecimento pré-existente (HUTCHINSON, 2000).

A constante atualização sobre as tecnologias existentes é imprescindível para a formação de profissionais Técnicos em Química, sendo necessária a devida articulação desses saberes em situações-problema que aproximem o futuro profissional das condições nas quais atuará – incorporando a dimensão da ética, da responsabilidade, do respeito ao próximo e ao meio ambiente, entre outras tantas, ao longo desse processo. Acredita-se ser o método de Estudo de Caso uma alternativa de ensino que contribui para essa articulação.

Metodologia

O trabalho com Estudo de Caso foi proposto pelo professor-pesquisador para 3 turmas do 4º ano do Curso Técnico de Química, modalidade integrado ao Ensino Médio, da Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha, no Componente Curricular “Processos Industriais III” durante o ano letivo de 2014. Entre o lançamento da proposta aos alunos e sua conclusão ocorreram 7 encontros de 4 horas/aula cada. No primeiro encontro, foram apresentados os aspectos gerais da metodologia, a forma de avaliação e condução dos trabalhos e foram preenchidos os “Termos de Consentimento e Informação”. Com o objetivo de desafiar os estudantes a trabalharem em grupos diferentes daqueles já formados por afinidade, para outros trabalhos escolares, foi feita a divisão orientada em 8 grupos de trabalho, com 3 a 4 estudantes, por turma. Após, foram distribuídos os 4 casos elaborados, de forma que, em cada turma, um mesmo caso fosse analisado por dois grupos diferentes. Foi também disponibilizado o “Guia para resolução dos casos”, contendo algumas recomendações aos estudantes. Nos demais encontros, parte da carga horária foi dedicada ao estudo, pesquisa e resolução dos casos, e outro espaço foi dedicado a aulas teórico-práticas, nas quais foram conduzidos experimentos de laboratório previstos no programa, com breve introdução teórica e estudo do processo de curtimento e acabamento de couros relacionados com os procedimentos executados, indicação de bibliografia e orientações sobre discussão de resultados e emissão de laudos (que também foram instrumentos de avaliação do trimestre letivo). Cada uma das três turmas também realizou, dentro da carga horária e com a supervisão do professor, uma visita técnica a uma indústria de tecnologia de couros da região. Ao longo da atividade, foi fornecida aos estudantes bibliografia técnica sobre o tema e artigos científicos de fontes diversas. Foi permitido e estimulado o uso do laboratório de informática do curso, tendo o professor o papel de orientador das atividades. Ao final da proposta, foi realizado em cada turma um seminário de 20 minutos para cada grupo para apresentação dos casos e das soluções elaboradas. Os dois grupos que estudaram cada caso apresentaram suas soluções em sequência, procedendo-se, a seguir, um debate com a turma, mediado pelo professor. Como forma de valorizar a avaliação participativa, os estudantes que assistiam às apresentações dos colegas escolhiam a melhor solução apresentada, de forma anônima e individual, e faziam observações sobre aspectos positivos e

negativos das apresentações.

Como instrumentos de avaliação dos estudantes foram considerados cinco conjuntos de critérios: i) participação ao longo do trabalho: considerados aspectos como assiduidade, pontualidade e participação nos grupos; ii) seminário: postura na apresentação, resposta a questionamentos e participação nos debates dos demais grupos; iii) diário do caso: existência de registros de estratégias e decisões do grupo ao longo do processo; iv) resoluções: correção técnica da proposta de solução apresentada pelo grupo; v) texto argumentativo: avaliado sob os aspectos conhecimentos científicos, criatividade e estrutura dos argumentos apresentados. A proposta metodológica foi concluída com o preenchimento da avaliação da atividade por parte dos estudantes – questionário com perguntas fechadas e espaço para observações – e a entrega a cada grupo de uma ficha organizada pelo professor, com o *feedback* dos colegas sobre suas apresentações e com as observações do professor sobre cada aspecto avaliativo.

Embora alguns dados colhidos tenham resultados quantitativos, buscou-se analisar os resultados qualitativamente, pois de acordo com Neves (1996), “combinar técnicas quantitativas e qualitativas torna uma pesquisa mais forte”, pois os métodos qualitativos “trazem como contribuição ao trabalho de pesquisa uma mistura de procedimentos de cunho racional e intuitivo capazes de contribuir para uma melhor compreensão dos fenômenos”.

Discussão

A relevância dos casos elaborados

Os casos foram elaborados inspirados em artigos das principais publicações técnicas na área de tecnologia de couros. A escolha dessa temática justifica-se não apenas pela possibilidade de inserção do futuro técnico em química nesse mercado de trabalho, importante regionalmente, mas também pela complexidade de seus problemas e questões técnicas, relacionadas especialmente a fortes exigências de qualidade, dado o valor agregado do produto final, e a questões ambientais, especialmente pelo alto consumo de água e produtos químicos nos processos produtivos, e pela alta geração de resíduos sólidos e líquidos. O **Caso 1**, intitulado “*O desafio dos resíduos sólidos na indústria coureira*” abordou a alternativa tecnológica já existente e implementada de produção de adubo a partir de resíduos de aparas de couro curtido. Entretanto, o uso do adubo assim produzido não é permitido no Brasil. Permeiam dúvidas sobre a presença de Cromo III, sua remoção ou conversão indesejada a Cromo VI. Como aspectos técnicos subjacentes ao tema, abordou-se a questão dos Aterros de Resíduos Industriais Perigosos (ARIP), a classificação dos resíduos sólidos em classes conforme sua periculosidade e a Lei 12.305/2010 (BRASIL, 2010), que estabeleceu a Política Nacional de Resíduos Sólidos. O **Caso 2**, “*O cromo hexavalente em artigos de couro*”, abordou os fatores técnicos que ocasionam a presença do Cromo VI nos artigos de couro curtidos ao Cromo e a metodologia analítica para sua quantificação, que envolve problemas como limites de detecção e reprodutibilidade de resultados. Como essas exigências geram altos custos que afetam a competitividade, abordou-se a existência de associações nacionais e internacionais que auditam e certificam empresas que defendem a universalização das boas práticas na cadeia produtiva do couro. No **Caso 3**, intitulado “*Menos água, menos nitrogênio, menos DQO no curtume*”, foram abordados os processos iniciais da produção de couros, chamados de processos de ribeira, o instrumento jurídico Termo de Ajustamento de Conduta, utilizado pela FEPAM (Fundação Estadual de Proteção Ambiental do Estado do Rio Grande do Sul) para autuar empresas que descumprem legislação ambiental, além do conceito de Produção Mais Limpa como forma de atuar na não geração de resíduos, e os três pilares da sustentabilidade ambiental, social e financeira das empresas (3 P’s: People, Profit, Planet). O **Caso 4**, “*Biotecnologia nos processos pré-curtimento*” abordou a inovação proporcionada pelo desenvolvimento da biotecnologia na

utilização de enzimas em algumas etapas dos processos de ribeira e as possíveis necessidades de alterações em equipamentos. O processo de gestão da empresa também foi contemplado com a referência aos “3E’s: Eficiência, Economia, Ecologia”, além das características de resistência à mudança por parte de gestores.

Desenvolvimento de habilidades pela ótica dos participantes

As percepções dos estudantes quanto às habilidades desenvolvidas no processo de resolução dos casos foram apuradas por meio da aplicação de um questionário de preenchimento facultativo, estruturado na escala Likert, onde os respondentes expressaram o nível de concordância com dez afirmações, cuja tabulação está apresentada na Tabela 1 (76 dos 85 participantes responderam ao questionário). As afirmações sobre o desenvolvimento de habilidades foram baseadas no trabalho de Sá e Queiroz (2009), modificadas para melhor atender aos objetivos deste trabalho. Ao final do questionário, foi destinado espaço a observações abertas dos estudantes, analisadas na seção seguinte.

Afirmações sobre desenvolvimento de habilidades	Participantes	CT	CP	I	DP	DT	Total
1. Desenvolvi minha capacidade de comunicação oral	Turma 1	4	11	9	1	1	26
	Turma 2	13	9	2	0	0	24
	Turma 3	15	11	0	0	0	26
2. Desenvolvi minha capacidade de comunicação escrita	Turma 1	9	10	7	0	0	26
	Turma 2	10	10	3	1	0	24
	Turma 3	10	13	3	0	0	26
3. Aprimorei meus conhecimentos a respeito do tema "Processos Industriais-Couros"	Turma 1	17	8	0	1	0	26
	Turma 2	15	8	0	1	0	24
	Turma 3	19	5	1	1	0	26
4. Desenvolvi minha capacidade de realizar trabalhos em grupo	Turma 1	7	12	7	0	0	26
	Turma 2	10	8	4	2	0	24
	Turma 3	12	11	2	1	0	26
5. Desenvolvi minha habilidade de investigação na busca de soluções para resolver problemas	Turma 1	13	10	3	0	0	26
	Turma 2	16	7	1	0	0	24
	Turma 3	16	9	1	0	0	26
6. Desenvolvi minha capacidade de argumentação diante de questionamentos	Turma 1	8	9	7	2	0	26
	Turma 2	16	6	2	0	0	24
	Turma 3	10	14	2	0	0	26
7. Desenvolvi minha capacidade de persuasão na apresentação de minhas conclusões	Turma 1	8	9	4	4	1	26
	Turma 2	14	8	2	0	0	24
	Turma 3	14	9	3	0	0	26
8. Aprimorei meu entendimento sobre a forma como conhecimentos científicos e tecnológicos são construídos e aplicados	Turma 1	9	10	6	1	0	26
	Turma 2	8	10	3	3	0	24
	Turma 3	6	19	1	0	0	26
9. Desenvolvi minha capacidade de resolução de problemas	Turma 1	9	14	2	0	1	26
	Turma 2	10	11	1	2	0	24
	Turma 3	7	17	2	0	0	26
10. Desenvolvi minha capacidade de tomar decisões diante de problemas além das atividades escolares	Turma 1	11	8	6	0	1	26
	Turma 2	15	5	3	1	0	24
	Turma 3	9	13	3	1	0	26

Legenda: CT: Concordo Totalmente; CP: Concordo Parcialmente; I: Indiferente; DP: Discordo Parcialmente; DT: Discordo Totalmente.

Tabela 1: Respostas dos estudantes quanto ao desenvolvimento de habilidades.

Algumas das habilidades ressaltadas pelos alunos estão em concordância com as destacadas por Sá, Francisco e Queiroz (2007) e Sá e Queiroz (2009): a capacidade de comunicação oral, a aprendizagem conceitual (sobre Processos Industriais – Couros), habilidades de pesquisa, argumentação e tomada de decisão. Nota-se que predominam a “concordância total” ou “concordância parcial” na aquisição de todas as habilidades abordadas.

A habilidade 5, que se refere à investigação na busca de soluções para resolver problemas,

concentra grande nível de concordância. Esse aspecto é muito relevante, pois para a resolução do caso houve um processo de pesquisa, no qual os estudantes se depararam com informações contraditórias, incompletas ou nem sempre pertinentes ao seu problema. Para todas as habilidades o nível de concordância total ou parcial quanto ao seu desenvolvimento ficou acima de 80% para as 3 turmas – exceção feita à habilidade 4, que se refere ao trabalho em grupo, que apresentou percentual de concordância de 79%. Esse resultado pode estar relacionado com a divisão dos grupos direcionada pelo professor, pois em alguns casos, percebeu-se resistência dos participantes a esse procedimento.

Contribuição para a aquisição de conhecimentos específicos

A maior concordância dos estudantes deu-se na habilidade 3, que se refere ao aprimoramento dos conhecimentos conceituais relativos ao Componente Curricular no qual a prática está inserida – aspecto fundamental para o alcance dos objetivos da proposta, visto que o processo de resolução dos casos substituiu um formato conhecido e aceito pelos estudantes, de aulas expositivas e práticas em laboratório como forma de aquisição dos conhecimentos conceituais e uma prova teórica ao final do processo como forma de avaliação. Sá, Francisco e Queiroz (2007) não apresentam a aquisição de conceitos como um dos principais objetivos de sua prática realizada em um curso de Bacharelado em Química, porém é necessário ressaltar que a disciplina em questão, Comunicação e Expressão em Linguagem Científica II, não tratava de conteúdos específicos de química. Velloso (2009), por outro lado, aplicou a metodologia na disciplina Corrosão e Eletrodeposição, do 7º semestre de um curso de bacharelado em química, tendo dedicado em seu trabalho maior atenção ao aprendizado conceitual.

Avaliação das observações dos estudantes

Alguns aspectos considerados mais significativos, pela frequência com que foram mencionados nas observações escritas pelos participantes, estão apresentados a seguir.

1) Abrangência de conteúdos

A comparação entre a prova e os estudos de caso como processo de avaliação revelou a preocupação sobre a abrangência dos assuntos estudados. Embora tenha havido a apresentação e espaço para debates de todos os casos, 10 manifestações, dos 76 respondentes, ressaltaram que, de alguma forma, “sentiram falta de uma prova”. Ainda, ocorreram 7 manifestações sobre a diferença de complexidade entre os casos, que poderia ter gerado injustiças na avaliação, como ilustra o fragmento de comentário: *“Acredito que a proposta foi bem estruturada, mas os temas dos casos foram muito desiguais. (...) Acho que seria bom achar um meio de sugerir casos com níveis de complexidade mais parecidos.”* A possível dificuldade na resolução de alguns casos pode estar ligada à sua natureza. Nesse sentido, Sá, Francisco e Queiroz (2007) verificaram que o tipo de caso oferecido aos alunos influenciou a qualidade da argumentação apresentada, ao passo que os casos apresentados no trabalho de Velloso (2009) aparentemente não geraram essa influência. A equivalência entre os níveis de exigência e a natureza dos casos propostos certamente é um elemento de articulação complexa para o professor, visto que no formato proposto, cada pequeno grupo terá temas diferentes dentro de um mesmo conjunto de conteúdos abordados.

2) Saída da “zona de conforto”, inovação e exigências da proposta

Os comentários dos estudantes dão conta do caráter inovador da metodologia de Estudos de Caso na abordagem dos assuntos, especialmente por ampliar o escopo de exigências, articulando os saberes técnicos previstos no componente curricular com as necessidades relativas ao perfil profissional do futuro técnico em química. Houve também referências à importância do desenvolvimento da autonomia no processo de pesquisa. Um comentário menciona que a atividade *“me tirou da zona do conforto e por várias razões”* sendo citadas a

necessidade de trabalhar com outras pessoas fora do ‘grupo’, a busca por um consenso para a solução do problema e a necessidade de apresentação dessa solução a outras pessoas. O aspecto da curiosidade, além do aproveitamento da visita técnica para a busca da solução do caso, também foi mencionado. O fato de dois grupos investigarem paralelamente o mesmo caso dentro de cada turma também esteve presente nos comentários, assim como a escolha entre os pares, da melhor apresentação: “*É, sem dúvida, necessária tanto a parte de dupla abordagem (dois grupos com o mesmo caso) quanto a parte da competição que ‘força’ os alunos a um trabalho mais engajado.*” Ainda sobre esse aspecto, alguns comentários dão conta da dificuldade em escolher entre uma das soluções, além da possibilidade da afinidade entre colegas influenciar mais na escolha do que a qualidade da apresentação. Considerando o contexto da aplicação da proposta, houve 24 manifestações de que a época do ano letivo é importante, devendo-se evitar a coincidência com um número muito grande de provas e outros trabalhos de maior extensão. Houve menção direta a dois dos princípios estabelecidos no Planejamento Estratégico da Fundação Liberato: “...o grupo deve entender o que se pede, bem como proceder de forma coerente e *ética*.”[grifo nosso]; sobre a **responsabilidade**, um comentário expressa que a simulação do corpo técnico de uma empresa “*é essencial para o trabalho funcionar, pois nos mostrou um pouco da responsabilidade que teremos daqui pouco tempo.*” Os aspectos aqui apresentados constituem uma amostra das contribuições dos alunos na avaliação da atividade, sendo uma fonte importante para aperfeiçoamento em futuras aplicações dessa metodologia: “*complexa, mas possível, a atividade ajudou a agregar conhecimentos mostrando novas soluções e abordagens para o ensino técnico*”.

3) Fontes de consulta e pertinência das resoluções

A partir da análise do material utilizado no seminário e do texto argumentativo entregue por cada grupo, foram identificadas como principais fontes de pesquisa a consulta a teses e dissertações, em especial do banco de dados do Laboratório de Estudos em Couro e Meio Ambiente (Lacouro), do Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), sites de empresas da área do couro, artigos científicos, leis e normatizações, livros técnicos e, em menor grau, sites de notícias, anais de eventos e inclusive patente de um equipamento. A utilização de fontes variadas permitiu aos estudantes confrontar diferentes possibilidades para um mesmo caso, identificando ressalvas e limitações de cada escolha. O uso de grande número de artigos científicos na resolução dos casos coincide com o recurso utilizado por graduandos em química na proposta de Sá, Francisco e Queiroz (2007).

Considerações finais

A utilização de Estudos de Caso como metodologia de ensino apresentou-se adequada aos objetivos do componente curricular Processos Industriais, tecnologia de couros, do Curso Técnico de Química na modalidade integrada ao Ensino Médio, da Fundação Liberato. Os futuros profissionais da química analisaram situações, categorizaram, organizaram, reconstruíram, redigiram e defenderam pareceres técnicos, desenvolvendo diferentes habilidades requeridas no exercício da profissão, merecendo destaque o desafio do trabalho em grupo com qualidade e a busca por soluções a problemas que envolvem as dimensões éticas e de responsabilidade. A necessidade de construção de argumentos que sustentassem tecnicamente a solução proposta levou os estudantes a um exercício de autoria, superando a ideia de “receita pronta”, conforme defende Demo (2011) e instigando os participantes a pensar estrategicamente. As avaliações da atividade por parte dos estudantes sugerem que a mesma representa uma alternativa viável também a outras abordagens, mediante algumas adaptações, não se restringindo ao componente curricular ou ao curso objetos deste trabalho.

Agradecimentos

Aos estudantes do Curso Técnico de Química da Fundação Liberato que participaram das atividades e especialmente aos que a avaliaram, contribuindo para seu aprimoramento.

Referências

- BRASIL. Presidência da República. Lei nº 9394 de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**, 23 de dezembro de 1996.
- _____. Presidência da República. Lei nº 12305 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. **Diário Oficial da União**, 03 de agosto de 2010.
- DEMO, P. **Educar pela pesquisa**. 9. ed. revista. Campinas: Autores Associados, 2011.
- FUNDAÇÃO Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha. **Projeto Político Pedagógico: Na construção de uma escola para os próximos 500**. Novo Hamburgo: Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha, 2000.
- FUNDAÇÃO Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha. **Planejamento estratégico 2008-2015**. Novo Hamburgo: Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha, 2008.
- FUNDAÇÃO Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha. **Plano do curso Técnico de Química**. Novo Hamburgo: Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha, 2009.
- GALIAZZI, M. C.; MORAES, R. Educação pela pesquisa como modo, tempo e espaço de qualificação da formação de professores de ciências. **Ciência & Educação**, v. 8, n. 2, p 237-252, 2002.
- HERREID, C. F. Sorting potatoes for Miss Bonner: Bringing order to Case-Study methodology through a classification scheme. **Journal of College Science Teaching**, v. 27, n. 4, p. 237-239, 1998.
- HUTCHINSON, J. S. Teaching introductory chemistry using concept development Case Studies: Interactive and inductive learning. **University Chemistry Education**, v. 4, n. 1, p. 3-9, 2000.
- NEVES, J. L. Pesquisa qualitativa – características, usos e possibilidades. Caderno de Pesquisas em Administração, v. 1, n. 3, p. 1-5, 1996.
- SÁ, L. P.; FRANCISCO, C. A.; QUEIROZ, S. L. Estudos de Caso em Química. **Química Nova**, v.30, n.3, p. 731-739, 2007.
- SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. **Estudos de caso no ensino de química**. Campinas: Átomo, 2009.
- VELLOSO, A.M.S. **Casos investigativos no ensino de corrosão: estratégia para o desenvolvimento de habilidades argumentativas de alunos de graduação em química**. 2009. 119 f. Dissertação (mestrado) – Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2009.

2.2 Estudos de caso: possibilidade para abordagem da tecnologia de tratamento de águas em um curso técnico de química

Autores: André Luís Viegas e Tania Denise Miskinis Salgado.

Submissão ao periódico Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica (ISSN: 2236-2150), em 05 de julho de 2016.



Sidnei Quezada Meireles Leite <revistadect@gmail.com>

Prof. André Luís Viegas,

Agradecemos a submissão do seu manuscrito "ESTUDOS DE CASO: POSSIBILIDADES PARA ABORDAGEM DA TECNOLOGIA DE TRATAMENTO DE ÁGUAS EM UM CURSO TÉCNICO DE QUÍMICA" para a revista Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica - ISSN: 2236-2150. Através da interface de administração do sistema, utilizado para a submissão, será possível acompanhar o progresso do documento dentro do processo editorial, bastando logar no sistema disponível em:

URL do Manuscrito:

<http://ojs.ifes.edu.br/index.php/dect/author/submission/649>

Login: viegas

Em caso de dúvidas, entre em contato através deste email.

Agradecemos mais uma vez considerar nossa revista como meio de transmitir ao público seu trabalho.

Sidnei Quezada Meireles Leite

Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica –

ISSN: 2236-2150

Revista Científica da área de Educação
Debates em Educação Científica e Tecnológica
ISSN (Eletrônica): 2236-2150
ISSN (Impressa): 2179-6955
<http://ojs.ifes.edu.br>

ESTUDOS DE CASO: POSSIBILIDADES PARA ABORDAGEM DA TECNOLOGIA DE TRATAMENTO DE ÁGUAS EM UM CURSO TÉCNICO DE QUÍMICA

CASE STUDIES: POSSIBILITY TO APPROACH WATER TREATMENT TECHNOLOGY IN A CHEMISTRY TECHNICIAN COURSE

RESUMO

Este artigo apresenta a aplicação da metodologia de Estudos de Caso para abordagem da tecnologia de tratamento de águas no quarto ano de um curso técnico de química na modalidade integrada ao Ensino Médio. Como parte do processo de avaliação do desempenho, os estudantes elaboraram textos argumentativos, que foram submetidos à Análise Textual Discursiva, possibilitando maior compreensão sobre os argumentos e alternativas de solução apresentadas. O desenvolvimento dos conhecimentos específicos e a habilidade de investigação foram as contribuições da atividade mais destacadas pelos participantes. Conclui-se que a proposta é uma alternativa de ensino adequada ao contexto investigado, favorecendo o exercício de autoria, autonomia e criatividade por parte dos futuros profissionais da química.

PALAVRAS-CHAVE: estudos de caso. química. curso técnico. análise textual discursiva.

ABSTRACT

This paper presents the implementation of case studies methodology to approach the water treatment technology in the fourth year of a chemical technician course in integrated mode to high school. As part of the performance evaluation process, students developed argumentative texts, which were submitted to Textual Discursive Analysis, enabling greater understanding of the arguments and presented alternative solutions. The development of specific knowledge and research skills were the contributions of activity most highlighted by participants. It is concluded that the proposal is a proper alternative to the educational context investigated, favoring the exercise of authorship, autonomy and creativity on the part of future professionals of chemistry.

KEYWORDS: case studies. chemistry. technical course. textual discursive analysis.

1. INTRODUÇÃO

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional nº 9.394, de 1996, determina que “a educação, inspirada nos princípios de liberdade e nos ideais de solidariedade humana, tem por finalidade o pleno desenvolvimento do educando, *seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho*” (BRASIL, 1996b) [grifo nosso]. Estabelece, ainda, que o currículo do Ensino Médio deve destacar “a educação tecnológica básica, a compreensão do significado da ciência, das letras e das artes”, e que os conteúdos, metodologias e formas de avaliação sejam organizados de forma que o egresso desse nível de ensino demonstre “*domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna*” (BRASIL, 1996b) [grifo nosso]. Integrando essas exigências à formação profissional na área da química, o presente trabalho propôs-se a analisar a aplicação da metodologia de Estudos de Caso no contexto da disciplina de Processos Industriais do Curso Técnico de Química, na modalidade integrada ao Ensino Médio, da Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha, de Novo Hamburgo-RS, articulando competências, bases científicas e tecnológicas inerentes ao componente curricular com o perfil profissional estabelecido no Plano do Curso (FUNDAÇÃO,

2009), favorecendo assim novas possibilidades de ensino e aprendizagem.

Ao abordar a formação profissional, como é o caso, é importante estabelecer um entendimento sobre o termo *competência*. Esta pode ser definida como “um conjunto de saberes e capacidades que os profissionais incorporam por meio da formação e da experiência, somados à capacidade de integrá-los, utilizá-los e transferi-los em diferentes situações profissionais.” (WERLANG, 2010, p. 29) [grifo nosso]. Demo (2011, p.67), estabelece que “do ponto de vista da educação, prevalece necessariamente a definição de competência como processo de formação do sujeito histórico capaz de inovar, mas sobretudo de *humanizar a inovação*. [grifos do autor]. Como pode ser observado, tanto sob o olhar mais específico da formação profissional, quanto no âmbito educacional mais abrangente, o termo *capacidade* está contemplado. Entendemos que para desenvolver capacidade no campo da formação profissional, há a necessidade de proporcionar condições que as exijam e articulem no ambiente de aprendizado da escola técnica. Nesse sentido, “não se sustenta a proposta de apenas ensinar a copiar, não só porque significa mero treinamento, mas sobretudo porque implica inequívoca imbecilização.” (DEMO, 2011 p.67).

Ainda, o trabalho aqui apresentado está alicerçado no que expressa o Projeto Político Pedagógico da instituição onde foi desenvolvido:

“A educação profissional deve incorporar, no processo de formação do aluno, a dimensão da **cidadania** e da sua construção, no exercício do trabalho não alienado, o que significa desenvolver a capacidade de planejar o próprio trabalho e participar do processo de sua gestão.” (FUNDAÇÃO, 2000 p.19) [grifo do autor]

A preocupação com a formação integral em consonância com o desenvolvimento científico e tecnológico socialmente responsável, fundamentado na capacidade técnica para a pesquisa, está expressa em seus objetivos estratégicos, entre os quais “desenvolver valores que promovam uma educação para a paz, a ética e o desenvolvimento sustentável; adotar a pesquisa como prática pedagógica.” (FUNDAÇÃO, 2008).

2.1 O método de estudos de caso

O Estudo de Caso é considerado uma variante do método ABP (Aprendizagem Baseada em Problemas), cuja origem remete à Escola de Medicina da Universidade de McMaster (Canadá). No âmbito do ensino de química do Brasil, merece destaque o trabalho desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa em Ensino de Química do Instituto de Química de São Carlos, da USP (SÁ, QUEIROZ, 2009). Herreid (1998) e Sá e Queiroz (2009) afirmam que um caso deve: ter utilidade pedagógica, ser relevante ao leitor, despertar o interesse pela questão, ser atual, ser curto, provocar um conflito, criar empatia com os personagens centrais, forçar uma decisão, ter generalizações, narrar uma história e incluir citações. Os mesmos autores relatam como possíveis estratégias para a condução da atividade: i) aula expositiva, com o caso sendo contado pelo professor; ii) discussão, com o caso sendo apresentado pelo professor como um dilema; iii) atividade em pequenos grupos; iv) tarefa individual.

O trabalho desenvolvido por Velloso (2009) considera que a proposta de estudos de caso é: “adequada para o desenvolvimento de habilidades de caráter formativo, como a argumentação, a comunicação oral, a busca em fontes bibliográficas e a realização de trabalhos em grupo.” Em seu trabalho, a pesquisadora avaliou a estrutura dos argumentos apresentados pelos alunos para a solução dos casos, valendo-se das apresentações orais. Registrou, entretanto, a possibilidade de maior destaque ser dado em oportunidades futuras, à produção textual. É nesse sentido que o trabalho aqui descrito utiliza-se de textos argumentativos produzidos pelos estudantes como soluções para o caso para analisar a validade da metodologia como proposta pedagógica.

2.2 Articulações com o educar pela pesquisa e Análise Textual Discursiva

Entende-se que o uso do Estudo de Caso, por exigir como construção do aluno não apenas uma resposta que possa ser considerada correta, mas também um processo que envolve investigação e senso crítico para construção de argumentos que sustentem uma solução para um problema, é uma forma de *educar pela pesquisa* - levando em conta seus pressupostos de incompletude e contínua reconstrução. Moraes e Galiazzi (2002) sustentam justamente que “a competência argumentativa é uma das metas de toda educação pela pesquisa.”

Procurou-se identificar a mobilização dos conhecimentos específicos de estudantes concluintes do curso técnico de química para a resolução de um problema complexo. Para isso, foi escolhida a metodologia de Análise Textual Discursiva (ATD), cujo objetivo é a produção de metatextos a partir dos textos do *corpus* (Moraes, 2003), podendo ser entendida como “um processo auto-organizado de construção de novos significados em relação a determinados objetos de estudo, a partir de materiais textuais referentes a esses fenômenos” (Moraes, 2003, p.209). Na busca desses novos significados, entendemos que “a análise textual discursiva cria espaços de reconstrução” (Moraes e Galiazzi, 2006, p.118) desejáveis ao maior entendimento da importância da proposta de Estudos de Caso no contexto aqui descrito.

2. PERCURSO METODOLÓGICO

2.1 Contexto e proposta

Os estudos de caso descritos neste artigo foram aplicados às três turmas de 4º ano do Curso Técnico de Química, na modalidade integrada ao Ensino Médio, da Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha, de Novo Hamburgo-RS, inseridos na disciplina teórico-prática Processos Industriais III, de 4 horas/aula semanais, no ano letivo de 2015. Essa disciplina contempla as tecnologias de tratamento de água para potabilização, águas industriais (vapor e resfriamento) e águas residuárias – além da tecnologia de processamento de couros e de alimentos. A abordagem das tecnologias relacionadas ao tratamento de água, objeto dos estudos de caso, ocupou o primeiro trimestre letivo, com aulas expositivas e práticas, além de visitas técnicas, tendo como instrumentos de avaliação prova teórica e relatórios. No segundo trimestre, foi realizada uma prova prática sobre águas industriais, que compôs juntamente com os estudos de caso, o maior peso na avaliação. O proponente da atividade, autor deste artigo, atuou entre os anos letivos de 2011 a 2014 na docência da disciplina, sendo que em 2015 atuou de forma compartilhada com a docente regente no planejamento e avaliação das atividades. Foram elaborados 4 diferentes casos, sendo que cada uma das três turmas foi dividida em 8 grupos de livre escolha, com 3 ou 4 integrantes, de forma que, em cada turma, cada um dos 4 casos fosse analisado por 2 grupos diferentes. Para a realização da atividade, foram destinados 3 encontros presenciais com cada turma, da seguinte forma: i) *primeiro encontro*: lançamento da proposta, quando cada grupo de alunos recebeu uma pasta contendo o caso e um guia com orientações para a resolução e com os critérios de avaliação; ii) *segundo encontro*: no laboratório de informática, os grupos receberam orientação para pesquisas em bases de dados online com acompanhamento do professor-proponente; iii) *encontro final*: com a apresentação das propostas de resolução, debate e entrega de texto escrito com a proposta de resolução do caso. Os critérios e subcritérios de avaliação do desempenho dos estudantes estão apresentados no Quadro 1.

Além desses aspectos, os professores (regente da disciplina e proponente dos estudos de caso) e os estudantes também fizeram observações livres ao longo das apresentações nos seminários finais, quando cada caso teve suas resoluções apresentadas pelos dois grupos que o pesquisaram, permanecendo todos os integrantes dos dois grupos posicionados em frente à

turma para o debate que se seguiu. Os estudantes que estavam na *plateia* também recebiam uma ficha (de preenchimento anônimo) para seus apontamentos sobre a qualidade das apresentações dos colegas, seguindo os mesmos critérios dos docentes, valorizando assim sua participação no processo de avaliação. A conclusão da proposta deu-se com o preenchimento da avaliação da atividade por parte dos estudantes – questionário com perguntas fechadas e espaço para observações e sugestões de aprimoramento da proposta – e a entrega a cada grupo de uma ficha organizada pelo professor, com o *feedback* dos colegas sobre suas apresentações e com as observações dos professores sobre cada aspecto avaliativo. Também foi obtido o consentimento dos estudantes para a divulgação dos resultados da análise da proposta, por meio de termo informado.

Quadro 1: Critérios de avaliação das resoluções dos casos.

Critérios de avaliação	Subcritérios:
<i>i) Proposta de solução para o caso (considerando o relato e a apresentação oral):</i>	a) A proposta apresenta com clareza a decisão tomada?; b) os argumentos demonstram pesquisa e estudo sobre o assunto? (busca de artigos, leis, normas, visitas técnicas, etc); c) foram consideradas possibilidades diferentes daquela escolhida/explorada pelo grupo?
<i>ii) Apresentação oral da solução do caso:</i>	a) Adequação do tempo (10-20 min) e dos recursos utilizados (apresentação de slides ou outra mídia); b) organização e clareza; c) domínio do assunto por todos os integrantes; d) postura para o debate.
<i>iii) Relato:</i>	a) Conhecimentos técnicos; b) linguagem; c) criatividade.

(Fonte: dados da pesquisa, 2015)

2.2 Os casos: temas, abordagens e relação com o curso técnico

Os casos elaborados foram inspirados em publicações de natureza diversa, priorizando abordagens de problemas relacionados à futura atuação do técnico em química. Buscou-se a articulação dos temas com aspectos relacionados aos valores e questões éticas, condição defendida por Santos e Mortimer (2001) para o ensino de ciências para a ação social. O Quadro 2 apresenta uma síntese de cada abordagem e de suas fontes de inspiração.

Cada caso elaborado guarda em si intencionalmente uma abordagem singular. O *Caso 1: Conflito engarrafado*, apresenta um contexto informal, onde um sujeito com maiores conhecimentos de química pode contribuir na formação de opinião. O problema apresentado necessita ter sua resolução fundamentada tecnicamente, mas apresentado de forma acessível a uma pessoa leiga no tema *tratamento de água*. O elemento motivador da elaboração do caso foi a possibilidade de trazer à tona uma situação cotidiana para ser tratada a partir da visão crítica desejada a um futuro profissional da química.

Já o *Caso 2: Água cafeinada*, procurou provocar uma situação própria a um químico analítico que precisa tomar conhecimento de novas técnicas de controle e análise química, avaliando entre diferentes possibilidades, quais métodos analíticos podem ser mais indicados para uma determinada situação. A abordagem não se restringiu, todavia, ao esclarecimento do procedimento analítico em si, mas de maneira muito clara, procurou provocar os estudantes a avançarem na compreensão do *significado* dos resultados analíticos para o contexto do problema apresentado.

Quadro 2: Casos elaborados e respectivas fontes de inspiração.

Síntese	Fonte de inspiração
<p><i>Caso 1: Conflito Engarrafado.</i> Um estudante de um curso técnico de química é provocado por seu pai, um administrador, com poucos conhecimentos na matéria, a esclarecer uma inserção na mídia que estimulava o consumo de água da torneira em detrimento do consumo de água engarrafada, alegando o controle eficaz e a segurança da água de abastecimento público, e denunciando os altos custos e impactos ambientais da água engarrafada.</p>	Notícia veiculada em rádios, pelo Sindicato Médico do Rio Grande do Sul (SIMERS, 2015).
<p><i>Caso 2: Água cafeïnada.</i> Uma equipe de laboratoristas é convocada pelo seu coordenador para estudar o significado analítico da presença de traços de cafeína em amostras de água de um manancial, estabelecendo sua importância como indicador de poluição a ser controlado rotineiramente. Além disso, a equipe tem a responsabilidade de buscar métodos analíticos, limites de detecção, e compreender o conceito de contaminantes emergentes.</p>	Artigo publicado na Revista Ciência Hoje. (KUGLER, 2013)
<p><i>Caso 3: Água leitosa.</i> Um grupo de estagiários de química recebe a tarefa de elaborar um desenho do processo de tratamento de efluentes para uma indústria de laticínios, prevendo formas adequadas de controle da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO), de acordo com as legislações vigentes, além de incorporar na proposta a avaliação sobre possibilidades de reuso de água no processo.</p>	Publicação Série Sistema de Gestão Ambiental, do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa (MG). (SILVA, 2011)
<p><i>Caso 4: Pra onde eu mando esse lodo?</i> A geração de lodo nas Estações de Tratamento de Água (ETA's) e Estações de Tratamento de Esgoto (ETE's) é abordada nesse caso, no qual os estudantes devem propor pelo menos duas alternativas de destinação. O caso apresenta a realidade da maioria das ETA's do país, que "devolvem" o lodo proveniente do tratamento de potabilização para o manancial de onde a água bruta foi captada.</p>	Notícia publicada no Jornal JÁ. (BONES, 2007)

(Fonte: dados da pesquisa, 2015)

O *Caso 3: Água leitosa* trouxe uma situação mais direcionada aos processos industriais, com a inerente geração de resíduos aquosos que necessitam passar por tratamentos que minimizem seus efeitos no meio ambiente. A escolha de etapas de processo, com base em critérios e parâmetros legais já estudados no âmbito da disciplina constituiu o desafio para alcançar o resultado esperado: um *desenho de processo de tratamento de efluentes*, considerando também possibilidades de reuso, não geração, reaproveitamentos internos, entre outras.

Por fim, o *Caso 4: Pra onde eu mando esse lodo?*, apresenta uma situação contextualizada nos serviços públicos de tratamento de água e esgoto. Apesar da situação não representar um crime ambiental, a busca por soluções mais adequadas à destinação final dos lodos provenientes das estações de tratamento representa uma necessidade – inclusive no contexto dos estudantes, pois há poucas iniciativas implementadas na região.

Para a elaboração dos casos foram observadas as competências específicas e bases tecnológicas previstas no Plano do Curso Técnico de Química (FUNDAÇÃO, 2009), conforme síntese apresentada no Quadro 3.

Quadro 3: Relação das competências específicas e bases tecnológicas da disciplina com as abordagens de cada caso.

Competências específicas e bases tecnológicas relacionadas às abordagens dos casos	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4
<i>Competências específicas</i>				
Avaliar e comparar resultados e padrões.	X	X	X	X
Identificar e aplicar métodos e princípios analíticos no Controle de Qualidade de água potável.	X			
Identificar, monitorar e avaliar os processos de tratamento de água potável.	X			
Monitorar as etapas dos processos de tratamento de efluentes líquidos, resíduos sólidos e emissões atmosféricas.		X		
Identificar métodos e princípios analíticos no controle de qualidade de águas industriais, resíduos líquidos e sólidos.		X	X	X
Identificar e avaliar processos de geração de vapor e tratamento de águas para fins industriais.			X	
Monitorar as etapas dos processos de tratamento de efluentes líquidos, resíduos sólidos e emissões atmosféricas.			X	X
<i>Bases tecnológicas</i>				
Processos de tratamento para potabilizar água para fins de consumo.	X	X		
Análises físico-químicas de água potável.	X	X		
Análises físico-químicas de águas industriais e efluentes líquidos.			X	
Tratamento anaeróbico e aeróbico de resíduos e auto-regeneração em cursos d'água [...], medidas preventivas, minimização e reciclagem de resíduos industriais e domésticos.		X	X	X
Tratamento primário, secundário e terciário de resíduos líquidos oriundos de processos.			X	X
Identificação e caracterização de resíduos em tecnologias diversas.			X	X
Análises físico-químicas de resíduos sólidos.				X

(Fonte: FUNDAÇÃO, 2009, adaptado pelos autores, 2015)

2.3 As resoluções: Análise Textual Discursiva dos relatos produzidos

As composições textuais elaboradas pelos estudantes como resolução aos casos foram analisadas aplicando-se a metodologia *análise textual discursiva* (ATD), proposta por Moraes (2003), buscando-se uma maior compreensão do potencial da proposta enquanto processo pedagógico para a formação profissional do técnico em química.

Conforme descrito anteriormente, os estudos de caso foram aplicados de forma concomitante a 3 turmas do curso técnico de química, gerando duas resoluções para um mesmo caso em cada turma, compondo ao final 6 relatos escritos para cada um dos casos, que foram itens parciais da avaliação na disciplina Processos Industriais III. Esses textos constituem o *corpus* de análise. A referência individual aos documentos, foi padronizada da seguinte forma: as turmas foram numeradas de 1 a 3 e, dentro de cada turma, os grupos que resolveram um mesmo caso foram identificados com a letra A ou B. Assim, para cada caso tem-se as referências: T1GA, T1GB,

T2GA, T2GB, T3GA e T3GB. A título de exemplo, um documento com a referência T1GA identifica que o texto foi produzido na *turma 1 pelo grupo A* do respectivo caso.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise textual discursiva: os metatextos construídos a partir das soluções dos casos

3.1.1 O Caso 1: *Conflito engarrafado*: análise dos seis textos argumentativos

Como o caso abordava, entre outros aspectos, o custo da água engarrafada em comparação ao custo da água encanada, uma categoria de análise, definida *a priori*, foi a forma como cada grupo investigou esse aspecto, confirmando ou não a informação fornecida no caso, referenciada por Simers (2015): “Produzir um litro de água engarrafada é 600 vezes mais caro que a da torneira”. O Quadro 4 apresenta as categorias e as informações contidas nos textos de cada grupo referente a esse aspecto.

Quadro 4: Categorização para o processo de investigação do custo da água engarrafada.

Categoria intermediária	Categoria inicial	Relação de custo <i>água engarrafada x água da torneira</i> :
Método usado pelos alunos para investigação: <i>custo da água engarrafada x custo da água encanada</i> , confrontando com o dado apresentado no caso (água engarrafada 600 vezes mais cara).	Utilizada experiência local, cálculos executados pelos alunos (4 grupos).	- 1066 vezes mais cara; - 790 vezes mais cara; - 627 vezes mais cara; - 1056 vezes mais cara.
	Utilizadas somente referências de outro Estado (2 grupos).	- até 2.000 vezes mais cara; - 530 vezes mais cara.

(Fonte: dados da pesquisa, 2015)

É importante ressaltar que a redação do caso apresentava o questionamento em relação ao dado fornecido pela referência que o inspirou. Quatro dos seis grupos partiram de sua experiência pessoal, realizando o cálculo a partir de dados buscados em contas de água de suas casas, de preços de água engarrafada do bar da escola ou de um supermercado. Esse era um dos objetivos do questionamento: conduzir os estudantes a produzir um dado *com mão própria* e confrontá-lo com um dado referenciado. A divergência encontrada nos valores reflete as variações sobretudo no preço da água engarrafada e encanada em diferentes cidades e estabelecimentos – já que os alunos têm origem diversa. Dois grupos, entretanto, se detiveram em referências num movimento que, indesejavelmente, não proporcionou aproximação do caso, já que os dados utilizados eram de outro Estado.

Constituindo-se um aspecto inerente aos estudos de caso, a expressão de uma decisão por parte dos autores do texto foi conformada como uma categoria de análise definida *a priori* (Quadro 5).

Frente à necessidade de posicionamento quanto ao consumo de água encanada ou água engarrafada, quatro grupos apresentaram suas decisões de forma que pode ser considerada *explícita*, cada qual com sua forma de apresentação e relação com o texto inicial. Para além dos excertos apresentados, o posicionamento crítico a partir da pesquisa realizada pelos grupos para produção textual foi nítido. A título de exemplo, o texto T2GA, além de manifestar que o uso da água engarrafada deveria ser suprimido, trouxe uma reflexão contundente sobre o tema: “quando analisada, a ideia de vender-se água engarrafada - não para praticidade, mas para substituir a água encanada em todos os momentos - é tão absurda quanto sempre foi”. Essa mesma característica, de criticidade, esteve presente em T2GB, cuja decisão foi expressa de

forma considerada implícita. A “grande possibilidade” que o uso da água da torneira representa está ligada, segundo os estudantes autores, ao conjunto de legislações existentes para sua utilização, além de não gerar descarte de embalagens. Entretanto, também é apresentada a ressalva: “porém a limpeza e manutenção de tubulações para o envasamento dessa água da torneira deve ser verificada para uma água bem tratada, e sem riscos de impurezas graves”. Ainda é apresentada, nesse mesmo texto, a alternativa de utilização de água de poço, desde que seja feita a manutenção semestral do mesmo.

Quadro 5: A expressão da decisão sobre o consumo de água engarrafada.

Categoria intermediária	Categoria inicial	Unidade de sentido: Excertos que expressam a decisão do grupo [grifos nossos]
Expressa decisão sobre o problema abordado no caso: <i>consumo de água da torneira x consumo de água engarrafada</i>	Decisão explícita	T1GA: “[...] <i>conclui-se uma maior vantagem no uso de água da torneira</i> [...] o pai de Pedro <i>pode começar a economizar</i> sim com a água engarrafada, <i>utilizando</i> a da torneira...” T1GB: “Tendo em vista todos os dados apresentados, <i>conclui-se que a água da torneira é a melhor escolha para consumo</i> , pois apresenta vantagens tanto para o consumidor quanto para o planeta.” T2GA: “ <i>Deve-se suprimir</i> o uso da água engarrafada.” T3GB: “...seu pai implantou em sua empresa um projeto semelhante ao Água na Jarra, que <i>promove a valorização do consumo da água da torneira e evita o consumo de água engarrafada...</i> ”
	Decisão implícita	T3GA: “O que cabe a nós <i>é colocar todos esses aspectos na balança e decidir</i> se é realmente viável o consumo descontrolado de água engarrafada, quando a água fornecida pela rede pública está aí para nos servir. T2GB: “a utilização da água da torneira <i>é uma grande possibilidade...</i> ” “o uso rotineiro dessa água [da torneira] <i>não pode ser desconsiderado.</i> ”

(Fonte: dados da pesquisa, 2015)

Como categoria emergente da análise dos textos, são apresentados os argumentos e dados técnicos que fundamentaram as decisões dos estudantes – o número ao lado de cada unidade de sentido expressa em quantos textos a mesma foi identificada (Quadro 6). Ressalta-se aqui que a proposta não é a análise da estrutura argumentativa, mas sim a categorização dos *motivos* que conduziram os estudantes para as decisões apresentadas. Fica evidenciado que o conhecimento do processo de tratamento de potabilização da água, da legislação brasileira e dos padrões normativos foi um elemento balizador para os estudantes corroborarem a orientação médica trazida na origem do caso e recomendarem o consumo de água encanada frente à água engarrafada. A Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011c), que trata dos padrões para tratamento e controle da água potável, é estudada na disciplina em questão, tendo sido considerada, na avaliação dos estudantes, como uma normatização rigorosa que, em princípio, garante a segurança do consumo da água de abastecimento público no país. Legislações e normas referentes à água engarrafada, entretanto, não constituem objeto de estudo rotineiro na disciplina – a busca, leitura, interpretação e comparação com a legislação da água potável foi, portanto, um procedimento autônomo dos estudantes, que referenciaram em seus estudos um conjunto abrangente de documentos (Quadro 7). E foi a partir desses documentos e com o suporte de outras publicações científicas, que possíveis problemas de qualidade e contaminações na água engarrafada foram identificados. Desinfetantes, fertilizantes, produtos farmacêuticos, ftalato e agrotóxicos estão entre os contaminantes citados em cinco dos seis textos argumentativos.

Os impactos ambientais também constituem um exemplo de categoria que se insere nos argumentos utilizados. A emissão de poluentes e o consumo de petróleo relacionados ao consumo da água engarrafada, além da possibilidade da superexploração de aquíferos, constituem os aspectos principais identificados. Dois excertos exemplificam o rigor com que

esse tema foi tratado: “uma das principais fontes de poluição dos corpos hídricos é a indústria de produção de plásticos” (T2GA); “...olha a ironia, para produzir uma garrafa de um litro, são necessários 3 litros de água” (T3GB). Os elementos fortemente contrários ao consumo de água engarrafada por questões ambientais estiveram presentes em todos os textos analisados.

Quadro 6: Categorização dos argumentos apresentados para a decisão do *Caso 1*.

Categoria intermediária	Categoria inicial	Unidade de sentido
Argumentos e dados técnicos apresentados	Normas e padrões de qualidade	Controle de qualidade da água da torneira (Portaria 2914/2011) é mais rígido que a água engarrafada. – 6 Evidências de possíveis contaminações na água engarrafada (desinfetantes, fertilizantes, produtos farmacêuticos, ftalato, agrotóxicos). – 5 Água engarrafada pode ser benéfica se considerados os íons que podem estar presentes. – 1 Muitas águas minerais apresentam um teor de sódio maior que uma garrafa de refrigerante. – 1
	Impactos ambientais	Para cada litro de água engarrafada, estima-se o consumo de 200 mL de petróleo (produção, embalagem, transporte e refrigeração). – 3 Potencial emissão de 60 mil t/ano de gases do efeito estufa. – 2 Cerca de 80% das garrafas plásticas vão para aterros ou são incineradas. – 3 Superexploração de aquíferos. – 2
	Impactos sociais e econômicos	Carência mundial de água de boa qualidade por mais de 750 milhões de pessoas. - 6 Diferença de preço entre água engarrafada e encanada. – 5 Aproximadamente 90% do custo da água engarrafada refere-se à embalagem e rotulagem. - 3 Falta de informação por parte da população. – 3 Hábito da população de consumir água engarrafada. – 2

(Fonte: dados da pesquisa, 2015)

Ainda dentro da categoria dos argumentos, a questão do preço e do mercado da água engarrafada, além dos hábitos já constituídos de consumo por parte da população, especialmente por falta de informação sobre seus efeitos podem ser apresentados como os principais impactos sociais e econômicos que constituíram a argumentação, também contrária ao consumo da água engarrafada. O dado, mencionado por três grupos, de que 90% do custo da água engarrafada refere-se à embalagem e rotulagem, que acabam por tornar-se um resíduo, traz um entrelaçamento entre o impacto social e o ambiental. A falta de acesso à água de boa qualidade por uma parcela muito grande da população mundial foi destacada por todos os grupos – embora com variações quanto ao número, dependendo da atualização da fonte utilizada.

Quadro 7: Legislações citadas nas resoluções do *Caso 1: Conflito Engarrafado*

Legislações citadas nas resoluções do <i>Caso 1: Conflito Engarrafado</i>	T 1 G A	T 1 G B	T 2 G A	T 2 G B	T 3 G A	T 3 G B
Portaria 2914/2011 (Anvisa): Procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. (BRASIL, 2011c)	X	X	X	X	X	X
Lei 7841/1945 (Presidência da República): Código de águas minerais. (BRASIL, 1945)			X	X	X	X
RDC 274/2005 (Anvisa): Aprova o Regulamento técnico para águas envasadas e gelo. (BRASIL, 2005a)	X				X	X
RDC 173/2006 (Anvisa): Regulamento Técnico de Boas Práticas para Industrialização e Comercialização de Água Mineral Natural e de Água Natural.(BRASIL,2006a)	X					X
Portaria 387/2008 (DNPM): Uso das embalagens plástico-garrafão retornável para envasamento de água mineral e potável de mesa.(BRASIL, 2008a)			X			X
RDC 275/2005 (Anvisa): Regulamento técnico de características microbiológicas para água mineral natural e água natural. (BRASIL, 2005b)					X	X
Portaria 470/1999 (MME): Rotulagem de águas minerais e potáveis de mesa. (BRASIL, 1999b)		X				X
Portaria 159/1996 (DNPM): Trata da comercialização de águas minerais de procedência estrangeira. (BRASIL, 1996a)	X					
Consulta Pública 89/2004 (Anvisa): Regulamento Técnico para Águas Envasadas. (BRASIL, 2004)		X				
Informe técnico 39/2009 (Anvisa): Esclarecimentos sobre o uso não autorizado de bromatos para alimentos. (BRASIL, 2009a)		X				
Portaria 128/2011 (DNPM): trata de exigências para as embalagens retornáveis de 10 e 20 litros para água mineral e potável de mesa. (BRASIL,2011b)		X				
Portaria 374/2009 (DNPM): Aprova a Norma Técnica que dispõe sobre as Especificações Técnicas para o Aproveitamento de água mineral, termal, gasosa, potável de mesa, destinadas ao envase, entre outros. (BRASIL, 2009b)		X				
Portaria 307/2014 (Inmetro): Requisitos de Avaliação da Conformidade para Água Mineral Natural e Água Natural Envasadas. (BRASIL,2014b)		X				
Portaria 10/99 (SS-RS): Define teores de concentração do íon fluoreto nas águas para consumo humano no RS. (RIO GRANDE DO SUL, 1999)				X		
RDC 805/1978 (Anvisa): Aprova rotinas operacionais a serem observadas no controle e fiscalização sanitária das águas minerais. (BRASIL, 1978)						X
Portaria 540/2014 (DNPM): Estabelece limites mínimos dos elementos dignos de nota, para a classificação das Águas Minerais.(BRASIL, 2014a)						X
Portaria 389/2008 (DNPM): Trata do uso de embalagem cartonada com revestimentos para envase de água mineral. (BRASIL, 2008b)			X			
Número de referências legais utilizadas	4	7	4	3	4	9

(Fonte: dados da pesquisa, 2015)

3.1.2 O Caso 2: *Água cafeinada*: análise dos seis textos argumentativos

A tomada de decisão neste caso referiu-se à possibilidade de realização de análises químicas para a quantificação do teor de cafeína na água de um rio. A partir de suas pesquisas, os estudantes deveriam posicionar-se como uma equipe de um laboratório, ratificando ou não a importância da realização da análise química e indicando pelo menos um método analítico para isso. A categorização referente a esses aspectos está apresentada no Quadro 8.

A partir dos estudos desenvolvidos, todos os grupos manifestaram-se favoravelmente quando à realização de análises químicas. O excerto: “A equipe responsável pela pesquisa [...] acredita que a utilização da análise da cafeína seria importante...” [grifo nosso], do grupo T1GA,

exemplifica um dos termos – *importante* – utilizados. Já em relação aos métodos analíticos, sete alternativas foram citadas pelos grupos, sendo que um único grupo (T3GB) chegou a apresentar 5 opções; dois grupos (T1GB e T3GA) apresentaram duas opções e os grupos T1GA; T2GA; e T3GA apresentaram apenas um método analítico como adequado para a análise em questão.

Quadro 8: Categorização da tomada de decisão no *Caso 2*.

Categoria intermediária	Categoria inicial	Unidade de significado: termos que expressam a decisão sobre a realização da análise de cafeína na água; métodos de análise apresentados
Expressa decisão sobre o problema abordado no caso: fazer a análise? Qual método?	Decisão sobre a realização das análises	importante – 2 relevante - 1 necessária - 1 deve ser feita - 1 válido – 1
	Citação de método(s) considerado(s) mais adequado(s)	Cromatografia Líquida de Alta Eficiência acoplada à espectrometria de massas (CLAE-EM)– 4 CLAE acoplada a Ultra Violeta (CLAE-UV) – 2 Cromatografia Gasosa (CG) – 2 Cromatografia Gasosa por Captura de Elétrons (CG-CE) - 1 Espectroscopia de Absorção Atômica (EAA)- 1 Cromatografia de Camada Fina (Delgada) (CCD)- 1 Bioensaio Yeast Estrogen Screening (BYES) – 1

(Fonte: dados da pesquisa, 2015)

É importante considerar que, num processo decisório sobre a realização ou não de uma análise em um laboratório, uma das primeiras ações necessárias é avaliar a possibilidade de realização com a estrutura, reagentes e equipamentos disponíveis. Não há, no caso apresentado, o detalhamento sobre as condições do laboratório onde estariam sendo feitos os experimentos. Dessa forma, a variação entre as alternativas apresentadas é compreensível.

A partir da categoria intermediária *Argumentos e dados técnicos apresentados* (Quadro 9), outras 6 categorias iniciais foram identificadas, todas emergentes do processo de análise e desconstrução dos textos. Em relação à obrigatoriedade de análises e controles sobre a presença da cafeína e contaminantes emergentes, esteve presente em todos o fato da legislação atual não exigir a análise nem estabelecer um parâmetro para isso. “...sabemos que existem hoje pelo menos 500 contaminantes ignorados pela legislação nos esgotos” (T2GB), citando pesquisas realizadas no Instituto de Química da Unicamp. Os possíveis motivos para essa lacuna também constituíram tema dos relatos, merecendo destaque o pouco conhecimento acumulado sobre os efeitos das substâncias contaminantes e o fato da cafeína, principal indicador investigado, não trazer especificamente nenhum mal aos seres humanos quando presente na água potável em pequenas concentrações. A necessidade de modificação desse panorama foi também objeto de todos os relatos, trazendo à tona um importante potencial dos estudos acadêmicos em Química Analítica, que é a demanda por parâmetros regulatórios mais seguros à população, em especial nesse caso, que envolve a água potável de fornecimento público. A proposta de inclusão do limite máximo permitido de 0,1 micrograma de cafeína por litro de água potável foi referenciada (T2GA), citando trabalho realizado por Pescara (2014). A existência de propostas de um limite máximo permitido é um indicativo de que métodos confiáveis de análise já foram elaborados, e os aspectos relativos à robustez do método e estabilidade do analito foram devidamente tratados – sendo esta outra categoria identificada nos textos. A sensibilidade dos métodos propostos chega à ordem de nanogramas por litro, dado presente na maioria dos textos elaborados.

Quadro 9: Categorização dos argumentos apresentados para a decisão do *Caso 2*.

Categoria intermediária	Categoria inicial	Unidade de sentido
Argumentos e dados técnicos apresentados	Normatização para a cafeína e contaminantes emergentes	A legislação atual, Portaria 2914/2011 (BRASIL, 2011c) não inclui parâmetros de diversas substâncias, não sendo obrigatório, a análise da cafeína e de outros contaminantes emergentes – 6 Mudança na legislação necessária, a partir dos estudos acadêmicos sobre cafeína e contaminantes emergentes – 6
	Estabilidade do analito (cafeína) e robustez dos métodos estudados	A cafeína é detectável em baixas quantidades, (limite mínimo de detecção chegando até a ordem de nanogramas por litro). - 4 Cafeína possui razoável solubilidade, persistência ao longo da coluna d'água, baixa associação com os sedimentos e volatilidade desprezível. -1 O método cromatográfico, mostrou-se rápido, seletivo, exato e preciso [...]. - 1 Para análises rotineiras ou frequentes, o método CG-CE pode ser usado, já que a CLAE requer muita sofisticação. – 1
	Correlação da cafeína com outros contaminantes	A detecção de cafeína na água, embora não cause risco à saúde pública, é de extrema importância por ser um indicativo de ineficiência das estações de tratamento, pois se há cafeína, é provável haver também a presença de outros contaminantes, como os emergentes, que são interferentes endócrinos. – 6 Correlação com contaminação por esgoto, por ser de origem antropogênica - 6 Quanto maior a concentração de cafeína, maior a probabilidade de que uma dada amostra de água apresente atividade estrogênica. – 3 Efeitos nocivos da cafeína para outros organismos. – 3
	Processos de remoção da cafeína e contaminantes emergentes	Processos de remoção nas estações de tratamento citados, com breve discussão sobre suas características e limitações: processos oxidativos como a ozonização e pós-cloração; lodo ativado, carvão ativado; processos de osmose reversa e nanofiltração; membranas de microfiltração e ultrafiltração. – 4 Necessário combate à poluição dos mananciais por meio da ampliação da rede de tratamento de esgotos, que evitaria o problema dos contaminantes emergentes combatendo sua causa. - 4 Uma forma de minimizar o impacto dos contaminantes emergentes é utilizar um filtro de água em casa, porém, apenas o filtro não consegue eliminar a quantidade de contaminantes existentes e se não houver manutenção do filtro ele pode se tornar até mais prejudicial ainda. – 2 Remoção da cafeína por lodo ativado (podendo chegar a 98%). - 1 Proposta de tratamento para degradação de estrógenos por meio de um biofilme (projeto de pesquisa desenvolvido por alunos da escola). - 1
	Custos para as soluções investigadas	Custo dos equipamentos e/ou insumos para análise química como um fator interferente para implantação desse controle. – 2 Custo dos processos de remoção dos contaminantes emergentes acarreta a não aplicação dos mesmos, visto que não é obrigatório. – 2
	Situação da região do Vale dos Sinos	Devido a ausência de parâmetros e normas que estabeleçam limites para os contaminantes emergentes, as Estações de Tratamento do Vale dos Sinos, a exemplo de muitas outras regiões do Brasil, não realizam esses controles. – 2

(Fonte: dados da pesquisa, 2015)

Uma ressalva importante, quanto ao *significado* do resultado analítico e seus limites, é ilustrada a partir do excerto do grupo T1GA:

a cafeína pode ser utilizada como um ótimo método de avaliação da poluição por parte do esgoto doméstico, se detectada. Porém não sendo detectada também não significa que a água está livre de contaminação por meio de resíduos gerados pela população, bem como dos compostos presentes neles.

É necessário, a partir disso, ressaltar que os estudos existentes sobre a presença de cafeína em água potável e em mananciais fundamenta-se em um grande problema do Brasil: o saneamento precário. A cafeína estando presente, fica evidenciada a contaminação pela ação antrópica, e levanta-se a suspeita sobre a presença de outros contaminantes, entre eles os interferentes endócrinos, provenientes dos lançamentos de esgotos sem o tratamento adequado. É também nesse sentido que esteve presente a argumentação sobre as ações que devem ser prioritárias para resolver esse problema: “achamos que a solução está em combater a causa, ou seja, uma melhoria na rede de tratamento de esgoto”, exemplifica excerto do grupo T2GB. O uso de tecnologia e investimentos para combater as causas do problema deve, portanto, ser preferencial ao uso de equipamentos sofisticados para monitoramento. Merece destaque que, apesar de processos de tratamento mais complexos terem sido mencionados, o uso do lodo ativado, já bastante disseminado, em princípio daria conta da resolução do problema. Em um dos textos foi descrita resumidamente uma pesquisa desenvolvida por estudantes da Fundação Liberato (SPOHR et al, 2014), que investigaram a utilização de filtro biológico para degradação de hormônios estrógenos, ilustrando também o potencial de desenvolvimento de tecnologias localmente, que constituem ainda mais alternativas para que o problema no país possa ser devidamente sanado.

Por fim, o fator *custo* também foi considerado – tanto para a realização das análises de controle, quanto para o tratamento da água para eliminação dos poluentes. Ambos os fatores, embora com menor frequência do que outros, estiveram presentes nas argumentações apresentadas. Evidentemente que esse fator se entrelaça com a regulamentação, pois uma vez que haja a obrigatoriedade, o sistema como um todo precisa se adequar às exigências, ainda que isso acarrete maiores custos à população final no preço da água. Aqui, entretanto, cabe questionar: o que custa efetivamente mais caro? O controle e o tratamento preventivo ou a poluição e suas consequências? Trazendo para o contexto no qual esta proposta foi aplicada – o Vale dos Sinos – o somatório de falta de parâmetros e o custo e sofisticação envolvidos no controle dos contaminantes emergentes acarreta o resultado lógico: o não monitoramento desse tipo de poluente, fato mencionado em dois relatos.

3.1.3 O Caso 3: *Água leitosa*: análise dos seis textos argumentativos

O caso 3 abordou o problema do tratamento de efluentes de uma empresa de laticínios em processo de ampliação. Como resposta, os estudantes deveriam apresentar um *desenho de processo* (categoria de análise definida *a priori*, (Quadro 10), sendo dessa forma, a devida escolha das etapas e seu fundamento técnico, além de medidas preventivas e de reaproveitamento, a principal exigência para a resolução do caso.

De um modo geral, não houve grande variação entre os grupos na definição dos processos de tratamento. Entre as etapas de pré-tratamento e tratamento primário, por exemplo, ficou evidente a necessidade de remoção de sólidos grosseiros por meio de gradeamento (peneiramento) e da eficiente retirada da gordura. A clareza dessa necessidade pode ser exemplificada com o excerto do grupo T1GB: “O pré-tratamento *foi a etapa mais fácil de decidir* o que teria de ser feito...”[grifo nosso]. Mesmo que apenas dois grupos tenham citado a caixa de gordura para remoção desta, houve referência à necessidade de sua completa

eliminação no processo de flotação, este sim referenciado por todos os grupos. Novamente, o relato do grupo T1GB esclarece: “*deve haver um controle rigoroso* para que essa etapa seja eficiente na remoção do restante de gordura, caso contrário pode se ter problemas nas etapas posteriores” [grifo nosso].

Quadro 10: Categorização da tomada de decisão no *Caso 3*.

Desenho do processo	Grupo	Pré-tratamento	Primário	Secundário	Terciário
	T1GA	Gradeamento; caixa de gordura, tanque de equalização	Flotação; clarificação; decantador primário; filtração	Lagoa de estabilização facultativa	Lagoa de estabilização de maturação
	T1GB	Gradeamento; Caixa de gordura	Flotação	Lodo ativado; lagoa aerada	Lagoa de estabilização
	T2GA	Gradeamento; Caixa de areia	Tanque de equalização; caixa de gordura; flotação	Lodo ativado; tanque de aeração; decantador secundário	Filtração por membrana (ultrafiltração)
	T2GB	Gradeamento; equalização	Flotação e coagulação química	Lodo ativado; lodo por digestão anaeróbia (biogás – fonte de energia)	Lagoa de maturação
	T3GA	Gradeamento; equalização	Flotação; filtração	Tanque de aeração; decantador; tratamento lodo	
	T3GB	Peneiramento; equalização; bacia de emergência	Flotação	Lodo ativado	Lagoa facultativa

(Fonte: dados da pesquisa, 2015)

O lodo ativado foi o processo escolhido por cinco dos seis grupos – outro grupo escolheu a lagoa de estabilização facultativa. Prevalece o entendimento de que o processo aeróbico é mais eficiente, especialmente para o tratamento de efluentes com alta DBO, como ilustra o excerto: “Com uma lagoa aeróbia, o espaço utilizado é muito grande, e com uma anaeróbia, o custo pode se tornar elevado por ser mais profunda e fechada (para evitar a presença de oxigênio)” (T1GA). Foi mencionado o fato do lodo ativado poder reduzir até 98% da DBO do efluente. A escolha da lagoa facultativa foi justificada por funcionar tanto na presença como na ausência de oxigênio. Essa alternativa foi apresentada pela maioria dos grupos como opção para o tratamento terciário – o que na verdade compõe uma alternativa tecnicamente mais adequada, considerando as condições propostas no caso – quando o processo de lodo ativado já teria removido a maior carga de DBO. Os motivos apresentados para a escolha das etapas de tratamento constituíram uma categoria inicial, dentro da categoria intermediária *Argumentos e dados técnicos apresentados* (Quadro 11). “Eficiência e custo” (T2GA) e “eficácia” (T3GB), ainda nessa categoria, foram mencionados como elementos de motivação para as escolhas das etapas.

As considerações de diferentes possibilidades no tratamento de efluentes, a descrição do próprio processo de decisão, apresentando as dúvidas surgidas e as ressalvas envolvidas nas possibilidades existentes estiveram presentes no texto do grupo T1GB, como ilustra o excerto:

A grande dúvida foi se usaríamos um processo biológico aeróbico, um processo anaeróbico, ou uma mescla dos dois. *Analisamos* as vantagens e desvantagens de cada, e *decidimos* pelo processo aeróbico. Pois, apesar de o processo anaeróbico exigir um espaço menor, de ter um custo um pouco menor, e da possibilidade de usarmos o produto metano, este processo não seria o mais adequado para o nosso efluente, por não reduzir a matéria orgânica com tanta eficiência quanto o processo aeróbico. Como

a matéria orgânica no efluente estará presente em grandes quantidades, seria necessário um tratamento posterior ao anaeróbico. [grifos nossos]

Quadro 11: Categorização (parte 1) dos argumentos apresentados para a decisão do *Caso 3*.

Categoria intermediária	Categoria inicial	Unidade de sentido
Argumentos e dados técnicos apresentados	Motivos para a escolha das etapas do processo	<ul style="list-style-type: none"> - Pré-tratamento e tratamento primário: Tanque de equalização: evitar “picos de atividade”, devido à variação na vazão. - 1 Flotação escolhido por sua eficácia e pequena área necessária para operação. - 1 Flotação e coagulação química com sulfato de alumínio e polieletrólitos: bom resultado e pouco consumo de reagente. - 1 Sistema por injeção de ar é mais eficiente que a caixa de gordura, e demanda menor de área para instalação. - 1 - Tratamento secundário: Lodo ativado: tem maior rendimento, removendo até 98% da DBO. - 5 Lagoa de estabilização: menor custo e espaço; atuação com ou sem oxigênio. -1 - Tratamento terciário: Lagoa de estabilização: possui alta eficiência para efluentes com baixa quantidade de matéria orgânica, por isso foi usada no final do processo. - 1 Filtração por membrana de ultrafiltração: recomendado para efluentes biologicamente tratados. - 1 - Geral: Eficiência e custo. - 1 Eficácia. - 1
	Reuso e medidas preventivas	<ul style="list-style-type: none"> - Água gerada na concentração de sólidos (produção de doce de leite): Reutilizada no processo sem nenhum tratamento - 1 Carvão ativado, microfiltração, ultrafiltração, nanofiltração e osmose reversa. -1 Lavagem de pisos, pátios e caminhões de entrega - 1 Uso em caldeiras e trocadores de calor - 1 Uso em máquinas de pasteurização após tratamento - 1 - Recirculação e circuito fechado: Recirculação em águas de resfriamento e caldeiras - 2 Reuso da água de efluente tratada nas caldeiras - 1 Reuso da água de efluente clarificada na limpeza de pisos, caminhões, tubulações. 1 - Medidas preventivas: Separação de efluentes conforme processo, diminuindo resíduo com alta DBO. -1 Resto de calda removido: encaminhamento para tanque de recozimento. -1 Proposta de reaproveitamentos que diminui em 60% o volume de água gasto. -1 Gordura: reutilização na padronização do leite; soro: alimentação animal. -1 Lavagem inicial de tubulações com um pequeno jato de água antes do enxágue. -1

(Fonte: dados da pesquisa, 2015)

Percebe-se, assim, um entrelaçamento entre os diferentes aspectos considerados no processo de decisão, ficando dessa forma muito explícitos e fundamentados os argumentos do grupo. A apresentação de medidas preventivas e de reuso da água também constituiu uma categoria primária emergente da análise dos dados. Como o caso informava que a empresa fictícia tinha planos de ampliação implementando a produção de doce de leite, cujo processo de concentração de sólidos gera água com poucas impurezas, sugestões sobre o seu reuso foram abordados por cinco grupos. É relevante notar que todos os encaminhamentos foram diversos entre si: desde “reutilizar sem nenhum tratamento no processo”(T1GA), até um tratamento complexo com a sequência “filtração (por carvão ativado), microfiltração, ultrafiltração, nanofiltração e osmose reversa”(T1GB), sendo que ambos não especificaram com qual finalidade a água poderia ser utilizada. Por outro lado, o Grupo T2GA sugeriu o encaminhamento para lavagem de pisos,

pátios e caminhões de entrega e o T2GB para caldeiras e trocadores de calor, porém ambos não especificaram necessidade de qualquer tratamento prévio. Finalmente o Grupo T3GB apresentou o procedimento escolhido de forma mais completa, definindo o uso em máquinas de pasteurização como o destino para essa água, com a prévia remoção do cálcio que poderia ter sido arrastado no processo de evaporação e, também, com controle de pH.

Considerando necessidade do uso racional de água em todas as atividades humanas, os conceitos de recirculação e de circuito fechado constituem uma demanda fundamental para a indústria. Nesse sentido, a recirculação da água em sistemas de geração de vapor e de resfriamento, com o devido monitoramento e reposição de água tratada somente quando necessário, considera-se por óbvio – procedimento citado apenas em dois textos. Já o circuito fechado refere-se ao reaproveitamento da água ao final do tratamento de efluentes do processo. Dois relatos deram conta dessa finalidade, sendo que um sugeriu o uso na própria geração de vapor (caldeiras) e outro grupo sugeriu o uso para fins menos nobres, como lavagem de pisos, tubulações e caminhões. Já, dentre as medidas preventivas, a separação de efluentes de processos diferentes para redução do volume de água com alta carga de DBO, as propostas de reaproveitamento que diminuiriam o volume de água gasto na empresa e as propostas de destinações para os restos de calda, gordura e soro de leite ilustram a importância pela busca de diferentes possibilidades que diminuam a necessidade de altos gastos com instalações e com o controle do processo de tratamento de efluente de uma empresa. Mais do que a possibilidade real de implantação dessas medidas, decisão que envolve relativa complexidade e necessita de profundo conhecimento das condições reais de uma empresa, para a proposta de estudo de caso é valorizado o fato de terem sido *consideradas* pelos estudantes, como forma de busca por processos de produção mais limpa.

Outros aspectos de suma importância considerados estão apresentados no Quadro 12, identificados como categorias emergentes dos dados analisados: a composição dos resíduos líquidos da indústria de laticínios e os parâmetros de lançamentos de efluentes. Na realidade, constituem o ponto de partida e o ponto de chegada para a elaboração de uma proposta de tratamento de efluentes. Alguns dados básicos (DBO de 4.600 ppm O₂; DQO de 6.300 ppm O₂; vazão diária de 30.000L) foram fornecidos na proposta de caso, cabendo aos estudantes buscar maior detalhamento dos dados em referências bibliográficas. Da mesma forma, os parâmetros de lançamento de efluentes no Rio Grande do Sul estão descritos na Portaria 128/2006 da Consema (RIO GRANDE DO SUL, 2006), que é objeto de estudo na disciplina Processos Industriais III, sendo esperado que os estudantes aplicassem esse conhecimento à resolução do caso.

Além do leite e seus produtos, areia, detergentes, lubrificantes, açúcar, pedaços de frutas, essências e condimentos diversos, entre outros sólidos, constituem os resíduos provenientes das operações de limpeza realizadas com água – conforme mencionado pelos grupos T2GA; T2GB e T3GB. A característica de elevada carga nutricional e a presença de gordura constituem a fundamentação para as etapas apresentadas anteriormente nos desenhos de processo de tratamento. A origem dos efluentes de laticínios está principalmente nos processos de higienização; descarte e descargas; vazamentos e derramamentos (T3GA). A considerar que entre 50 e 95% do efluente tem como origem as operações de lavagem e limpeza de latões, tanques e tubulações (T1GB), fica claro o principal aspecto a ser levado em conta nos procedimentos de segregação e reaproveitamentos internos – também anteriormente apresentados.

Quadro 12: Categorização (parte 2) dos argumentos apresentados para a decisão do *Caso 3*.

Categoria intermediária	Categoria inicial	Unidade de sentido
	Composição do resíduo da indústria de laticínios	<p>Principal constituinte do efluente é o leite e seus produtos. O leite, por sua vez, é composto por duas partes: uma úmida, representada pela água, e outra sólida, representada pelo extrato seco total (gordura, lactose, proteínas e sais minerais). - 1</p> <p>Os efluentes [...] apresentam uma grande quantidade de matéria orgânica, gorduras, sólidos suspensos, nutrientes, detergentes e óleos. -1</p> <p>Entre 50% e 95% do efluente é gerado em lavagem e limpeza de latões de leite, tanques e tubulações, a fim de remover resíduos do leite e outras impurezas. - 1</p> <p>Os resíduos de uma empresa láctea contêm muito mais do que leite e derivados, sendo possível encontrar, além destes, areia, detergentes, lubrificantes, açúcar, pedaços de frutas, essências e condimentos diversos, além de sólidos diversos, que provém dos processos de limpeza para os quais a água é utilizada. - 3</p> <p>Os resíduos líquidos da indústria de laticínios, são originários de diversas atividades desenvolvidas na indústria (processo de higienização; descartes e descargas; vazamentos e derramamentos). - 1</p>
Argumentos e dados técnicos apresentados	Parâmetros de lançamento de efluentes	<p>Retomaram valores iniciais, fornecidos no caso: DBO de 4600 ppm O₂; DQO de 6300 ppm O₂; vazão diária de 30 000L – 5</p> <p>- Com o tratamento proposto de lodo ativado, o valor da DBO pode ser reduzido em até 90%, resultando em uma emissão de 460 ppm. É importante destacar que este valor ainda sofrerá uma maior redução devido à diminuição na vazão do efluente, decorrente dos reaproveitamentos que serão realizados ao longo do processo.</p> <p>Limites de lançamento de efluentes (Consema 128/06):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Empresa gera 30 m³ de efluente por dia, tendo como limite de DBO de 150 e DQO de 360 ppm de O₂ - 3 - DBO deveria ser no máximo de 150ppm, enquanto a DQO no máximo 400ppm (<i>OBS: valor correto é 360 ppm</i>) - Projeta valor que seria atingido com o tratamento e relaciona com a legislação: DBO de 96,6 ppm O₂ para o limite de 150 ppm de O₂. - T2GB: não cita, porém traz o desenvolvimento de um cálculo de economia no consumo de água pela empresa bastante representativo. - T3GB: Mencionados parâmetros Conama 430/2011 (BRASIL, 2011a): pH entre 5 e 9, temperatura inferior a 40°C, materiais sedimentáveis até 1 mg/L. Óleos vegetais e gorduras animais: máx. 50 mg/L⁴. O efluente não deve conter materiais flutuantes e sua DBO deve ter uma redução mínima de 60%.

(Fonte: dados da pesquisa, 2015)

Em relação aos parâmetros de lançamento de efluentes, cinco grupos retomaram as informações fornecidas no caso, sendo de alguma forma registrada a consideração de alto valor para a DBO e para a DQO, por dois grupos. A identificação correta dos parâmetros exigidos (DBO de 150 ppm O₂ e DQO de 360 ppm O₂) permite inferir a necessidade de redução de aproximadamente 97% do valor inicial da DBO. As referências disponíveis sobre o percentual de redução dos principais processos tecnológicos existentes dão conta que dificilmente um desenho de processo atenderia as exigências sem um tratamento terciário. O uso do lodo ativado, nesse sentido, justifica-se como preferencial para o tratamento secundário, por apresentar a maior eficiência na oxidação da matéria orgânica. Agregando-se, após, um tratamento com lagoa de estabilização (aeróbia ou facultativa por exemplo), têm-se nova redução da concentração da matéria orgânica remanescente, e o alcance do parâmetro de DBO. Dois grupos citaram a lagoa

⁴ O valor correto para óleos vegetais e gorduras animais é de no máximo 50 mg/L cf. Consema 128/2006 (RIO GRANDE DO SUL, 2006).

de maturação, que pode ser utilizada, porém seu objetivo original é a redução de patógenos, não exatamente da matéria orgânica. Pôde-se assim observar que a maior aproximação dos desenhos de processo propostos pelos estudantes com o praticado na realidade foi obtida quando foram devidamente considerados os dados iniciais, os parâmetros exigidos e os potenciais de remoção de DBO dos processos propostos.

3.1.4 O Caso 4: *Para onde eu mando esse lodo*: análise dos seis textos argumentativos

Para o caso 4, o desafio dos grupos foi pesquisar alternativas que possam ser utilizadas para o encaminhamento dos resíduos sólidos (lodo) provenientes das Estações de Tratamento de Água potável (ETAs) e das Estações de Tratamento de Esgoto sanitários (ETEs), tendo como base dados de uma cidade fictícia da região metropolitana do Rio Grande do Sul. Foi solicitada a apresentação de duas alternativas de encaminhamento, constituindo esse requisito uma categoria de análise definida *a priori* (Quadro 13).

Assim, a partir da análise dos dados, foi identificada uma possível classificação conforme a finalidade da alternativa sugerida. Prevaleram sugestões de uso agrícola, com a produção de fertilizantes após serem realizadas etapas de tratamento com o lodo de ETE e a compostagem a partir do lodo de ETA. Sobre esta última, é relevante considerar o excerto de um dos grupos que fez a proposta:

Tendo como base a resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA nº375 de 2006, que estabelece critérios e procedimentos para o uso de lodo pós-compostagem em áreas agrícolas, serão realizadas análises do material. É válido ressaltar que essa resolução refere-se a lodo de ETEs e que a proposta aqui contida tem como base utilizar o lodo de ETA; isto *confere à proposta um caráter inovador e deve buscar a regulamentação específica para o caso em questão.* (T3GB) [grifo nosso].

O embasamento a partir de uma resolução específica para a proposta pesquisada pelo grupo, com a avaliação da diferença entre a proposta e o referencial, demonstra a preocupação com a fundamentação correta e ao mesmo tempo a busca por inovações a partir do já existente.

A opção para o lodo de ETE apresentada pelo Grupo T2GB, previu também a geração de energia como etapa intermediária a partir do processo de queima dos gases gerados no processo de biodigestão, estando esta proposta também na categoria das alternativas que envolvem a geração de energia. Nessa categoria foi classificado um processo que prevê uma etapa de pirólise, que gera produtos com maior potencial energético, que posteriormente são utilizados para geração de energia. Por fim, o uso como combustível de alto-fornos na indústria cimenteira foi mencionado como alternativa pelo grupo T3GB.

A fabricação de tijolos e cerâmicas vermelhas compõem as alternativas que veem na atividade oleira uma alternativa para destinação dos lodos da ETE. A composição do lodo juntamente com a argila como matéria-prima é mencionado como possibilidade até de ganho de qualidade no produto final, além de reduzir a necessidade de uso de produto que necessita ser extraído. Importante salientar que foi mencionado o processo exigido para a caracterização e preparo do lodo para que o mesmo esteja apto a ser utilizado no processo.

Para o uso em concreto, uma das alternativas é a prévia incineração do lodo de ETE a 550° C, resfriamento e moagem das cinzas resultantes. Esse processo prévio, é importante ressaltar, diminui substancialmente o volume do material a ser incorporado ao concreto. O lodo da ETA também foi sugerido para esse uso, porém com um processo de preparação que envolve o tratamento biológico prévio e a eliminação da água.

Quadro 13: Categorização da tomada de decisão no *Caso 4*.

Categoria intermediária	Categoria inicial: classificações das alternativas apresentadas	Unidade de sentido
Alternativas apresentadas para os lodos	Alternativas que envolvem o uso agrícola – 4	- Uso como fertilizantes (ETE), após etapas de tratamento. - 2 - Compostagem: degradação microbiológica da matéria orgânica (ETA). - 2
	Alternativas que envolvem geração de energia - 3	- Uso como biomassa para produção de energia, passando por um processo anterior de pirólise (ETA e ETE). - 1 - Indústria cimenteira como combustível para seus altos-fornos (ETE). - 1 - Biodigestão, com geração de energia, como etapa para uso agrícola (ETE). -1
	Alternativas que envolvem o uso em cerâmicas – 3	- Fabricação de tijolos (ETE) - 1 - Produção de cerâmica vermelha (ETE) - 1 - Cerâmica: tijolos (ETE) – 1
	Alternativas que envolvem o uso em concreto – 2	- Uso do lodo de ETAs em concreto, após retirada da água e preparação biológica - 1 - Aproveitamento de cinza de lodo de ETEs após incineração a 550°C, resfriamento e moagem. -1
	Alternativa que envolvem produtos ecológicos – 1	- Tintas ecológicas (ETA). -1

(Fonte: dados da pesquisa, 2015)

Ainda uma última alternativa, bastante diferente das demais, foi apresentada: a utilização do lodo de ETA para a fabricação de tintas ecológicas. Devidamente fundamentada, a proposta permite obter, segundo referências consultadas pelo grupo, uma tinta à base de água com baixa toxicidade. A ressalva necessária, é que o grupo partiu do pressuposto de que o lodo continha alto teor de ferro III, a partir do uso de hidróxido férrico como agente floculante, o que não reflete a realidade da maior parte das ETAs da região – o que não invalida o movimento do grupo em pesquisar alternativas diferenciadas para suas proposições.

A categoria intermediária *Argumentos e dados técnicos apresentados*, e suas categorias iniciais *Aspectos ambientais*, *Aspectos técnicos* e *Aspectos econômicos e sociais* podem ser consideradas como emergentes dos dados analisados (Quadro 14).

A realidade da maior parte das ETAs existentes na região do Vale dos Sinos – inclusive na situação apresentada no caso - quando à destinação do lodo proveniente do tratamento para potabilização é no mínimo questionável, do ponto de vista ambiental. Esse material é, salvo exceções, enviado via rede de esgotos, de volta ao manancial de onde a água bruta foi captada, contribuindo para a queda de qualidade desta. Por outro lado, o envio de lodo das ETEs para aterros sanitários é a prática predominante. Deve-se considerar que, apesar de todas as ponderações possíveis, as práticas descritas no caso não constituem atualmente um crime ambiental. Assim mostra o excerto (T2GA):

O fim que é dado para aquele na maioria das estações de tratamento atualmente, inclusive no caso do município fictício, é o encaminhamento do lodo da ETE para aterros sanitários e a devolução do lodo da ETA para os mananciais de origem. Porém, quando observado sob olhos atentos, percebe-se que este resíduo na verdade pode ter fins mais produtivos e menos poluentes, conhecendo a rica composição do lodo.

É a possibilidade de reaproveitamentos, dada a composição dos resíduos, que permite o estudo e a proposição das alternativas anteriormente apresentadas, como reforça o excerto (T3GB): “Afirma-se que aquilo que motiva o repensar no destino dado ao lodo residual, apesar de este não estar sendo descartado de forma ilegal, é sua abundância e seu potencial como poluente e como matéria-prima”. De um modo geral, estiveram presentes no encaminhamento das resoluções do caso os princípios da reciclagem, reutilização e não geração de resíduos, já em pauta notadamente desde a Rio 92 e presentes na forma de lei na Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010).

A observância de normas e requisitos ambientais também devem ser considerados. Além do fato do lodo ser classificado como um resíduo Classe II A (não inerte) pela ABNT NBR 10.004/2004, o que já encaminha procedimentos para sua destinação, cada proposta de novo destino precisa ser avaliada quanto à exigência de legislações específicas. O uso de lodo para fins agrícolas é parametrizado pela Resolução CONAMA 375/2006 (BRASIL, 2006b), estabelecendo procedimentos para controle e monitoramento da presença de metais pesados, elementos tóxicos e micro-organismos patogênicos. Já a destinação a forno de clínquer precisa observar procedimentos estabelecidos pelas Resoluções CONAMA nº 264/1999 (BRASIL, 1999a) e nº 382/2006 (BRASIL, 2006c).

Entre os aspectos técnicos considerados pelos grupos para a proposição das soluções, constitui-se um ponto de partida a composição dos lodos. A referência à sua variação esteve presente: questões sazonais e características do processo de tratamento interferem na composição dos lodos gerados. Entretanto, a abundância de matéria orgânica, em geral, pode ser permanentemente observada. Em todas as soluções propostas, houve, em algum nível, a consideração da composição dos resíduos como ponto de partida para sua destinação adequada. A avaliação das condições de processo para reaproveitamento também são aspectos que qualificam uma proposta – fato observado em todos os relatos. A título de exemplo, o Grupo T2GA, ao propor o uso do lodo da ETE na indústria de tijolos e cerâmica, previu as etapas de desidratação, fragmentação e a realização de análises que permitam o enquadramento do material como resíduo sólido perigoso ou não-perigoso, antes de entrar no processo de produção. Já o T2GB, ao sugerir o uso de lodo da ETA em blocos de concreto, mencionou a necessidade de observância da NBR 12655/96 para Concreto – preparo, controle e recebimento, “sempre com as devidas modificações para o uso do novo insumo adicionado”. De outra parte, a inclusão de resíduos como matéria-prima não deve ocasionar prejuízos de qualidade no produto a que se destina, sob pena de causar um problema ainda maior do que se tinha anteriormente para a destinação - quatro citações deram conta desse aspecto. O Grupo T2GB mencionou, com base em referências, que a adição de 3% de lodo na mistura para fabricação de blocos de concreto apresenta melhoria na resistência à compressão, enquanto T1GB citou que o uso de lodo adicionado à argila favoreceria a qualidade dos tijolos assim fabricados.

Por fim, a considerar que a destinação atual do lodo remanescente das ETE para aterros sanitários representa alto custo operacional (T1GB, T2GB e T3GA), cinco dos seis grupos ressaltaram que suas propostas, além do benefício ambiental, possuem potencial de propiciar benefícios econômicos. O excerto (T1GA) ilustra:

Os resultados mostram que essa alternativa [cinzas de lodo da ETE na composição de cimento] gera benefício econômico, pois reduz a quantidade de cimento, além de benefício ambiental, já que fornece um destino adequado ao lodo.

Quadro 14: Categorização dos argumentos apresentados para a decisão do *Caso 4*.

Categoria intermediária	Categoria inicial	Unidade de sentido
Argumentos e dados técnicos apresentados	Aspectos ambientais	<p>Lodos lançados em rios geram risco ao meio ambiente aquático, sendo uma prática questionável. - 4</p> <p>O fim que é dado na maioria das estações de tratamento atualmente é o encaminhamento do lodo da ETE para aterros sanitários (3); sendo esta alternativa a menos onerosa.- 1</p> <p>- O lodo - ABNT (NBR 10.004/2004, para resíduos sólidos) é classificado como resíduos classe II A - Não inertes (podem ter propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água). - 3</p> <p>Necessidade de controle e monitoramento (Res. Conama 375/2006) para uso agrícola do lodo de ETE: metais pesados, elementos tóxicos e microorganismos patogênicos. - 3</p> <p>O lodo descartado em aterros está dentro de parâmetros permitidos, porém não é o fim ecologicamente mais adequado. - 2 (um inclui economicamente também)</p> <p>Dar destino inadequado aos resíduos gerados na ETA e na ETE provoca impactos ambientais. - 2</p> <p>Crescimento da população e ampliação das estações de tratamento gera aumento do resíduo sólido (lodo das ETE's) gerado no tratamento. - 2</p> <p>Importância da reciclagem, reutilização e não geração de resíduos. - 2</p> <p>Alternativa reduziria impactos de atividades de extração de areia (uso em concreto); ou argila (tijolos cerâmicos). - 2</p> <p>- Utilização do lodo como material de combustão para geração de calor em forno de clínquer, contribui para redução na emissão de poluentes. - 1</p>
	Aspectos técnicos	<p>Detalha processo e condições necessárias para viabilidade da solução proposta - 6</p> <p>Ressalta a composição dos lodos no estudo e definição das alternativas. - 6</p> <p>Citadas possíveis melhorias de qualidade em produtos a partir da solução apresentada: 4</p> <p>Os lodos de ETEs e ETAs são normalmente ricos em matéria orgânica (...) - 2</p> <p>Lodo de ETA é composto, em geral, por material inerte, matéria orgânica e precipitados químicos, incluindo alumínio ou ferro, em grande quantidade. - 2</p> <p>Composição do lodo da ETE é muito variável, dependendo do processo de tratamento e de seu caráter sazonal. -1</p>
	Aspectos econômicos e sociais	<p>Cita benefício econômico além do ambiental das soluções apresentadas. - 5</p> <p>Considerou contexto do caso para sugerir solução (região metropolitana do RS) - 4</p> <p>A distribuição do lodo remanescente, que geralmente é realizada em aterros sanitários, representa alto custo operacional (até 60%) de uma ETE. - 3</p> <p>Relevância de problemas e políticas sociais no contexto do caso. - 2</p>

(Fonte: dados da pesquisa, 2015)

O contexto do caso, região metropolitana do Rio Grande do Sul, foi considerado em quatro propostas, como ilustra o excerto do Grupo T1GB: “O Rio Grande do Sul possui uma economia baseada na agricultura e possui diversas empresas produtoras de tijolos”. Também merece destaque a *visão de futuro* trazida por T3GB, que expressa a possibilidade do município fictício “tornar-se referência no tratamento de água e esgoto devido a seu tamanho como cidade, seu potencial econômico e as perspectivas de crescimento”. O texto produzido por esse grupo traz ainda em seu desfecho, uma argumentação extremamente bem estruturada, considerada pelos

autores como a *argumentação perfeita*, quando levados em conta os objetivos e o contexto da proposta:

Tendo em vista o potencial do lodo de esgoto como poluente e insumo devido a sua composição, bem como seu grande volume; tendo em vista a redução a valores aceitáveis de agentes poluentes lançados na atmosfera pelo processo de clínquerização na produção de cimento; tendo em vista a conservação de fontes naturais de insumos aos quais se propõe o lodo a substituir; e tendo em vista a redução de custos no tratamento de efluente e a geração de renda, propõe-se que o resíduo discutido nesta seção seja destinado à indústria cimenteira como combustível para seus altos-fornos.

Como pode-se notar, a apresentação da solução situa claramente o leitor no contexto do problema abordado, encaminhando, a partir dos benefícios analisados sob diferentes aspectos, a solução considerada mais adequada dentre as investigadas. É um demonstrativo do desenvolvimento da capacidade comunicação escrita e persuasão na apresentação de conclusões de um trabalho investigativo.

3.2 Aquisição de habilidades na ótica dos participantes

A contribuição da atividade de estudos de caso para o desenvolvimento de habilidades foi verificada a partir de um formulário com afirmativas às quais os participantes manifestaram seu nível de concordância com o uso da escala Likert (80 dos 85 participantes responderam ao formulário) (Tabela 1).

Considerando as respostas *concordo totalmente* e *concordo parcialmente*, o desenvolvimento dos conhecimentos específicos no tema Processo Industriais – Águas foi a maior contribuição proporcionada pela atividade (97,5% de concordância), seguido da habilidade de investigação na busca de soluções para resolver problemas (95% de concordância). Entre as menores contribuições estão a habilidade de realizar trabalhos em grupo (67,5%), a capacidade de tomar decisões diante de problemas além das atividades escolares (75%) e a capacidade de comunicação oral (76%). Sá, Francisco e Queiroz (2007) destacam que o uso mais comum dos casos é o ensino de habilidades para tomada de decisão a profissionais, com menor ênfase no aprendizado do assunto científico. Entretanto, a aquisição de conhecimentos específicos também já fora percebida como a maior contribuição em proposta similar no mesmo curso técnico, aplicada à tecnologia de couros, em 2015 (VIEGAS e SALGADO, 2015). Velloso (2009), ao aplicar a metodologia na disciplina Corrosão e Eletrodeposição, do 7º semestre de um curso de bacharelado em química, também dedicou maior atenção ao aprendizado conceitual.

Esses dados e as sugestões encaminhadas por escrito pelos estudantes, sugerem a percepção da validade da proposta. Os principais pontos nos quais foram sugeridas modificações para aprimoramentos referem-se às orientações sobre a parte escrita, a dinâmica das apresentações e a escolha dos temas dos casos, sendo destacado o fato de alguns temas serem mais instigantes e até mesmo divertidos e outros mais teóricos, portanto com maior complexidade para os participantes.

Tabela 1: Respostas dos estudantes quanto às contribuições do trabalho.

Afirmações sobre desenvolvimento de habilidades	Participantes	CT	CP	I	DP	DT	Total
1. O trabalho contribuiu para o desenvolvimento de minha capacidade de comunicação oral	Turma 1	12	3	7	1	1	24
	Turma 2	10	12	8	0	0	30
	Turma 3	15	8	1	1	0	25
2. O trabalho contribuiu para o desenvolvimento de minha capacidade de comunicação escrita	Turma 1	12	7	6	0	0	25
	Turma 2	8	13	8	1	0	30
	Turma 3	14	10	1	0	0	25
3. O trabalho contribuiu para o desenvolvimento de meus conhecimentos a respeito do tema Processos Industriais – Águas	Turma 1	15	9	1	0	0	25
	Turma 2	19	11	0	0	0	30
	Turma 3	19	5	1	0	0	25
4. O trabalho contribuiu para o desenvolvimento de minha capacidade de realizar trabalhos em grupo	Turma 1	11	4	10	0	0	25
	Turma 2	5	12	11	1	1	30
	Turma 3	13	9	2	1	0	25
5. O trabalho contribuiu para o desenvolvimento de minha habilidade de investigação na busca de soluções para resolver problemas	Turma 1	15	8	1	0	1	25
	Turma 2	16	12	2	0	0	30
	Turma 3	16	9	0	0	0	25
6. O trabalho contribuiu para o desenvolvimento de minha capacidade de argumentação diante de questionamentos	Turma 1	13	9	3	0	0	25
	Turma 2	13	12	5	0	0	30
	Turma 3	14	7	4	0	0	25
7. O trabalho contribuiu para o desenvolvimento de minha capacidade de persuasão na apresentação de minhas conclusões	Turma 1	9	12	3	1	0	25
	Turma 2	9	17	4	0	0	30
	Turma 3	7	15	3	0	0	25
8. Aprimorei meu entendimento sobre a forma como conhecimentos científicos e tecnológicos são construídos e aplicados	Turma 1	8	10	7	0	0	25
	Turma 2	13	12	5	0	0	30
	Turma 3	13	8	4	0	0	25
9. O trabalho contribuiu para o desenvolvimento de minha capacidade de tomar decisões diante de problemas além das atividades escolares	Turma 1	10	10	4	0	1	25
	Turma 2	12	6	10	0	2	30
	Turma 3	11	11	3	0	0	25

Legenda: CT: Concordo Totalmente; CP: Concordo Parcialmente; I: Indiferente; DP: Discordo Parcialmente; DT: Discordo Totalmente

(Fonte: dados da pesquisa, 2015)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia de Estudos de Caso apresentou-se como alternativa de ensino adequada aos objetivos do componente curricular Processos Industriais, tecnologia de tratamentos de água, do Curso Técnico de Química na modalidade integrada ao Ensino Médio, da Fundação Liberato. O desafio apresentado aos futuros profissionais da química envolveu a necessidade de pesquisa, categorização, organização e elaboração de textos argumentativos expressando decisão técnica devidamente fundamentada. É possível inferir que diferentes habilidades requeridas no exercício da profissão foram mobilizadas, merecendo destaque o aprimoramento dos conhecimentos técnicos a partir de uma necessidade de posicionamento frente a um problema real. Exercícios de autoria, autonomia e criatividade foram percebidos por meio do caráter singular das produções textuais, a partir das quais foi possível identificar a busca por referências técnicas adequadas à solução do problema abordado, o cuidado com padrões, normas e legislações em

geral e o estabelecimento de critérios ética, ambiental e socialmente responsáveis como aspectos fortemente emergentes dos dados analisados.

A vivência do processo e a análise dos dados aqui apresentados sugerem que a proposta apresenta potencial de replicação a diferentes contextos do ensino técnico.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos alunos das turmas de 4º ano de 2015, do Curso Técnico de Química da Fundação Liberato, por tornarem possível a proposta aqui apresentada. Agradecem também à professora Schirlei Rossa pela parceria e participação na aplicação da proposta.

REFERÊNCIAS

BONES, E. Lodos das estações de tratamento de água e esgoto começam a receber destino correto. **Jornal Já**, 12 jan 2007. Disponível em:

<<http://jornalja.com.br/lodos-das-estacoes-de-tratamento-de-agua-e-esgoto-comecam-a-receber-destino-correto/>> Acesso em: 10 mar. 2015.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. ANVISA. **Consulta pública nº 89**, de 13 de dezembro de 2004. Regulamento Técnico para Águas Envasadas. Disponível em:

<http://www.anvisa.gov.br/ALIMENTOS/cp/89_04.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2016.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. ANVISA. **Informe técnico nº 39**, de 7 de janeiro de 2009. **Esclarecimentos sobre o uso não autorizado de bromatos para alimentos**. 2009a. Disponível em:

<http://portal.anvisa.gov.br/wps/portal/anvisa/anvisa/home/alimentos!/ut/p/c4/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3hnd0cPE3MfAwMDMydnA093Uz8z00B_A3cvA_2CbEdFADQgSKI!/?1dmy&urile=wcm%3Apath%3A/anvisa+portal/anvisa/inicio/alimentos/publicacao+alimentos/informes+alimentos/2009-01-07-39>. Acesso em: 14 abr. 2016.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. ANVISA. **Resolução RDC nº 173**, de 13 de setembro de 2006. Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Boas Práticas para Industrialização e Comercialização de Água Mineral Natural e de Água Natural e a Lista de Verificação das Boas Práticas para Industrialização e Comercialização de Água Mineral Natural e de Água Natural. 2006a.

Disponível em:

<<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/0a5312004745899c93b3d73fbc4c6735/RDC+n%C2%BA+173.pdf?MOD=AJPERES>>. Acesso em: 14 abr. 2016.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. ANVISA **Resolução RDC nº 274**, de 22 de setembro de 2005. Aprova o Regulamento técnico para águas envasadas e gelo. 2005a.

Disponível em:

<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/9b898900474592b89b15df3fbc4c6735/RDC_274_2005.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 14 abr. 2016.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. ANVISA. **Resolução RDC nº 275**, de 22 de setembro de 2005. Aprova o Regulamento técnico de características microbiológicas para água mineral e água natural. 2005b. Disponível em:

<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/76f8a4804745865c8f88df3fbc4c6735/RDC_275_2005.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 14 abr. 2016.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 264**, de 26 de agosto de 1999. Licenciamento de fornos rotativos de produção de clínquer para atividades de co-processamento de resíduos. 1999a. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=262>>. Acesso em 02 abr. 2016.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 375**, de 29 de agosto de 2006. Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências. 2006b. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res06/res37506.pdf>>. Acesso em 02 abr. 2016.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 382**, de 26 de dezembro de 2006. Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas. 2006c. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=520>>. Acesso em 02 abr. 2016.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 430**, de 13 de maio de 2011a. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. 2011. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em 02 abr. 2016.

_____. Departamento Nacional de Produção Mineral. DNPM. **Portaria nº 128**, de 25 de março de 2011b. Altera a Portaria DNPM nº 387, de 19 de setembro de 2008, publicada no DOU de 23 de setembro de 2008. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/aceso-a-informacao/legislacao/portarias-do-diretor-geral-do-dnpm/portarias-do-diretor-geral/portaria-no-128-em-25-03-2011-do-diretor-geral-do-dnpm>>. Acesso em: 14 abr. 2016.

_____. Departamento Nacional de Produção Mineral. DNPM. **Portaria nº 159**, de 1º de abril de 1996. 1996 a. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/aceso-a-informacao/legislacao/portarias-do-diretor-geral-do-dnpm/portarias-do-diretor-geral/portaria-no-159-em-01-04-1996-do-diretor-geral-do-dnpm>>. Acesso em: 14 abr. 2016.

_____. Departamento Nacional de Produção Mineral. DNPM. **Portaria nº 387**, de 19 de setembro de 2008. Disciplina o uso das embalagens plástico-garrafão retornável, destinadas ao envasamento e comercialização de água mineral e potável de mesa e dá outras providências. 2008a. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/c91d3f0046e8a157a07fb341cdd33a01/PORTARIA+387-2008+\(agua\).pdf?MOD=AJPERES](http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/c91d3f0046e8a157a07fb341cdd33a01/PORTARIA+387-2008+(agua).pdf?MOD=AJPERES)>. Acesso em: 14 abr. 2016.

_____. Departamento Nacional de Produção Mineral. DNPM. **Portaria nº 389**, de 19 de setembro de 2008. 2008b. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/aceso-a-informacao/legislacao/portarias-do-diretor-geral-do-dnpm/portarias-do-diretor-geral/portaria-no-389-em-19-09-2008-do-diretor-geral-do-dnpm>>. Acesso em: 14 abr. 2016.

_____. Ministério da Saúde. Ministério de Minas e Energia. **Portaria nº 805**, de 06 de junho de 1978. Aprova rotinas operacionais a serem observadas nas ações pertinentes ao controle e fiscalização sanitária das águas minerais, pelos órgãos e entidades competentes. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/41323b00474580208c20dc3fbc4c6735/PORTARIA_805+_1978.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 14 abr. 2016.

_____. Ministério da Saúde. **Portaria nº 2.914**, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. 2011c. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em: 14 abr. 2016.

_____. Ministério de Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. DNPM. **Portaria nº 374**, de 1º de outubro de 2009. Aprova a Norma Técnica que dispõe sobre as Especificações Técnicas para o Aproveitamento de água mineral, termal, gasosa, potável de mesa, destinadas ao envase, ou como ingrediente para o preparo de bebidas em geral ou ainda destinada para fins balneários, em todo o território nacional, revoga a Portaria nº 222 de 28 de julho de 1997, publicada no DOU de 8 de agosto de 1997 e dá outras providências. 2009b. Disponível em: <http://www.lex.com.br/doc_3871955_PORTARIA_N_374_DE_1_DE_OUTUBRO_DE_2009.aspx>. Acesso em: 14 abr. 2016.

_____. Ministério de Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. DNPM. **Portaria nº 470**, de 24 de novembro de 1999. 1999b. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/aceso-a-informacao/legislacao/portarias-do-ministerio-de-minas-e-energia/portarias-do-ministro/portaria-no-470-de-24-11-1999-do-ministerio-de-minas-e-energia>>. Acesso em: 14 abr. 2016.

_____. Ministério de Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. DNPM. **Portaria nº 540**, de 18 de dezembro de 2014. Estabelece limites mínimos dos elementos dignos de nota, para a classificação das Águas Minerais. 2014a. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/aceso-a-informacao/legislacao/portarias-do-diretor-geral-do-dnpm/portarias-do-diretor-geral/portaria-no-540-em-18-12-2014-do-diretor-geral-do-dnpm>>. Acesso em: 14 abr. 2016.

_____. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Instituto de Metrologia, qualidade e tecnologia – INMETRO. **Portaria nº 307**, de 01 de julho de 2014b. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC002126.pdf>>. Acesso em: 14 abr. 2016.

_____. Presidência da República. Casa Civil. **Decreto-lei nº 7.841**, de 08 de agosto de 1945. Código de águas minerais. 1945. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/1937-1946/Del7841.htm>. Acesso em: 14 abr. 2016.

_____. Presidência da República. **Lei nº 9.394 de 1996**, de 23 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. 1996b. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm>. Acesso em: 14 abr. 2016.

_____. Presidência da República. **Lei nº 12.305**, de 03 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. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>. Acesso em: 12 mar. 2015.

DEMO, P. **Educar pela pesquisa**. 9. ed. revista. Campinas: Autores Associados, 2011.

FUNDAÇÃO Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha. **Plano do curso Técnico de Química**. Novo Hamburgo: Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha, 2009.

FUNDAÇÃO Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha. **Planejamento estratégico 2008-2015**. Novo Hamburgo: Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha, 2008.

FUNDAÇÃO Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha. **Projeto Político Pedagógico: Na construção de uma escola para os próximos 500**. Novo Hamburgo: Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha, 2000.

GALIAZZI, M. C.; MORAES, R. Educação pela pesquisa como modo, tempo e espaço de qualificação da formação de professores de ciências. **Ciência & Educação**, v. 8, n. 2, p 237-252, 2002

HERREID, C. F. Sorting potatoes for Miss Bonner: Bringing order to Case-Study methodology through a classification scheme. **Journal of College Science Teaching**, v. 27, n. 4, p. 237-239, 1998.

KUGLER, H. Cristalina e contaminada. **Ciência Hoje**, v.50, n.300. São Paulo: SBPC, jan-fev 2013, p.48-50. Disponível em:
<<https://s3.amazonaws.com/cuttings/cuttingpdfs/52147/a01d50ce92dcefa81433d4462ef36fd4.pdf>> Acesso em: 10 mar 2015.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, v.9, n.2., p. 191-211. 2003.

MORAES, R.; GALIAZZI, M.C. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciência & Educação**, v.12., n.1, p. 117-128. 2006.

PESCARA, I.C. **Ocorrência e remoção de contaminantes emergentes por tratamentos convencionais de água e esgoto**. 2014. Tese (Doutorado em Química). Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas-SP, 2014.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Saúde. **Portaria nº 10**, de 16 de agosto de 1999. Define teores de concentração do íon fluoreto nas águas para consumo humano fornecidas por Sistemas Públicos de Abastecimento. Disponível em:
<http://www.portoalegre.rs.gov.br/dmae/doc_usu/SDDVP-portaria10-99.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2016.

SÁ, L. P.; FRANCISCO, C. A.; QUEIROZ, S. L. Estudos de Caso em Química. **Química Nova**, v.30, n.3, p. 731-739, 2007.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. **Estudos de caso no ensino de química**. Campinas: Átomo, 2009.

SANTOS, W.L.P.; MORTIMER, E.F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência e educação**, v.7, n. 1, p. 95-111, 2001.

SILVA, D.J.P. **Resíduos na Indústria de Laticínios**. Série Sistema de Gestão Ambiental. Universidade Federal de Viçosa: Viçosa-MG, 2011. Disponível em:
<<https://www2.cead.ufv.br/sgal/files/apoio/saibaMais/saibaMais2.pdf>>. Acesso em: 12 mar 2015.

SIMERS: Sindicato Médico do Rio Grande do Sul. **Água engarrafada é 600 vezes mais cara que a da torneira**. 19 fev 2015. Disponível em:

<<http://www.simers.org.br/2015/02/agua-engarrafada-e-600-vezes-mais-carro-que-de-torneira/>> Acesso em: 08 mar 2015.

SPOHR, D. L. et al. Utilização de microrganismos na degradação de hormônios estrógenos. **Revista Liberato** (Novo Hamburgo), v. 15, p. 105-166, 2014.

VELLOSO, A.M.S. **Casos investigativos no ensino de corrosão**: estratégia para o desenvolvimento de habilidades argumentativas de alunos de graduação em química. 2009. 119 f. Dissertação (mestrado) – Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2009.

VIEGAS, A.L.; SALGADO, T.D.M.. Estudos de caso: possibilidade para abordagem da tecnologia do couro em um curso técnico de química. In: X Enpec: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. 2015. **Anais...** Águas de Lindóia: Abrapec, 2015.

WERLANG, C. K. Formação profissional baseada em competências. 2. Ed. Santa Maria: Multipress, 2010.

2.3 Considerações sobre a aplicação da metodologia de estudos de caso no contexto estudado

A partir de duas experiências de aplicação da metodologia de estudos de caso na disciplina Processos Industriais, em um quarto ano de um curso técnico de química na modalidade integrada ao Ensino Médio, e considerando os objetivos traçados neste trabalho, destacamos os aspectos que consideramos mais relevantes quanto às suas contribuições.

2.3.1 Sobre a elaboração dos casos

A relevância dos temas escolhidos, sua motivação, contexto e relação com os conteúdos curriculares foram abordados nos trabalhos elaborados. A fundamentação sobre o que constitui um bom caso também é apresentada. Há, entretanto, um *ainda não dito* que merece ser relatado pelos efeitos observados na prática.

Iniciemos com os casos elaborados para a tecnologia do couro. É fato que a maioria dos estudantes envolvidos na pesquisa tem conhecimentos pelo menos a nível de senso comum sobre a indústria desse setor, dada sua importância para a região onde a escola se situa. Não raro, estudantes revelam serem filhos de trabalhadores desse segmento, ou de empresas que de alguma forma integram a cadeia coureiro calçadista. Outros, ainda, residem próximos a algum curtiço. Assim, somam-se experiências positivas, de familiares que ganham ou ganharam a vida trabalhando nesse setor, com outras adversas, relacionadas em geral aos impactos de alguma indústria no seu cotidiano – desde impactos ambientais até relacionados a condições de trabalho, perda de empregos, etc. Empresas familiares, de grande ou pequeno porte, grupos internacionais, fazem parte desse contexto. Dificilmente o trabalho com a tecnologia de couros não *reverbera* de forma peculiar no contexto tratado.

Procurando articular as necessidades de abordagem com histórias já relatadas informalmente, trazendo as exigências de estudo junto com aspectos da cultura regional, foram concebidos os nomes das empresas para os casos e os personagens que representam seus líderes. No caso 1, *O desafio dos resíduos sólidos na indústria coureira*, foi descrita uma empresa familiar, com um nome inventado que remete às origens germânicas da colonização da região. Surge assim o senhor *Klaus von Stanembauer* e a empresa com seu sobrenome. De única fala no *Caso*, apresenta o tom direto que, também no senso comum do contexto trabalhado, caracteriza uma forma de comunicação típica de sua origem. O caso 2, *O cromo hexavalente em artigos de couro*, por outro lado, faz referência a um termo nacionalmente utilizado: *brazuca*.

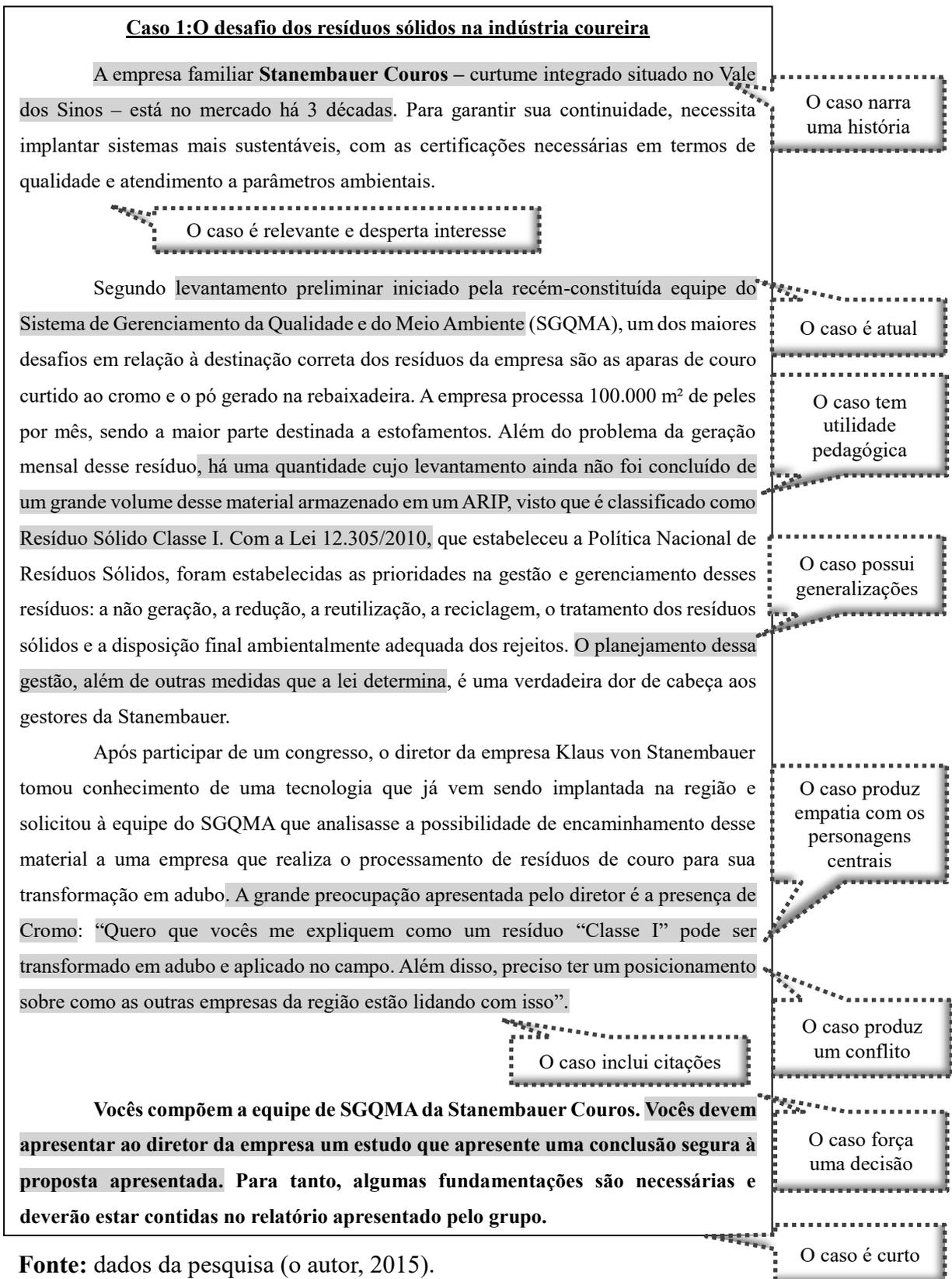
A gíria, além de dar nome à bola utilizada na Copa do Mundo realizada no ano em que a atividade foi proposta, nominou a empresa onde o problema acontece. O Caso 3, *Menos água, menos nitrogênio, menos DQO no curtume*, tem uma empresa com o nome *Guasqueira Curtidora*, com seu proprietário *Gaudêncio*, em uma clara menção à cultura gauchesca. O Caso 4, por fim, apresenta a empresa *Leather Leader RS*, cujo nome *brinca* com os estrangeirismos à semelhança de algumas intervenções do autor da pesquisa no ambiente de sala de aula.

A tecnologia do tratamento de água, por sua vez, teve também seus elementos *subliminares*. No Caso 1, *Conflito engarrafado*, é descrito um estudante do curso técnico como protagonista, em uma situação que, claramente, poderia ter acontecido com algum dos participantes – até porque a notícia veiculada no caso é factual, tendo sido ouvida pelo autor da pesquisa no deslocamento até a escola e inspirado a elaboração do caso. No Caso 2, *Água cafeinada*, um personagem é nominado como *Amanzi Tubig*, sendo seu nome uma composição da palavra *água* nos idiomas zulu e filipino – fato revelado ao final do trabalho aos estudantes. Uma indústria do ramo leiteiro tem um gerente-proprietário com o sobrenome *Milch* (leite no idioma alemão) no Caso 3, *Água Leitosa*. Esse mesmo caso também valoriza a atuação dos estagiários em uma empresa, aproximando-se também do contexto dos estudantes. O diretor de uma empresa que precisava resolver o problema de resíduos sólidos recebeu o sobrenome *Sauber* (limpo, também no idioma alemão) no Caso 4, *Pra onde eu mando esse lodo?*, que também traz em sua trama o ceticismo relacionado à execução de projetos por meio do setor público (um secretário recebe o sobrenome *Schlamm*, que significa lama, em alemão) além de fazer referência a um município fictício chamado *Caiques*, cujos volumes de tratamento de água citados no caso são baseados nos dados do município de Canoas, no Rio Grande do Sul.

A utilização dessas informalidades em meio à atividade formal contribuiu para gerar a empatia dos alunos quanto à atividade – aspecto importante para o bom aproveitamento da proposta. Uma breve análise dos casos elaborados à luz das características de um *bom caso*, estão apresentadas nas Figuras 2 e 3, tendo sido escolhidos os Casos *O desafio dos resíduos sólidos na indústria coureira* e *O conflito engarrafado* para ilustrar a observância desses pré-requisitos.

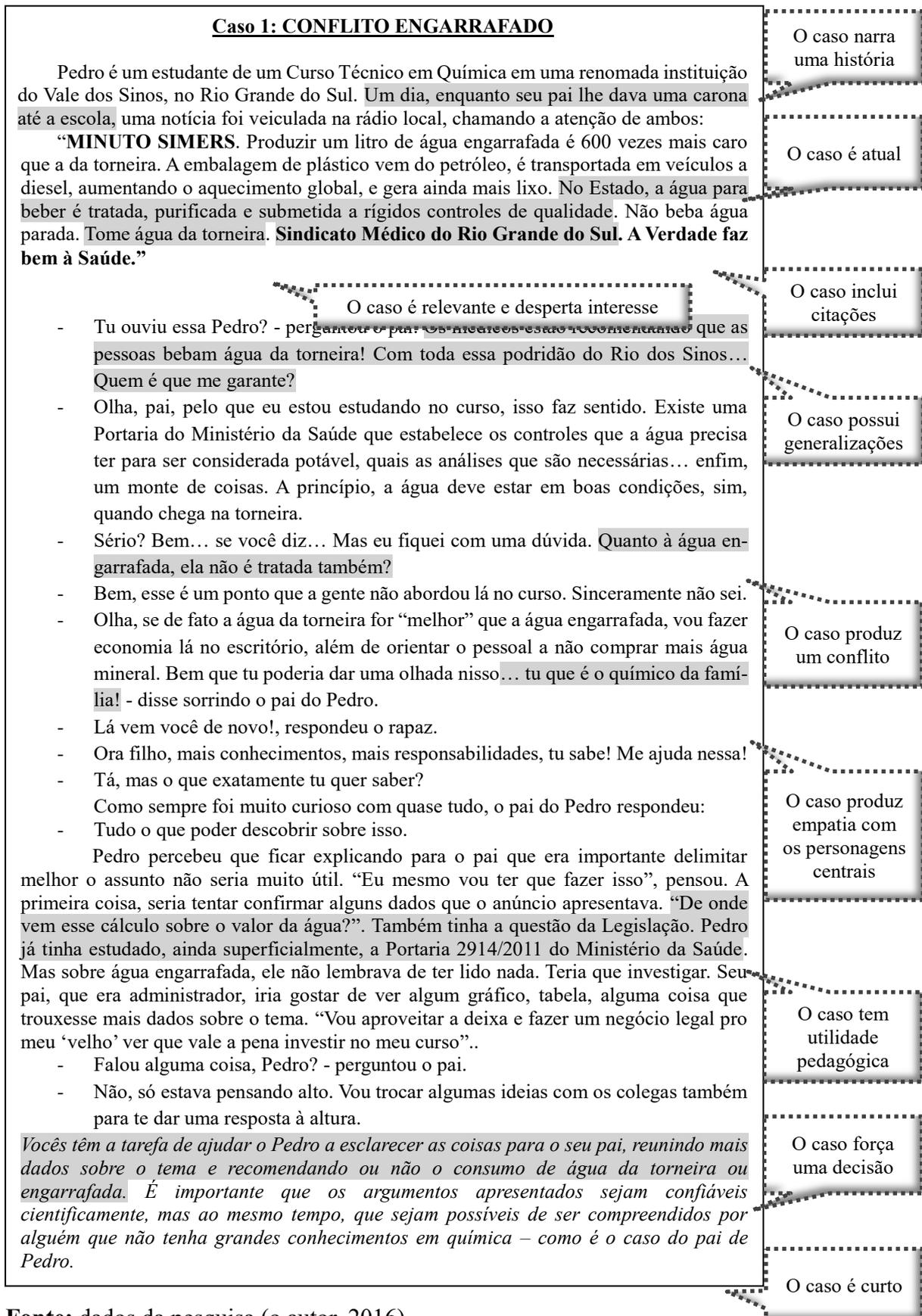
Vale ressaltar que cada caso continha perguntas norteadoras ao final do texto, além das fontes de consulta que inspiraram sua elaboração. Os casos, com o formato entregue aos estudantes, encontram-se nos Apêndices A e B.

Figura 2: Ilustração do caso *O desafio dos resíduos sólidos na indústria coureira*, ressaltadas características de um *bom caso*, conforme Herreid (1998).



Fonte: dados da pesquisa (o autor, 2015).

Figura 3: Ilustração do caso *Conflito engarrafado*, ressaltadas características de um bom caso, conforme Herreid (1998).



Fonte: dados da pesquisa (o autor, 2016).

2.3.2 Sobre a aplicação dos estudos de caso

Os cuidados com o planejamento e a organização do trabalho mostraram-se fundamentais para a obtenção de resultados satisfatórios na proposta metodológica. Foram destinados, nas duas aplicações da proposta, momentos para a exposição inicial aos estudantes sobre o projeto pedagógico da escola e os requisitos para o perfil do técnico em química por ela formado, justificando-se assim a busca por metodologias que favorecessem o desenvolvimento das referidas habilidades e conhecimentos. A seguir, passou-se à apresentação da proposta de estudos de caso, dos aspectos avaliativos e do cronograma de atividades, procedendo-se na sequência a divisão em grupos e a distribuição de pastas que continham, além dos casos e das informações já apresentadas por escrito, o *Guia para resolução dos casos*, documento elaborado com base no trabalho de Velloso (2009). Os documentos entregues aos estudantes por escrito, junto com os casos, encontram-se nos Apêndices C e D e os slides utilizados nas duas aplicações estão apresentados nos Apêndices E e F.

O acompanhamento efetivo do professor, esclarecendo dúvidas e retomando, sempre que necessário, as orientações sobre o processo de resolução dos casos e sobre os instrumentos de avaliação constituiu-se em um ponto crítico para o desenvolvimento das atividades.

2.3.3 Sobre as soluções elaboradas pelos estudantes

É importante ressaltar que, considerando as características desta pesquisa, faz-se necessário a atenção ao processo, não apenas a um determinado *produto final*. Assim, os caminhos explorados pelos estudantes para a busca da resolução dos casos constituem aspecto importante a ser analisado. Ressalta-se a observância do anonimato dos participantes e do devido esclarecimento sobre o uso dos materiais coletados para a pesquisa, observando as exigências éticas (foi obtido o consentimento dos participantes conforme termo apresentado no Apêndice G).

Considerando a primeira aplicação da proposta, foi valorizado o fato da busca de dados para as soluções terem envolvido predominantemente a busca por dissertações e teses, sites de empresas da área do couro, artigos científicos, leis e normas, livros técnicos – até sites de notícias, anais de eventos e uma patente de equipamento. As apresentações orais das soluções dos casos, com o suporte de apresentação de slides elaborados pelos grupos e o posterior debate, representaram o ponto alto nessa aplicação da metodologia. Em relação aos textos argumentativos, também solicitados e avaliados, percebeu-se a dificuldade da maior parte dos

estudantes em *libertar-se* do já conhecido e muito trabalhado formato de relatório, tendendo os textos a conter predominantemente uma longa revisão bibliográfica, sem valorizar em grande medida o aspecto argumentativo da solução elaborada. Os estudantes relataram, ao final da atividade, certa dificuldade no entendimento sobre o que deveria conter esse texto.

Para a segunda aplicação, maior ênfase foi dada à produção do texto argumentativo, sendo percebido como resultado um maior aprofundamento em sua elaboração. As produções textuais tendo sido melhor *compreendidas* quanto à sua importância, resultaram em textos mais estruturados, sobre os quais procedeu-se a análise textual discursiva (ATD), conforme relatado no artigo apresentado na seção anterior.

A nossa escolha pela análise textual discursiva deu-se em função de suas características da busca pela captura do emergente, permitindo a identificação de elementos e características não previstas inicialmente como pré-requisitos para o trabalho, mas que possam ter sido desencadeadas por ele, visto que a análise proporciona a “construção de novos significados em relação a determinados objetos de estudo, a partir de materiais textuais referentes a esses fenômenos” (Moraes, 2003). Buscou-se, dessa forma, valorizar a compreensão mais aprofundada dos impactos da proposta didática, gerando novas reflexões e possibilidades para a aplicação em momentos futuros.

A utilização de produções escritas relacionadas às soluções dos casos como *corpus* de análise foi pouco identificada em trabalhos anteriores. Entre as produções que encontramos, a metodologia de análise textual discursiva foi utilizada para a análise das avaliações descritivas dos estudantes a respeito da metodologia (SOUSA, ROCHA e GARCIA, 2012; ALBA, SALGADO e DEL PINO, 2013), não sendo localizado esse uso para análise das soluções produzidas pelos estudantes. De forma análoga, Faria (2014; 2016) analisou o *corpus* referente a avaliações da atividade de estudos de caso por alunos e professores de Ensino Médio utilizando análise de conteúdo – modalidade que, segundo Moraes (2003), afasta-se da análise textual discursiva, que tem maior aproximação com algumas modalidades de análise de discurso. Importante ressaltar que, em relação à avaliação das soluções apresentadas pelos estudantes para os casos investigativos, os primeiros trabalhos desenvolvidos sob a orientação da professora Salete Linhares Queiroz tiveram, como foco principal a argumentação oral, com o registro e a transcrição das falas para análise da estrutura e qualidade argumentativa – como exemplificam as dissertações de Sá (2006), Velloso (2009) e a tese de Sá (2010). Mais recentemente, os trabalhos de Souza, Cabral e Queiroz (2015) e Cabral (2015) integraram a metodologia de estudos de caso a ambientes virtuais de aprendizagem (AVA), avaliando a partir dessa perspectiva as postagens e a produção colaborativa dos estudantes, mediante metodologia

referenciada como Quadro Analítico de Rainbow. A proposta de utilização de recursos tecnológicos interativos integrada aos estudos de caso apresentou potencial para aprendizagem colaborativa com suporte computacional, também favorecendo o desenvolvimento das habilidades de argumentação.

Em nosso trabalho, a análise da produção escrita dos estudantes proporcionou, a partir da categorização do *corpus* e produção de *metatextos*, o entendimento do potencial dos casos investigativos para o desenvolvimento da capacidade argumentativa *escrita* dos estudantes, a partir da necessidade de apresentação de uma solução fundamentada para um problema apresentado. Se, por um lado, conforme Herreid (1998) um *bom caso força uma decisão*, por outro, analisamos se a solução proposta pelos estudantes estava *explícita* em seus textos argumentativos, e no decorrer do processo, as categorias relacionadas aos *argumentos e dados técnicos* que embasaram a decisão emergiram da análise realizada.

2.3.4 Sobre as habilidades favorecidas pela atividade

O favorecimento ao desenvolvimento das habilidades referenciadas pela metodologia de estudos de caso foi analisado por meio de questionário, de preenchimento facultativo, contendo afirmações às quais os estudantes apontavam seu nível de concordância com base na escala Likert – procedimento planejado tendo como base trabalhos de Sá (2006); Sá (2010); Sá, Oliveira e Queiroz (2011). O referido instrumento continha um espaço para que cada estudante manifestasse espontaneamente suas impressões, aspectos positivos, críticas e sugestões para melhoria da atividade. A tabulação do nível de concordância total ou parcial referente às habilidades e conhecimentos favorecidos pela atividade encontram-se na Tabela 6.

Os dois momentos de aplicação da proposta destacaram como principal aprendizagem o aprimoramento a respeito da tecnologia em estudo. Consideramos esse aspecto fundamental, visto que a proposta foi inserida em uma disciplina de alta especificidade, onde o aprendizado conceitual é condição para considerar qualquer estratégia didática como bem-sucedida. A utilização da estratégia de estudos de caso em disciplinas mais específicas para os futuros profissionais química, também cumprindo com sua finalidade, foi observada no trabalho de Velloso (2009), que abordou o tópico *Corrosão* em um curso superior de química, ao passo que os demais trabalhos que localizamos referem-se a aplicações no Ensino Médio ou à disciplinas de comunicação e expressão em linguagem científica em curso de graduação, quando o aprendizado conceitual, embora favorecido, não é o foco principal da proposta.

Atendida a condição do aprendizado conceitual, o diferencial da atividade em relação a

outras estratégias passa a ser as habilidades relacionadas ao método e, de forma muito clara valorizadas no contexto nacional e global da educação da atualidade – considerando os referenciais das Diretrizes Curriculares Nacionais (BRASIL, 2013) e da agenda da educação pós-2015 (UNESCO, 2015).

Tabela 6: Percentuais de concordância em relação às habilidades e conhecimentos favorecidos pela atividade de estudos de caso.

Itens	Tecnologia do Couro	Tecnologia de Águas
Conhecimentos específicos relacionados aos processos industriais	95 %	97 %
Investigação na busca de soluções para resolver problemas	93 %	95 %
Argumentação diante de questionamentos	83 %	85 %
Persuasão na apresentação de conclusões	81 %	86 %
Comunicação escrita	81 %	81 %
Entendimento sobre a forma como os conhecimentos científicos e tecnológicos são construídos e aplicados	81 %	80 %
Comunicação oral	83 %	76 %
Tomada de decisão para além das atividades escolares	80 %	75 %
Realização de trabalhos em grupo	79 %	67 %

Observação: os percentuais se referem à soma das respostas *Concordo Totalmente* e *Concordo Parcialmente*, em relação a afirmativas sobre os aspectos favorecidos com a realização da atividade.

Fonte: dados da pesquisa (2014, 2015).

Nesse sentido, a *investigação na busca de soluções para resolver problemas* destaca-se como outro aspecto cujo desenvolvimento foi favorecido, com mais de 90% de concordância parcial ou plena por parte dos estudantes nos dois momentos, resultado que se aproxima do obtido por Silva, Oliveira e Queiroz (2011) e por Brito e Queiroz (2010) no contexto da química no Ensino Médio. Considerando esse resultado e a qualidade das soluções propostas pelos estudantes – analisadas nos trabalhos elaborados – fica evidenciado o potencial da proposta para *mobilizar* os participantes no sentido de favorecer a atitude científica, estando em consonância com as etapas da pesquisa escolar preconizadas pelas Diretrizes Curriculares Nacionais, na medida em que esta valoriza o processo de “buscar soluções e propor alternativas, potencializadas

pela investigação e pela responsabilidade ética assumida diante das questões políticas, sociais, culturais e econômicas” (BRASIL, 2013).

Em relação ao favorecimento da habilidade de *comunicação escrita*, nota-se que, apesar da distinção da produção textual verificada no contexto da tecnologia de tratamento de águas (segunda aplicação da proposta) o percentual de concordância entre os participantes nos dois momentos coincidiu (81%). Os trabalhos de Sá (2006 e 2010) mencionam concordâncias entre 87,3% e 91,5%, em um contexto de Ensino Superior e o trabalho de Silva, Oliveira e Queiroz (2011), desenvolvido no Ensino Médio, registra 75% de concordância para o desenvolvimento dessa habilidade. É importante ressaltar que as produções escritas foram desenvolvidas em grupos – o que por um lado pode favorecer o trabalho coletivo e por outro não favorecer que cada estudante individualmente perceba sua própria evolução quanto ao desenvolvimento dessa habilidade. Vale ressaltar que os trabalhos com maior nível de concordância (Sá, 2006; Sá, 2010) previram diversos momentos para elaborações de argumentação escrita ao longo do processo, o que parece ter contribuído para o maior aprimoramento e constitui-se em uma perspectiva a ser considerada em aplicações futuras desta proposta no ensino técnico.

O entendimento sobre a forma como os conhecimentos científicos e tecnológicos são construídos e aplicados também foi favorecido, considerando a concordância parcial ou plena de mais de 80% dos participantes nas duas aplicações da metodologia. É importante considerar que, no contexto investigado, os estudantes participantes da pesquisa possuem diversas possibilidades que permitem o aprimoramento sobre metodologia científica e pesquisa – especialmente por meio da elaboração e execução de projetos de pesquisa em disciplina curricular oferecida nos dois primeiros anos do curso, que visa qualificar os estudantes para a elaboração de pesquisas na área da química ao longo do curso, com possibilidades de participações em feiras científicas e também atendendo às exigências curriculares relacionadas ao trabalho de conclusão do curso. Assim, a contribuição da proposta de estudos de caso precisa ser entendida como algo que seja somado a essas possibilidades já existentes no curso.

As afirmativas sobre *comunicação oral, argumentação diante de questionamentos e persuasão na apresentação de conclusões*, guardam relação com as habilidades desenvolvidas no processo de apresentação oral da solução para o caso e debate sobre o tema. Observou-se um nível de concordância entre 76% e 86%, patamar que pode ser considerado elevado quando comparado ao apurado por Sá (2010) em atividades desenvolvidas no ensino superior de química, e próximo ao verificado por Sá (2006) no mesmo contexto. O nível de concordância sugere que a maior parte dos estudantes considerou que os momentos de oralidade nas apresentações e discussão que foram proporcionados pela atividade contribuíram para o

desenvolvimento da comunicação oral. Por outro lado, há que se considerar que o formato de apresentação das resoluções por parte dos grupos nem sempre propicia que *todos* participem plenamente, visto que os grupos – alguns com três, outros com quatro integrantes – por vezes tiveram as falas conduzidas majoritariamente por um ou dois integrantes. Também no debate que se seguiu às apresentações, apesar do bom envolvimento das turmas, nem sempre todos os integrantes participaram com a mesma intensidade.

Em relação ao favorecimento da habilidade de *tomada de decisão para além das atividades escolares*, entendemos que, por conta de alguns *casos* envolverem abordagens bastante específicas das tecnologias, é possível que alguns participantes não tenham relacionado o processo utilizado para resolução do caso como aplicável para seu cotidiano para além da escola - em outras palavras, para resolver *problemas da vida real*. Ainda assim, obteve-se nível de concordância relativamente elevado (75 e 80%).

A *realização de trabalhos em grupo* foi a habilidade cuja concordância ficou no menor patamar. É interessante observar que, na primeira proposta, os grupos foram formados conforme distribuição organizada pelo professor, com o argumento de que, na atuação profissional, nem sempre se pode escolher um grupo de atuação, e a necessidade de adaptação às possíveis diferenças faz parte do aprendizado necessário para o trabalho. Na segunda aplicação da proposta, ao contrário, o professor permitiu que os estudantes formassem seus grupos. Observou-se que o nível de concordância em relação ao desenvolvimento da habilidade de trabalho em grupo diminuiu, de 79% para 67% entre as duas aplicações. É necessário considerar, ainda, que na segunda aplicação, menor tempo ao longo das aulas foi reservado para o transcorrer das atividades relacionadas à construção da solução para o caso. Consideramos importante que, em aplicações futuras, os professores proponentes dos estudos de caso dediquem especial atenção sobre possíveis formas de valorizar ainda mais a atuação dos participantes *em grupo*, haja vista a necessidade amplamente reconhecida do desenvolvimento dessa habilidade na educação para a vida e para o trabalho (UNESCO, 2015; BRASIL, 2013).

2.3.5 Considerações sobre o caminho percorrido e perspectivas

A aplicação de metodologia de estudos de caso na disciplina de Processos Industriais de um curso técnico de química integrado ao Ensino Médio proporcionou o desenvolvimento das competências, bases científicas e tecnológicas inerentes ao componente curricular com o desenvolvimento de habilidades relacionadas a essa estratégia de ensino – objetivo geral estabelecido para a pesquisa desenvolvida.

Entendemos, com base no aqui exposto, que a atitude reflexiva e crítica do estudante de química foi favorecida, e que a proposta aqui compartilhada constitui uma alternativa que se soma ao rol daquelas que valorizam o papel ativo e protagonista do estudante, ao mesmo tempo que valorizam o professor como mediador desse processo.

O trabalhar com estudos de caso também favorece o papel do professor enquanto produtor de material didático – se é desejado no estudante um papel ativo, é desejável que também o educador valorize suas possibilidades de autoria, e a elaboração de casos relacionando a *sua disciplina* a contextos sociocientíficos apresenta-se como grande possibilidade para o professor da Educação Básica, como nos mostra o trabalho de Queiroz (2016), cuja obra contempla dez casos produzidos nesse contexto.

Ainda no contexto deste trabalho, uma perspectiva que se apresenta é a compilação dos casos elaborados com resoluções produzidas pelos estudantes, valorizando ainda mais a produção textual e os dados coletados ao longo desta pesquisa.

3 CONCLUSÕES

Procuramos ressaltar, ao logo deste trabalho, o entendimento de que se faz *imperativo*, ao pensar a educação em todos os níveis, considerar a formação para a vida e para o trabalho, incorporando saberes específicos às habilidades necessárias para o exercício da cidadania, buscando a construção de alternativas que superem o tradicional modelo de transmissão e reprodução - e esse entendimento aplica-se ao ensino de química. A valorização da autonomia, da autoria e do protagonismo dos estudantes foi o mote deste trabalho.

Em se tratando da educação profissional, é ressaltada a necessidade e superação de uma dualidade histórica em nosso país, que somente na última década apresentou marcos legais e diretrizes que estabelecem um entendimento sobre a necessidade de integração entre os saberes profissionais e os saberes de uma educação básica. Nesse sentido, destacamos o potencial da pesquisa como princípio pedagógico, capaz de, a partir de problemas de investigação, desencadear um processo que mobilize saberes específicos de forma integrada às questões sociais, ambientais e éticas.

Entendemos que o processo de educar pela pesquisa deve contemplar diferentes propostas, metodologias e dinâmicas, que podem tanto estar mais próximas de pesquisas acadêmicas e tecnológicas, como do cotidiano informal. Considerando o contexto deste trabalho, desenvolvido com estudantes do quarto ano de um Curso Técnico em Química Integrado ao Ensino Médio, no componente curricular *Processos Industriais*, diferentes situações problema foram organizadas na forma de estudos de caso, procurando aproximar o estudante de questões envolvendo a possível atuação na indústria, a interação social com pessoas que pouco entendem de química e a prestação de serviços públicos - ressaltando a importância da mobilização de conhecimentos gerais e específicos nesses diferentes espaços.

Consideramos fundamental a avaliação do potencial e das lacunas da proposta pelos estudantes participantes – e essa avaliação é um dos pontos que nos permite auferir validade, na medida que foi expresso que, além dos conhecimentos específicos relacionados à tecnologia, as habilidades relacionadas à investigação, à capacidade argumentativa oral e escrita, a tomada de decisão e, ainda que em menor grau, o trabalho em grupo, foram estimuladas pela atividade, realizada em dois diferentes momentos – um contemplando a tecnologia do couro e outro contemplando a tecnologia de tratamento de água.

Destacamos, a partir de análise realizada sobre as soluções para os casos envolvendo a tecnologia de águas, o potencial da proposta para o desenvolvimento da produção textual dos estudantes, articulando a habilidade argumentativa com a busca de referências confiáveis sobre

o tema investigado e com o estímulo à criatividade.

Ressaltamos que diferentes estratégias podem ser agregadas aos *casos*, sendo que o ensino técnico de química, na medida em que em comumente proporciona o acesso a laboratórios e atividades práticas, apresenta possibilidades de casos que envolvam a realização de experimentos – algo que não foi explorado neste trabalho.

Em suma, destacamos a necessidade de superação da compartimentalização dos saberes e, no contexto aqui apresentado, especialmente dos saberes profissionais em relação aos demais. Entendemos que a proposta de estudos de caso favorece o aprendizado do próprio processo de aprender – que ao mesmo tempo é singular e interativo, na medida em que cada estudante tem sua individualidade, mas também precisa interagir com seus pares e com o mundo à sua volta.

Por fim, ressaltamos que este trabalho apresenta elementos que permitem afirmar que a estratégia de estudos de caso pode ser considerada adequada para a aquisição de conhecimentos específicos e para o desenvolvimento de habilidades de argumentação e investigação, atingindo os objetivos propostos para este trabalho. Assim, a presente proposta pode somar-se ao acervo existente de metodologias ativas, ampliando o uso de estudos de caso no âmbito da educação profissional técnica de nível médio, contexto aparentemente ainda pouco explorado – portanto com amplas possibilidades de desenvolvimento e aprimoramento da proposta.

REFERÊNCIAS

- ALBA, J.; SALGADO, T.D.M.; DEL PINO, J.C. Estudo de caso: uma proposta para abordagem de funções da Química Orgânica no Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**.v.6, n.2, p.76-96. 2013.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. **Educação Profissional técnica de nível médio integrada ao ensino médio**. Documento base. 2007. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/documento_base.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2016.
- _____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. Conselho Nacional da Educação. Câmara Nacional de Educação Básica. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. 2013. 562p. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=13448-diretrizes-curriculares-nacionais-2013-pdf&category_slug=junho-2013-pdf&Itemid=30192>. Acesso em: Acesso em 30 jul. 2016.
- _____. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm >. Acesso em 01 ago. 2016.
- _____. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei nº 9394 de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional.1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm>. Acesso em 01 ago. 2016.
- BRITO, J.Q.A.; SÁ, L.P. Estratégias promotoras da argumentação sobre questões sócio-científicas com alunos do ensino médio. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.9, n.3, p. 505-529. 2010.
- BROIETTI, F. C. D.; ALMEIDA, F.A.S.; SILVA, R.C.M.A. Estudo de Casos: Um Recurso Didático para o Ensino de Química no Nível Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v.5, n.3, 2012.
- CABRAL, P.F.O. **Casos investigativos de caráter sócio-científico na promoção da aprendizagem colaborativa com suporte computacional no ensino superior de química**. 2015. 145 f. Dissertação (mestrado) – Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2015.
- FARIA, L.F. **O estudo de caso aplicado ao Ensino Médio: o olhar do professor e do aluno sobre essa estratégia de ensino**. 2014. 118 f. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2014.
- FARIA, F.L.; REIS, I.F. A percepção de professores e alunos do ensino médio sobre a atividade estudo de caso. **Ciência e Educação**, v. 22, n. 2, p. 319-333. 2016.

FARIA, F.L.; REIS, I.F. Aplicando o Estudo de Caso no ensino médio: a percepção do professor de química enquanto condutor da estratégia. In: IX Enpec: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. 2013. **Anais...** Águas de Lindóia: Abrapec, 2013.

FARIA, F.L.; SILVA, A.F.A. Estudo de Casos e o desenvolvimento de habilidades cognitivas pelos alunos do Ensino Médio. In: XVI ENEQ: Encontro Nacional de Ensino de Química. 2012. **Anais...** Salvador: Sociedade Brasileira de Química, 2012.

FRANCISCO, W.; BENITE, A.M.C. Casos investigativos e a relação com o saber: trajetória e processo de aprendizagem de estudantes do ensino superior no Tocantins. **Química Nova**, v. 39, n.3, p.383-392. 2016.

GARCIA, V.M.; BARROS, A.A.D.; YAMASHITA, M.; FRANCISCO JUNIOR, W.E. O desenvolvimento da argumentação e da linguagem científica por graduandos em química mediante a produção textual. In: XVI ENEQ: Encontro Nacional de Ensino de Química. 2012. **Anais...** Salvador: Sociedade Brasileira de Química, 2012.

GOMES, E.A.; SOUZA, V.C.A.; SILVA, A. F. A. Utilização do Estudo de Casos para contextualizar o conhecimento científico na disciplina de Química Geral da Universidade Federal de Viçosa: o ensino e a aprendizagem da grandeza quantidade de matéria. (Pôster). In: XVI ENEQ: Encontro Nacional de Ensino de Química. 2012. **Anais...** Salvador: Sociedade Brasileira de Química, 2012.

GREY, D.E. **Pesquisa no mundo real**. 2.ed. Penso. Porto Alegre, 2012.

HERREID, C. F. What makes a good case? **Journal of College Science Teaching**, v. 27, n. 3, p. 163-165, 1998.

HYGINO, C.B.; SOUZA, N.S.; LINHARES, M.P. Episódios da história da ciência em aulas de física com alunos jovens e adultos: uma proposta didática articulada ao método de estudo de caso. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 12, n.1, p. 1-23. 2013.

LINHARES, M.P.; REIS, E.M. Estudos de caso como estratégia de ensino na formação de professores de física. **Revista Ciência e Educação**, v. 14, n.3, p.555-574. 2008.

LOPES, R.M. et al. Aprendizagem baseada em problemas: uma experiência no ensino de química toxicológica. **Química Nova**, v.34, n.7, p.1275-1280. 2011.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo, E.P.U., 1986.

MACHADO, L.R.S. Diferenciais inovadores na formação de professores para a educação profissional. **Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica**. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. v. 1, n. 1, p.8-22. Brasília, 2008.

MASSENA, E. P; GUZZI FILHO, N.J.; SÁ, L.P. Produção de casos para o ensino de química: uma experiência na formação inicial de professores. **Química Nova**, v. 36, n.7, p.1066-1072. 2013.

MONTANHER, V.C. Análise de Ensino com Casos em Aulas de Física. In: X Enpec: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. 2015. **Anais...** Águas de Lindóia: Abrapec, 2015.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, v.9, n.2., p. 191-211. 2003.

OLIVEIRA, J.R.S.; QUEIROZ, S. L. O desenvolvimento de habilidades de comunicação científica em disciplinas de cursos de graduação em química. In: V Enpec: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. 2005. **Anais...** Bauru: Abrapec, 2005.

PAZINATO, M.S.; BRAIBANTE, M.E.F. O estudo de caso como estratégia metodológica para o ensino de química no nível médio. **Revista Ciência & Ideias**, v.5, n.2, p.1-18. 2014.

PICCOLI, F.; SALGADO, T.D.M.; LOPES, C.V.M; AGUIAR, L.S. A Resolução de Problemas como chave para o desenvolvimento de conceitos de Química na Educação Básica. In: X Enpec: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. 2015. **Anais...** Águas de Lindóia: Abrapec, 2015.

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

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

QUEIROZ, S. L. **Estudo de casos aplicados ao ensino de ciências da natureza – ensino médio**. Projeto de formação continuada de professores da educação profissional do Programa Brasil Profissionalizado. Centro Paula Souza, Setec-MEC. 2015. Disponível em: <http://www.cpscetec.com.br/cpscetec/arquivos/natureza_estudo_casos.pdf>. Acesso em: 05 ago. 2016.

QUEIROZ, S.L.; CABRAL, P. F.O. (org.). **Estudos de caso no ensino de ciências naturais**. São Carlos-SP: ArtPoint, 2016. Disponível em: <http://www.cdcc.sc.usp.br/livros/2016-Estudos_de_Caso.pdf>. Acesso em: 01 ago 2016.

REIS, I.F.; FARIA, F.L. Abordando o tema alimentos embutidos por meio de uma estratégia de ensino baseada na resolução de casos: os aditivos alimentares em foco. **Química Nova na Escola**, v.37, nº1, p.63-70. 2015.

SÁ, L.P. **A argumentação no Ensino Superior de Química: investigando uma atividade fundamentada em estudos de caso**. 2006. 153 f. Dissertação (mestrado) – Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2006.

SÁ, L.P. **Estudos de caso na promoção da argumentação sobre questões sócio-científicas no ensino superior de química**. 2010. 278 f. Tese (doutorado). Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia. Departamento de Química. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2010.

SÁ; FRANCISCO; QUEIROZ. Estudos de caso em Química. **Química Nova**. v. 30, n.3, p.731-739. 2007.

SÁ, L.P.; KASSEBOEHMER, A.C.; QUEIROZ, S.L. Casos investigativos de caráter sociocientífico: aplicação no ensino superior de Química. **Educación Química**, 24, n.extra. 2, p. 522-528. México, 2013.

SÁ, L.P.; QUEIROZ, S.L. Casos investigativos como estratégia para o desenvolvimento de habilidades cognitivas e de capacidade de tomada de decisão de alunos de graduação em química. 2005. In: V Enpec: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. 2005. **Anais...** Bauru: Abrapec, 2005.

SÁ, L.P.; QUEIROZ, S.L. Promovendo a argumentação no Ensino Superior de Química. **Química Nova**, v. 30, n.8, p.2035-2042. 2007.

SALGADO, T.D.M.; MARTINS, A.A. Estudos de caso: uma abordagem alternativa para o estudo de eletroquímica no Ensino Médio. In: 34º EDEQ: Encontro de Debates sobre o Ensino de Química. 2014. **Anais...** Santa Cruz do Sul: UNISC, 2014.

SILVA, A. F. A.; LIMA, C.S.A.; LIBERTO, N.A.; SILVA, S.A.; SOUZA, V.C.A. Contribuições da Argumentação e do Estudo de Casos para o Ensino de Ciências: uma análise sob a perspectiva de Stephen Toulmin. In: VIII Enpec: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. 2011. **Anais...** Campinas: Abrapec, 2011.

SILVA, A. F. A.; SILVA, S.A. As Contribuições do Método de Estudo de Casos para o Desenvolvimento de Habilidades. In: VIII Enpec: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. 2011. **Anais...** Campinas: Abrapec, 2011.

SILVA, B.; CORDEIRO, M.R.; KIILL, K.B. Jogo didático investigativo: uma ferramenta para o ensino de química inorgânica. **Química Nova na Escola**, v.37, n.1, p.27-34. 2015.

SILVA, O.B.; OLIVEIRA, J.R.S.; QUEIROZ, S.L. SOS Mogi-Guaçu: Contribuições de um estudo de caso para a Educação Química no Nível Médio. **Química Nova na Escola**, v.33, n.3, p.185-192. 2011

SILVA, T.E.M. et al. Desenvolvimento e aplicação de webquest para ensino de química orgânica: controle biorracional da lagarta-do-cartucho do milho. **Química Nova na Escola**, v.38, n.1, p. 47-53. 2016.

SOUSA, R.S.; ROCHA, P.D.P; GARCIA, I.T.S. Estudo de caso em aulas de química: percepção de estudantes de nível médio sobre o desenvolvimento de suas habilidades. **Química Nova na Escola**, v.34, n.4, p. 220-228. 2012.

SOUZA, N.S.; CABRAL, P.F.O.; QUEIROZ, S.L. Argumentação de Graduandos em Química sobre Questões Sociocientíficas em um Ambiente Virtual de Aprendizagem. **Química Nova na Escola**, v.37, n. Especial 1, p. 95-109. 2015.

SOUZA, N.S.; QUEIROZ, S. L. Estudo de caso na promoção da argumentação colaborativa no ensino superior de química. In: IX Enpec: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. 2013. **Anais...** Águas de Lindóia: Abrapec, 2013.

SOUZA, N.S.; QUEIROZ, S. L. Uma análise de textos argumentativos de graduandos em química. In: X Enpec: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. 2015. **Anais...** Águas de Lindóia: Abrapec, 2015.

UNESCO. 2015. **Concept note on the Post-2015 education agenda**. Disponível em: <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/ED/ED_new/pdf/UNESCOConceptNotePost2015_ENG.pdf>. Acesso em: 01 ago 2016.

VELLOSO, A.M.S. **Casos investigativos no ensino de corrosão**: estratégia para o desenvolvimento de habilidades argumentativas de alunos de graduação em química. 2009. 119 f. Dissertação (mestrado) – Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2009.

VELLOSO, A.M.S.; SÁ, L.P.; MOTHEO, A. J.; QUEIROZ, S.L. Argumentos elaborados sobre o tema “corrosão” por estudantes de um curso superior de Química. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.8, n.2. 2009.

VELLOSO A.M.S.; L.P.SÁ; QUEIROZ, S.L. Casos investigativos no ensino do tópico "Corrosão". In: VI Enpec: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. 2007. **Anais...** Florianópolis: Abrapec, 2007.

APÊNDICE A: CASOS INVESTIGATIVOS ELABORADOS PARA A TECNOLOGIA DE COUROS

Caso 1: O desafio dos resíduos sólidos na indústria coureira

A empresa familiar **Stanembauer Couros** – curtume integrado situado no Vale dos Sinos – está no mercado há 3 décadas. Para garantir sua continuidade, necessita implantar sistemas mais sustentáveis, com as certificações necessárias em termos de qualidade e atendimento a parâmetros ambientais.



Figura 1: Resíduos de couros armazenados.

(Fonte: <http://www.ilsabril.com.br/>)

Segundo levantamento preliminar iniciado pela recém-constituída equipe do Sistema de Gerenciamento da Qualidade e do Meio Ambiente (SGQMA), um dos maiores desafios em relação à destinação correta dos resíduos da empresa são as aparas de couro curtido ao cromo e o pó gerado na rebaixadeira. A empresa processa 100.000 m² de peles por mês, sendo a maior parte destinada a estofamentos. Além do problema da geração mensal desse resíduo, há uma quantidade cujo levantamento ainda não foi concluído de um grande volume desse material armazenado em um ARIP, visto que é classificado como Resíduo Sólido Classe I. Com a Lei 12.305/2010, que estabeleceu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, foram estabelecidas as prioridades na gestão e gerenciamento desses resíduos: a não geração, a redução, a reutilização, a reciclagem, o tratamento dos resíduos sólidos e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. O planejamento dessa gestão, além de outras medidas que a lei determina, é uma verdadeira dor de cabeça aos gestores da Stanembauer.

Após participar de um congresso, o diretor da empresa Klaus von Stanembauer tomou conhecimento de uma tecnologia que já vem sendo implantada na região e solicitou à equipe do SGQMA que analisasse a possibilidade de encaminhamento desse material a uma empresa que realiza o processamento de resíduos de couro para sua transformação em adubo. A grande preocupação apresentada pelo diretor é a presença de Cromo: “Quero que vocês me expliquem como um resíduo “Classe I” pode ser transformado em adubo e aplicado no campo. Além disso, preciso ter um posicionamento sobre como as outras empresas da região estão lidando com isso”.

Vocês compõem a equipe de SGQMA da Stanembauer Couros. Vocês devem apresentar ao diretor da empresa um estudo que apresente uma conclusão segura à proposta apresentada. Para tanto, algumas fundamentações são necessárias e deverão estar contidas no relatório apresentado pelo grupo.

- 1) *Quais as etapas dentro do processamento de couros em que são gerados os resíduos em questão? Explicar suas funções e equipamentos.*
- 2) *O que é um ARIP?*
- 3) *Quais normas e leis regem a disposição de resíduos sólidos (perigosos ou não)?*
- 4) *O que são resíduos Classe I, IIA e IIB? Como os resíduos sólidos da indústria do couro se enquadram nesse contexto?*
- 5) *Qual é a dimensão desse problema na região (em quantidade e em custo)?*
- 6) *Quais as alternativas existentes já relatadas?*
- 7) *Quais as operações unitárias e as transformações químicas pelas quais passam os resíduos para produção do adubo?*

Algumas fontes de consulta sugeridas:

CICB - Centro das Empresas de Curtumes no Brasil: <http://www.cicb.org.br/>

Lacouro – Departamento de Engenharia Química da UFRGS:

<http://www.enq.ufrgs.br/labs/lacouro/lacouro-teses-e-dissertacoes> .

Associação Brasileira dos Químicos e Técnicos da Indústria do Couro (Enciclopédia do Couro):

<http://www.abqtic.com.br/site/content/enciclopedia/login/> .

Caso 2: O cromo hexavalente em artigos de couro.

A empresa **Brazuca Couros Ltda** atua no mercado desde o início dos anos 2000, sendo constituída com uma estrutura moderna em seus processos, com alto grau de automação e buscando sempre as certificações de qualidade, o que a coloca como uma empresa bem conceituada no Vale dos Sinos.

Entretanto, para atuar nos exigentes mercados internacionais, o atendimento às normas específicas de substâncias restritas é vital para a empresa e exige alto investimento em equipamentos, treinamento de pessoas, desenvolvimento e validação de métodos analíticos e, principalmente, a análise crítica do atendimento aos parâmetros e suas relações com as diferentes etapas do processo de produção.

O processo de curtimento ao cromo é o mais utilizado pela empresa, devido às características de elasticidade e maciez desejadas em seus produtos, além da relação custo-benefício desse processo. Entretanto, a empresa foi notificada por um órgão certificador e por seus principais clientes sobre a presença de **cromo hexavalente** em concentrações acima do máximo permitido, de 3 ppm, em várias amostras de seus artigos finais.

O Diretor da Empresa, Sr. Eugênio Silva, publicou a seguinte nota endereçada aos clientes e ao órgão certificador:

“Recebemos com surpresa a notificação sobre a ocorrência de substâncias restritas acima dos limites estabelecidos. A Brazuca Couros preza pela qualidade de seus produtos e atendimento integral às exigências de qualidade e sustentabilidade, inclusive sendo proponente de uma série de medidas ao CICB (Centro das Indústrias de Curtumes do Brasil) para maior controle de emissões de poluentes e diminuição do uso de produtos químicos perigosos em toda a cadeia curtidora.

Causa-nos estranheza o fato de não termos aceitado em nosso processo produtivo nenhum couro “wet blue” que estivesse acima do limite estabelecido para o Cromo Hexavalente, sendo que, nas 3 únicas oportunidades no último ano em que houve suspeita do não atendimento a esses parâmetros por parte de um de nossos fornecedores, as cargas do material foram rejeitadas e medidas severas de controle foram tomadas – inclusive com o descredenciamento de um fornecedor. Todos os laudos referentes a esse processo estão inteiramente à disposição de nossos parceiros para verificação.

*Atenta ao que rege as ‘Políticas de Substâncias Restritas (Restrict Substances List – RSL)’, a Brazuca Couros mobilizará todo seu corpo técnico para investigação profunda em seu processo produtivo, comprometendo-se a buscar respostas à altura da reconhecida qualidade da empresa – uma das poucas da região a conquistar o **Prêmio Ouro LWG (Leather Working Group)** em suas 3 unidades produtivas no ano de 2013.*

Cumpriremos o prazo de 20 dias para manifestação formal acerca da não conformidade detectada.



Imagem 1: Advertência.

(Fonte: banco de imagens).

Novo Hamburgo, 01 de agosto de 2014.”

A empresa produz artigos diversos para o segmento calçadista e para vestuário. Possui 3 unidades produtivas, sendo que uma delas trabalha com o sistema integrado (da pele salgada até o artigo final) e outras duas trabalham os processos de acabamento, tendo o couro “wet blue” como sua matéria-prima. Sabe-se que o couro wet-blue produzido pela empresa não tem histórico de presença de cromo hexavalente acima do limite estabelecido. No couro wet-blue adquirido de outros curtumes, existe um controle realizado, coerente com a nota publicada pela empresa.

O Sr. Eugênio Silva entregou pessoalmente a cópia da nota encaminhada aos parceiros para o Responsável Técnico da empresa, nada mais dizendo que:

- O futuro da empresa está na mão da tua equipe. Precisamos de vocês!

Vocês integram o corpo técnico da Brazuca Couros Ltda e devem proceder a investigação que a empresa comprometeu-se a realizar, apresentando à Direção da Empresa um relatório que contemple todas as possibilidades identificadas pelo grupo para resolução do problema.

Para atingir esse objetivo, alguns fundamentos são necessários, devendo estar contidos no relatório final.

- 1) *Caracterizar o problema do Cromo Hexavalente e as razões de sua restrição.*
- 2) *Discutir reações, mecanismos e condições do cromo no processo de curtimento e suas reações com a estrutura da pele.*
- 3) *Como deve ser a metodologia analítica utilizada pela empresa para determinação da concentração do Cromo Hexavalente? (Atentar para limites de detecção, remoção de interferentes, equipamentos e outros).*
- 4) *Quais os fatores e mecanismos que favorecem ou que evitam a formação de Cromo Hexavalente nos processos produtivos da empresa? (Levar em conta o processo de curtimento e os processos de acabamento).*
- 5) *Sob que outras substâncias restritivas é recomendável que a empresa mantenha vigilância preventiva para evitar ocorrências como essa no futuro?*
- 6) *Fundamentar-se sobre o que é RSL, o LWG e o CICB.*

Algumas fontes de consulta sugeridas:

CICB - Centro das Empresas de Curtumes no Brasil: <http://www.cicb.org.br/>

Lacouro – Departamento de Engenharia Química da UFRGS:
<http://www.eng.ufrgs.br/labs/lacouro/lacouro-teses-e-dissertacoes> .

Associação Brasileira dos Químicos e Técnicos da Indústria do Couro (Enciclopédia do Couro):
<http://www.abqtic.com.br/site/content/enciclopedialogin/> .

Caso 3: Menos água, menos nitrogênio, menos DQO no curtume.

A Guasqueira Curtidora é uma empresa de porte médio, especializada na produção de “meias-peles” para diferentes mercados. Seu principal diferencial de mercado está no atendimento a pequenas empresas, com flexibilidade em relação aos pedidos mínimos e com prazos de entrega interessantes a essas.



Imagem 1: ETE de um curtume.

(Fonte: <http://info.opersan.com.br>)

Atenta aos critérios de atendimento às exigências ambientais e com a visão de “Manter-se como empresa modelo de sustentabilidade, sendo precursora na implantação de inovações na Produção Mais Limpa”, a empresa busca soluções para seus processos que levem em conta o tripé da sustentabilidade: *People, Planet, Profit* (pessoas, planeta e lucro), que trazem as dimensões social, econômica e ambiental.

Um dos desafios que se apresentam à administração da empresa é a redução de dois parâmetros considerados “chave” para a otimização do processo de tratamento de efluentes: a Demanda Química de Oxigênio e o Nitrogênio Total. O não atendimento integral a esses parâmetros foi, inclusive, alvo de um Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) firmado entre a empresa, o Ministério Público Estadual e a FEPAM, no qual a empresa se comprometeu a implantar as medidas nos processos no prazo de 120 dias, até que novas auditorias sejam feitas pelo órgão ambiental (a empresa processa aproximadamente 2.000 peles por dia, gerando um volume de efluente de aproximadamente 1.200 m³/dia).

O engenheiro químico Luiz Gaudêncio, proprietário e responsável técnico da empresa, chamou os técnicos para uma reunião logo após o compromisso firmado com a FEPAM e pronunciou-se:

- Não podemos correr riscos de não atendimento ao que nos comprometemos no TAC. Nas entrelinhas, o representante da FEPAM que estava na reunião deixou bastante claro que, se tivermos reincidência no não atendimento aos parâmetros, solicitará ao Ministério Público a interdição da empresa por tempo indeterminado. Nem preciso dizer o quanto isso afeta a todos os nossos 180 funcionários e suas famílias. Não devemos nem pensar nessa possibilidade!

E dirigindo-se especialmente aos técnicos da área de pesquisa, disse:

- Precisamos de uma investigação profunda sobre as possibilidades de processos mais limpos. Essa é nossa prioridade: atender às exigências com o menor custo possível. Então, antes da Estação de Efluentes, quero que vocês pesquisem a fundo as possibilidades de utilização de menos água no processo e de processos mais tecnológicos quanto à fixação dos produtos nas

peles.

Vocês são os técnicos de pesquisa da Guasqueira Curtidora, e devem propor soluções para atendimento ao TAC. O resultado esperado pelo proprietário da empresa é um relatório completo sobre as alternativas tecnológicas nos processos de ribeira e acabamento molhado, responsáveis pelo maior impacto na carga do efluente. Para conduzir a pesquisa, a fundamentação sobre alguns aspectos deve ser buscada e deve estar contida na documentação gerada pela equipe.

- 1) *Quais as alternativas tecnológicas existentes para a substituição dos produtos químicos perigosos usualmente utilizados nos processos de ribeira, curtimento e de acabamento molhado?*
- 2) *Os fundamentos físico-químicos da fixação nos processos de curtimento e de acabamento molhado devem ser apresentados.*
- 3) *A importância da utilização de óleos engraxantes modificados quimicamente deve ser esclarecida.*
- 4) *A redução quantitativa dos resíduos líquidos (não geração) deve ser estudada. De que forma é possível gerar menos efluente com processos tecnológicos mais avançados e de custo compatível?*
- 5) *É recomendável que as modificações propostas pelo grupo tenham base em algum caso de sucesso, ou seja, empresas que conseguiram resolver problemas semelhantes.*

Algumas fontes de consulta sugeridas:

CICB - Centro das Empresas de Curtumes no Brasil: <http://www.cicb.org.br/>

Lacouro – Departamento de Engenharia Química da UFRGS:
<http://www.enq.ufrgs.br/labs/lacouro/lacouro-teses-e-dissertacoes> .

Associação Brasileira dos Químicos e Técnicos da Indústria do Couro (Enciclopédia do Couro): <http://www.abqtic.com.br/site/content/enciclopedialogin/> .

Caso 4: Biotecnologia nos processos pré-curtimento.

A empresa ***Leather Leader RS***, situada na serra gaúcha, é um curtume especializado em produção de wet-blue a partir de peles salgadas. Sua gestão moderna, com foco ao atendimento aos 3E's - Eficiência, Economia e Ecologia - tem garantido seus resultados e sua manutenção como importante fornecedora para as indústrias de acabamento.

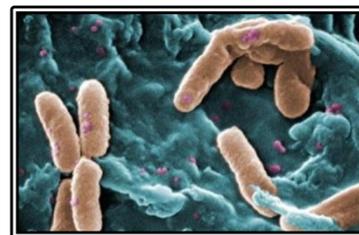


Imagem 1: Foto de bactérias do gênero *Pseudomonas* – Creative Commons (Janice H. Carr/CDC)

Em uma reunião com clientes, o químico responsável pelo setor de P&D da empresa, Sr. Adalberto Flores, tomou conhecimento de que um dos concorrentes estava trabalhando com tecnologias que, além de diminuir o consumo de produtos químicos, reduziam também os odores “típicos” do curtume. Ao ser questionado sobre a natureza dessas tecnologias, o representante do principal cliente, manifestou:

- Não conheço detalhes, mas sei que tem relação com a biotecnologia. Parece-me que alguns processos enzimáticos estão sendo utilizados nas etapas de remolho, depilação/caleiro e purga. Com isso, têm obtido melhores resultados econômicos sem prejuízo da qualidade.

Profundo conhecedor dos processos tradicionais adotados pelos curtumes e cético quanto aos comentários de soluções “milagrosas” que comumente surgem nas negociações com clientes, o Sr. Adalberto convocou seus técnicos para tratar do assunto.

- Temos tido bons resultados com nosso processo relativamente tradicional, priorizando sempre pelo cuidado extremo na qualidade, e com o uso de produtos novos somente após um estudo que nos dê muita segurança quanto ao atendimento dos parâmetros estabelecidos. Por isso, acredito, nossa empresa tem conseguido manter bons resultados e clientes estratégicos – disse, dirigindo-se ao grupo. Tenho há muito tempo ouvido falar no uso de enzimas em processos de ribeira, sem no entanto ter clareza quanto ao seu uso e suas limitações. Precisamos nesse momento, buscar embasamento para definir se essa possibilidade deve ser levada adiante, e que adaptações seriam necessárias à nossa planta produtiva.

Vocês integram o grupo de técnicos da *Leather Leader RS*, e devem estudar o assunto, apresentando ao Sr. Adalberto um relatório que dê conta das pesquisas já realizados sobre o tema, dos produtos disponíveis no mercado e das adaptações em

equipamentos e processos necessárias para utilização dessa nova tecnologia. Devem ficar claros os possíveis benefícios e entraves para a empresa, bem como quais os aspectos levados em conta para definição do parecer do grupo.

Alguns aspectos a considerar, além dos já citados:

- 1) *Há relatos de outras empresas aplicando tecnologias de processos enzimáticos ou as principais referências são limitadas a pesquisas acadêmicas?*
- 2) *Como atuam as enzimas nos processos? Há necessidade de modificações nos parâmetros de controle?*
- 3) *Qual é o suporte técnico que as empresas fornecedoras de produtos enzimáticos oferecem para os clientes para que estes passem a utilizar esses produtos?*

Algumas fontes de consulta sugeridas:

CICB - Centro das Empresas de Curtumes no Brasil: <http://www.cicb.org.br/>

Lacouro – Departamento de Engenharia Química da UFRGS:
<http://www.enq.ufrgs.br/labs/lacouro/lacouro-teses-e-dissertacoes> .

Associação Brasileira dos Químicos e Técnicos da Indústria do Couro (Enciclopédia do Couro):
<http://www.abqtic.com.br/site/content/enciclopedia/login/> .

APÊNDICE B: CASOS INVESTIGATIVOS ELABORADOS PARA A TECNOLOGIA DE TRATAMENTO DE ÁGUA

Caso 1: CONFLITO ENGARRAFADO

Pedro é um estudante de um Curso Técnico em Química em uma renomada instituição do Vale dos Sinos, no Rio Grande do Sul. Um dia, enquanto seu pai lhe dava uma carona até a escola, uma notícia foi veiculada na rádio local, chamando a atenção de ambos:

“MINUTO SIMERS. Produzir um litro de água engarrafada é 600 vezes mais caro que a da torneira. A embalagem de plástico vem do petróleo, é transportada em veículos a diesel, aumentando o aquecimento global, e gera ainda mais lixo. No Estado, a água para beber é tratada, purificada e submetida a rígidos controles de qualidade. Não beba água parada. Tome água da torneira. **Sindicato Médico do Rio Grande do Sul. A Verdade faz bem à Saúde.”**



Fonte: <http://fechandoziper.com/blog/aguas->

- Tu ouviu essa Pedro? - perguntou o pai. Os médicos estão recomendando que as pessoas bebam água da torneira! Com toda essa podridão do Rio dos Sinos... Quem é que me garante?
- Olha, pai, pelo que eu estou estudando no curso, isso faz sentido. Existe uma Portaria do Ministério da Saúde que estabelece os controles que a água precisa ter para ser considerada potável, quais as análises que são necessárias... enfim, um monte de coisas. A princípio, a água deve estar em boas condições, sim, quando chega na torneira.
- Sério? Bem... se você diz... Mas eu fiquei com uma dúvida. Quanto à água engarrafada, ela não é tratada também?
- Bem, esse é um ponto que a gente não abordou lá no curso. Sinceramente não sei.
- Olha, se de fato a água da torneira for “melhor” que a água engarrafada, vou fazer economia lá no escritório, além de orientar o pessoal a não comprar mais água mineral. Bem que tu poderia dar uma olhada nisso... tu que é o químico da família! - disse sorrindo o pai do Pedro.
- Lá vem você de novo!, respondeu o rapaz.
- Ora filho, mais conhecimentos, mais responsabilidades, tu sabe! Me ajuda nessa!
- Tá, mas o que exatamente tu quer saber?
Como sempre foi muito curioso com quase tudo, o pai do Pedro respondeu:
- Tudo o que poder descobrir sobre isso.

Pedro percebeu que ficar explicando para o pai que era importante delimitar melhor o assunto não seria muito útil. “Eu mesmo vou ter que fazer isso”, pensou. A primeira coisa, seria tentar confirmar alguns dados que o anúncio apresentava. “De onde vem esse cálculo sobre o valor da água?”. Também tinha a questão da Legislação. Pedro já tinha estudado, ainda

superficialmente, a Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde. Mas sobre água engarrafada, ele não lembrava de ter lido nada. Teria que investigar. Seu pai, que era administrador, iria gostar de ver algum gráfico, tabela, alguma coisa que trouxesse mais dados sobre o tema. “Vou aproveitar a deixa e fazer um negócio legal pro meu ‘velho’ ver que vale a pena investir no meu curso”..

- Falou alguma coisa, Pedro? - perguntou o pai.
- Não, só estava pensando alto. Vou trocar algumas ideias com os colegas também para te dar uma resposta à altura.

Vocês têm a tarefa de ajudar o Pedro a esclarecer as coisas para o seu pai, reunindo mais dados sobre o tema e recomendando ou não o consumo de água da torneira ou engarrafada. É importante que os argumentos apresentados sejam confiáveis cientificamente, mas ao mesmo tempo, que sejam possíveis de ser compreendidos por alguém que não tenha grandes conhecimentos em química - como é o caso do pai do Pedro.

Algumas perguntas norteadoras:

- 1) Os métodos de tratamento e controle de qualidade da água potável são eficazes e garantem que a água da torneira é segura para o consumo humano?
- 2) Como é regulada a venda de água engarrafada no Brasil? (Leis e portarias existentes, características, proibições, etc.)
- 3) Como é possível comprovar - ou não - a partir de outras pesquisas, que a água engarrafada é 600 vezes mais cara do que a água de abastecimento público?
- 4) Toda a água engarrafada é água mineral?

Fontes de consulta que inspiraram este caso:

CINTRA, Lydia. Água engarrafada custa até 2 mil vezes mais que água da torneira. **Blog Super Interessante**. 20 jul 2011. Disponível em: <http://super.abril.com.br/blogs/ideias-verdes/agua-engarrafada-custa-ate-2-mil-vezes-mais-que-agua-da-torneira/> Acesso em: 08 mar 2015.

INICIATIVA Água na jarra. Disponível em: <http://www.aguanajarra.com.br/?cat=128>. Acesso em: 08 mar 2015.

LEONNARD, Annie. **A História da Água Engarrafada - A grande mentira da Indústria**. Vídeo disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=KeKWbKL1hF4>. Acesso em: 08 mar 2015.

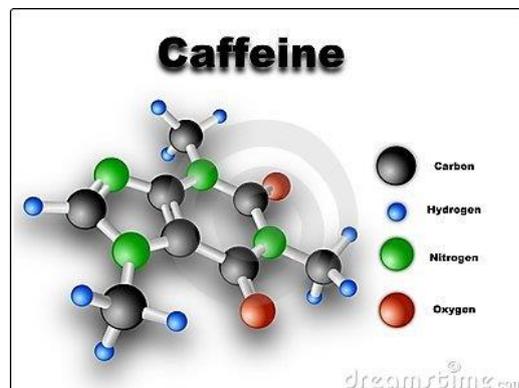
SIMERS: Sindicato Médico do Rio Grande do Sul. **Água engarrafada é 600 vezes mais cara que a da torneira**. 19 fev 2015. Disponível em: <http://www.simers.org.br/2015/02/agua-engarrafada-e-600-vezes-mais-carro-que-de-torneira/> Acesso em: 08 mar 2015.

Caso 2: ÁGUA CAFEINADA

A Labor-Água é uma empresa prestadora de serviços na área de análises de água, localizada em uma cidade do Rio Grande do Sul.

Um dos clientes do laboratório é a Secretaria Municipal do Meio Ambiente, que solicitou estudos completos sobre os contaminantes em uma série de amostras coletadas no rio que banha à cidade e que serve ao sistema de tratamento público.

Como pairavam dúvidas sobre a qualidade da água e os possíveis contaminantes que não são detectados com as análises de rotina, como DQO, DBO, e os ensaios bacteriológicos, o responsável técnico, sr. Amanzi Tubig chamou o grupo de laboratoristas para uma reunião. A pauta principal era sobre quais análises de “varredura” que poderiam ser agregadas às análises de rotina para se ter mais indicadores sobre a qualidade da água.



Fonte: <http://pt.dreamstime.com/foto-de-stock-molcula-da-cafena-imaae11100800>.

- Li em algum artigo que a presença de cafeína na água é um indicador de poluição - disse o sr Tubig.

- Espera aí, quer dizer que cafeína na água faz mal? O que dizer de um café, então? - perguntou um dos laboratoristas, enquanto examinava a xícara em sua mão.

- Não, não é isso que estou falando. A cafeína que pode estar presente na água de abastecimento realmente estaria num teor muito baixo, sem maiores riscos. A questão é que, naturalmente, não há cafeína em níveis consideráveis em uma água que não esteja poluída. Portanto, se testar para a cafeína e o teste tiver resultado positivo, teremos um indício de contaminação por outras substâncias, como um herbicida, se não me engano. Por outro lado, a ausência da cafeína seria um indicador positivo a mais.

- Bem... e o senhor conhece alguma técnica analítica que possa ser usada para isso?

- Não... mas podemos consultar artigos acadêmicos e normas e encontrar alguma coisa. Temos que avaliar se conseguimos analisar com os nossos equipamentos, qual é o limite de detecção, entre outras coisas. Na verdade, preciso que vocês façam um levantamento sobre as necessidades técnicas para discutirmos se vale a pena ou não seguir em frente com essa análise. E principalmente, vamos imaginar que a gente faça as análises e tenhamos um resultado positivo, confirmando a presença da cafeína. Quais seriam os passos seguintes? É isso que eu

preciso que vocês me esclareçam.

E após falar isso, o senhor Tubig dispensou sua equipe, desejando “bom trabalho!”.

Vocês compõem a equipe de laboratoristas do Labor-Água e têm a tarefa de pesquisar o que foi solicitado pelo senhor Tubig. É interessante que seja preparado um roteiro, um passo a passo para a realização da análise solicitada e o que pode significar a detecção da cafeína na água de um rio. As moléculas das substâncias envolvidas devem ser apresentadas, com suas principais características químicas e toxicológicas.

Algumas perguntas norteadoras:

- 1) O que é limite de detecção e qual é a sua importância?
- 2) Qual é a importância técnica dos indicadores de poluição da água?
- 3) Os laboratórios das Estações de Tratamento de Água (ETA's) da região do Vale do Sinos realizam controles analíticos além dos previstos na Portaria MS 2914/2011?
- 4) O que são contaminantes emergentes e quais suas implicações?

Fontes de consulta que inspiraram este caso:

KUGLER, H. Cristalina e contaminada. **Ciência Hoje**, v.50, n.300. São Paulo: SBPC, jan-fev 2013, p.48-50. Disponível em:

<https://s3.amazonaws.com/cuttings/cuttingpdfs/52147/a01d50ce92dcefa81433d4462ef36fd4.pdf>.

LEVY, C. Outro alerta sobre a água que bebemos. **Jornal da Unicamp**, n. 346. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 4-10 dez 2006. p.3. Disponível em:

http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/ju/dezembro2006/ju346pag03.html

MONTAGNER, C. C.; UMBUZEIRO, G. A.; PASQUINI, C.; JARDIM, W. F.. Caffeine as an indicator of estrogenic activity in source water. **Environ. Sci.: Processes Impacts**, 2014, 16, 1866–1869

ORSI, C. Água de 20 capitais tem ‘contaminantes emergentes’. **Jornal da Unicamp**, n. 576. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 23-29 set 2013. p.3. Disponível em:

<http://www.unicamp.br/unicamp/ju/576/agua-de-20-capitais-tem-contaminantes-emergentes> .

Caso 3: ÁGUA LEITOSA

A empresa Milch Laticínios, está situada no Noroeste do Rio Grande do Sul e produz laticínios “brancos” (leites e cremes). Após um ano de grande crescimento, o gerente-proprietário da empresa, senhor Paulo Milch, elaborou um projeto para ampliação da estrutura industrial e de logística da empresa. Em um das etapas, deparou-se com a necessidade de prever um sistema de tratamento de efluentes, que a empresa ainda não possuía, e solicitou ao químico da empresa que encaminhasse a questão.



Fonte: SILVA, 2011.

- Precisamos obter licenciamento ambiental e, pelo que soube, os parâmetros exigidos para efluentes são bastante rigorosos. Tudo o que não precisamos é ter problemas com órgãos fiscalizadores, que já estão “por aqui” com os escândalos de leite adulterado.

O químico iniciou sua pesquisa e, ao perceber o rigor dos parâmetros e o custo envolvido no tratamento de efluentes, deu-se conta de que seria interessante prever algum tipo de reúso da água depois de tratada, ao invés de simplesmente lançá-la ao rio. Além disso, como um dos novos produtos previstos na ampliação era o doce de leite, em cujo processo há a concentração dos sólidos do leite por evaporação, considerou que a água gerada nessa evaporação poderia ser reutilizada sem precisar passar por tratamento. Entretanto, solicitou ao senhor Milch que pudesse contar com uma equipe de consultoria técnica que desse suporte ao projeto.

- Preciso de um grupo que avalie as alternativas, me auxilie a fazer um desenho desse processo de tratamento e que possam se dedicar à pesquisa do que já existe antes de investirmos nos equipamentos, tendo assim melhores condições de fazermos o investimento mais adequado.
- Entendo sua solicitação - disse o senhor Milch - porém como precisaremos contratar mais técnicos após a ampliação da empresa, sugiro que você trabalhe com um grupo de estagiários técnicos. Eles não terão muita experiência, mas a motivação deles para uma possível efetivação e o “pique” que eles têm pode fazer a diferença no projeto.
- Acho uma boa ideia... - disse o químico, não querendo ser totalmente sincero para não se indispor com o chefe.

A empresa processa aproximadamente 10.000 litros de leite por dia, gerando em torno de 30.000 litros de resíduos líquidos/dia, com DQO nominal de 6.300 mg O₂/L e DBO de 4.600 mg O₂/L.

Vocês compõem a equipe de estagiários que trabalharão com o químico da empresa e têm a tarefa de elaborar um desenho do processo de tratamento de efluentes para essa empresa de laticínios, prevendo seu enquadramento nas exigências existentes para o lançamento de efluentes e também avaliando o potencial e a possibilidade de reúso da água nesse tipo de empreendimento.

Algumas perguntas norteadoras:

1. Quais são as características principais do resíduo líquido que será tratado?
2. Será mais adequado o tratamento biológico aeróbio, anaeróbio ou uma combinação de ambos?
3. Quais os reaproveitamentos adotados pelas indústrias desse setor?

Fontes de consulta que inspiraram este caso:

IPARDES. Caracterização da indústria de processamento e transformação do leite no Paraná. Curitiba : IPARDES, 2010. Disponível em:

http://www.ipardes.gov.br/pdf/caracterizacao_industria_leite.pdf.

MAGANHA, M.F.B. Guia técnico ambiental da indústria de produtos lácteos. São Paulo: CETESB, 2006. Disponível em:

http://www.cetesb.sp.gov.br/Tecnologia/producao_limpa/documentos/laticinio.pdf.

MILKPOINT Indústria. Disponível em: <http://www.milkpoint.com.br/industria/>.

SILVA, D.J.P. Resíduos na Indústria de Laticínios. Série Sistema de Gestão Ambiental. Universidade Federal de Viçosa: Viçosa-MG, 2011. Disponível em:

<https://www2.cead.ufv.br/sgal/files/apoio/saibaMais/saibaMais2.pdf>

Caso 4: PRA ONDE EU MANDO ESSE LODO?

A geração de lodo nas Estações de Tratamento de Água (ETAs) e nas Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs) dos sistemas de abastecimento público é inerente aos processos dessas tecnologias.

Na cidade de Caiques, na região metropolitana do Rio Grande do Sul, o recém empossado Secretário do Meio Ambiente, Alfredo Schlamm, mostrou-se preocupado com a destinação do lodo da ETA, que trata 25 milhões de metros cúbicos de água, captados de um arroio e com o lodo da ETE, que trata 3 milhões de metros cúbicos de



Fonte: BITTENCOURT, 2012.

esgoto por ano. Especialmente por conta de um relatório técnico que chegou em suas mãos logo após a posse, chamou uma reunião com o Diretor da ComÁgua (Companhia Municipal de Tratamento de Água), senhor Nicolás Sauber, e o interpelou:

- Senhor Sauber, li em um relatório que os lodos das Estações de Tratamento não estão tendo o encaminhamento correto... isso procede?

- Senhor Secretário, o lodo da ETE está sendo encaminhado para um aterro sanitário e o lodo da ETA, como o senhor leu no relatório, está sendo bombeado de volta para o manancial onde captamos a água bruta...

- Pois então... não é contraditório tratar a água e devolver o lodo para o arroio?

- Sim... embora o lodo não seja classificado como perigoso pela ABNT, pode gerar algum impacto, aumentar a turbidez, aumentar o assoreamento do arroio.

- Então, não é melhor buscar outras alternativas? - perguntou o Secretário.

- Bem, para isso precisaremos de um projeto. E que de preferência não seja arquivado depois... - retrucou o Diretor Sauber.

O Secretário ficou calado por um tempo, e disse:

- Faz um bom projeto com a tua equipe que eu garanto que não será um projeto de gaveta!

O Diretor Sauber resolveu, apesar de manter certo ceticismo, atender a solicitação. Não porque confiasse muito no secretário, mas porque confiava na sua equipe e porque sabia que um bom projeto pode ser um também um instrumento de pressão sobre os gestores.

Ao apresentar a demanda para sua equipe, citou as principais aplicações relatadas como possíveis para os lodos: utilização como fertilizante, compostagem, utilização na indústria do cimento e uso em cerâmicas.

- Quero que vocês me ajudem a explorar as alternativas viáveis, para que possamos apresentar pelo menos duas opções para o Secretário.

Vocês compõem a equipe técnica da ComÁgua e devem estudar as possibilidades para o tratamento dos lodos, apresentando pelo menos duas alternativas técnicas devidamente fundamentadas.

Algumas perguntas norteadoras:

1. Qual é o principal impasse no reaproveitamento do lodo, considerando sua composição?
2. Quais são as soluções adotadas por alguns dos municípios do Rio Grande do Sul para esse problema?
3. Qual é a legislação e as normas aplicáveis ao tratamento dos lodos?

Fontes de consulta que inspiraram este caso:

TINOCO, J. A sujeira que limpa. **Ciência Hoje On-line**. 23 jan 2007. Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br/noticias/ecologia-e-meio-ambiente/a-sujeira-que-limpa/?searchterm=lodo>

BITTENCOURT, S. Aplicação de lodos de estações de tratamento de água e de tratamento de esgoto em solo degradado. **Eng Sanit Ambient**, v.17 n.3, jul/set 2012 p.315-324. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/esa/v17n3/v17n3a08>.

SOBRINHO, P.A.; MARQUES, M.O. Alternativas de Uso de Lodos de Estações de Tratamento de Água e Estações de Tratamento de Esgoto. **Programa de Pesquisa em Saneamento Básico tema 4 Edital IV - PROSAB**. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/prosab/rede4.pdf>

BONES, E. Lodos das estações de tratamento de água e esgoto começam a receber destino correto. **Jornal Já**, 12 jan 2007. Disponível em: <http://jornalja.com.br/lodos-das-estacoes-de-tratamento-de-agua-e-esgoto-comecam-a-receber-destino-correto/>

MORITA, D.M. Usos benéficos de lodos de Estações de Tratamento de Água. **Escola Politécnica da Universidade de São Paulo**. Apostila. Disponível em: [http://www.sabesp.com.br/sabesp/filesmng.nsf/DF6C53CCF001D57A832573F00072C0DD/\\$File/sabesp_lodos_ETA.pdf](http://www.sabesp.com.br/sabesp/filesmng.nsf/DF6C53CCF001D57A832573F00072C0DD/$File/sabesp_lodos_ETA.pdf)

APÊNDICE C: FUNDAMENTAÇÃO DA PROPOSTA E GUIA COM ORIENTAÇÕES PARA RESOLUÇÕES DOS CASOS DA TECNOLOGIA DE COUROS

Fundação Liberato: Objetivos estratégicos:

Desenvolver valores que promovam uma educação para a paz, a ética e o desenvolvimento sustentável; adotar a pesquisa como prática pedagógica, inserida no pensamento sistêmico; oferecer uma educação voltada para os saberes essenciais: **aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a ser, e aprender a conviver.** (FUNDAÇÃO, 2008,p.12) [*grifo nosso*]

Estudos de caso – orientações gerais:

1. Introdução

A proposta está alicerçada no que expressa o Projeto Político Pedagógico da Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Viera da Cunha:

“A educação profissional deve incorporar, no processo de formação do aluno, a dimensão da **cidadania** e da sua construção, no exercício do trabalho não alienado, o que significa desenvolver a capacidade de planejar o próprio trabalho e participar do processo de sua gestão.” (FUNDAÇÃO, 2000 p.19) [*grifo do autor*].

Sendo necessária para a formação de profissionais Técnicos em Química a constante atualização sobre as tecnologias existentes, também se faz necessária a devida articulação desses saberes em situações-problema que aproximem o futuro profissional das condições nas quais atuará – incorporando a dimensão da ética, da responsabilidade, do respeito ao próximo e ao meio ambiente, entre outras tantas, ao longo desse processo. Nesse sentido, a metodologia de Estudos de Caso parece adequada à consolidação das competências necessárias para a formação de um profissional ético e cidadão.

O Técnico em Química, conforme descrito no Perfil Profissional estabelecido no Plano de Curso da Fundação Liberato, está habilitado para atuação em diversas áreas da Química, tendo perfil generalista, apresentando boa comunicação escrita e oral, iniciativa responsabilidade, humildade, espírito crítico e empreendedor, **capacidade de trabalhar em equipe e de tomar decisões** (FUNDAÇÃO, 2009, p.4) [*grifo nosso*]. Defende-se que o desenvolvimento desse perfil profissional não é favorecido pelo excesso de conteúdos informativos no currículo, em detrimento dos conteúdos formativos. Ao contrário, o formato tradicional das aulas baseadas em transmissão tende a apresentar novos conceitos como fatos consumados, podendo conduzir os estudantes a aceitar ideias que não compreendem e memorizar mais do tentar entender e integrar os novos aprendizados com seu conhecimento pré-existente (HUTCHINSON, 2000). Dessa forma, a utilização de Estudos de Caso apresenta uma nova possibilidade de articulação do aprendizado de conceitos com o desenvolvimento das

habilidades desejadas no perfil do Técnico em Química.

2. O que é estudo de caso?

- ✓ É uma metodologia de ensino participativa, voltada para o envolvimento do aluno. Os casos são situações onde os estudantes precisam tomar decisões sobre um determinado dilema.
- ✓ A condução do método envolve um processo de discussão, no qual o estudante deve se colocar no lugar do tomador de decisões, gerando e avaliando alternativas para o problema.
- ✓ Os estudantes trabalham colaborativamente para identificar assuntos e formular perguntas de seu interesse, e então identificar e gerenciar informações adicionais em resposta a suas perguntas.
- ✓ Na aprendizagem baseada em casos, os estudantes coletam dados e informações para fornecer sustentação para suas conclusões, e trabalham para persuadir os outros de seus achados.

3. Procedimentos e aspectos avaliativos

No andamento da atividade, foi reservado tempo em aula para pesquisas no Laboratório de Informática, consulta a publicações técnicas fornecidas pelo professor e discussões entre os grupos. Também foram disponibilizadas orientações auxiliares para contribuir na organização das ações necessárias a serem tomadas pelos grupos (Apêndices A e B).

Os itens 5 e 6 do “Guia para resolução dos casos” contém orientações sobre as produções que os grupos devem apresentar. No decorrer da atividade, foram acordadas entre as partes algumas alterações na proposta inicial, ficando estabelecido que a avaliação da atividade se dará por:

- a) Aspectos individuais: acompanhamento ao longo das aulas da participação individual (presença, pontualidade, contribuição para o trabalho). Foi salientado aos alunos que, mais do que “alguns pontos”, a postura apresentada pelo estudante constitui um “fator de multiplicação” para os demais aspectos, devendo cada estudante estar atento ao seu desempenho ao longo de todo o processo – não apenas ao final deste.
- b) Aspectos avaliados em grupo:
 - i) Produção de um diário do caso: Conforme item 6 do “Guia para resolução dos casos”. Deseja-se aqui ter o entendimento de estratégias adotadas pelo grupo ao longo de todo o processo.

ii) Apresentação oral da solução do caso: Cada grupo disporá de 20 minutos para apresentação oral do caso, e das soluções propostas com seus argumentos técnicos. Cada caso está em estudo por dois grupos diferentes, que apresentarão suas soluções em sequência. Após, será conduzido um debate entre os grupos, contando também com a participação dos demais colegas. **O grupo que apresentar a solução mais adequada, na avaliação da plateia, receberá pontuação extra.** Os slides do Power Point ou similar devem ser impressos e anexados ao Diário do Caso.

iii) Produção de texto argumentativo sobre o tema investigado: Esse texto deverá ser elaborado pelo grupo, tendo extensão **estimada** em torno de 3 a 5 páginas (considerando Fonte Times New Roman, tamanho 12). Permite-se, quando oportuno, utilizar alguma imagem, gráfico, esquema, etc. Citações e referências são importantes para reforço de argumentos, cuidando-se para que sejam formatadas adequadamente.

É importante salientar que:

- o texto não é um resumo da solução para o caso, nem uma revisão bibliográfica;
 - não há a necessidade de abordar tudo o que foi investigado, cabendo ao grupo fazer uma escolha de uma linha de argumentação sobre alguns aspectos que fizeram parte da investigação, que despertaram interesse e sobre o qual o grupo entende ser interessante promover uma reflexão;
 - o texto não é um relatório e, portanto, há maior liberdade quanto à aspectos formais – esse texto pode ser escrito em primeira pessoa, é até recomendável que assim o seja;
 - os textos serão avaliados frente aos aspectos: conhecimentos científicos, criatividade e estrutura dos argumentos.
- c) A pontuação total da atividade é de 15 pontos, de um total de 35 no trimestre.

4. Cronograma

Turma / período	Aulas práticas	Aula teórica (casos)	Aula teórica (outros)	Visita técnica	Apresentação final
Turma 1 5ª feira 8h20 – 12h	14/08 (2h/a); 21/08 (2h/a); 28/08 (2h/a);	14/08 (2h/a); 21/08 (2h/a); 28/08 (2h/a);	18/09 (2h/a) 25/09* (4h/a)	11/09 (4h/a): Peles Pampa	02/10 (5h/a)

	04/09 (2h/a).	04/09 (2h/a); 18/09 (2h/a).			
Turma 2 2ª feira 14h55 – 18h35	18/08 (2h/a); 25/08 (2h/a); 01/09 (2h/a).	18/08 (2h/a); 25/08 (2h/a); 01/09 (2h/a); 15/09 (2h/a).	15/09 (2h/a)	08/09 (4h/a); Peles Pampa	22/09* (4h/a); 29/09 (4h/a).
Turma 3 3ª feira 8h20 – 12h	12/08 (2h/a); 19/08 (2h/a); 26/08 (2h/a).	12/08 (2h/a); 19/08 (2h/a); 26/08 (2h/a); 02/09 (2h/a).	02/09 (2h/a)	09/09 (4h/a); CBC Couros	23/09* (4h/a); 30/09 (4h/a).

5. Referências:

FUNDAÇÃO Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha. **Projeto Político Pedagógico: Na construção de uma escola para os próximos 500**. Novo Hamburgo: Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha, 2000.

FUNDAÇÃO Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha. **Planejamento estratégico 2008-2015**. Novo Hamburgo: Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha, 2008.

FUNDAÇÃO Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha. **Plano do curso Técnico de Química**. Novo Hamburgo: Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha, 2009.

HUTCHINSON, John S. Teaching introductory chemistry using concept development Case Studies: Interactive and inductive learning. **University Chemistry Education**, v.4, n.1, p. 3-9, 2000.

Guia para resolução dos casos:

(1ª aula – junto com os casos):

Considerar, após a leitura do caso:

1) Reconhecer assuntos em potencial: listar termos ou frases que pareçam ser importantes para compreensão do que o caso aborda.

2) Fazer levantamento de conexões por meio de tempestade mental (brain storming): apresentar respostas para as seguintes questões: (usar o verso se necessário)

O que nós sabemos sobre o caso?	O que nós ainda precisamos saber para solucionar o caso?

3) Obter fontes ou referências adicionais para ajudar a responder ou explorar as perguntas: artigos científicos, revistas técnicas, materiais impressos, resultados de simulações, etc. O material coletado deve ser trazido para as próximas aulas, quando acontecerão atividades relacionadas às elaborações das soluções dos casos.

4) Projetar e conduzir investigações científicas relevantes para as perguntas, podendo aplicar metodologia já conhecida por vocês (entrevistas com especialistas, visitas técnicas, eventualmente alguma atividade prática de menor complexidade).

5) Produzir material que demonstre o entendimento das conclusões: fazer uma apresentação oral de 20 minutos (atividade em grupo), argumentando a favor da solução escolhida para o caso. Além da apresentação, cada integrante deverá produzir um texto argumentativo sobre a resolução do caso (atividade individual), conforme modelo que será disponibilizado pelo professor (máximo 2.000 palavras, inserção de figuras e gráficos permitida).

6) Produzir um “diário do caso”: especificar com detalhes todas as etapas percorridas até a resolução do caso: busca em fontes bibliográficas, entrevista com profissionais, reuniões de grupo, contato com empresas, discussões ocorridas, experimentos. Anexar as fontes que serviram de referência durante a investigação do caso. O diário do caso deve estar sempre atualizado para conferência nas aulas.

Orientações adicionais para resolução dos casos (2ª aula e 3ª aula):

(2ª aula):

Espera-se que, após o início das atividades de pesquisa sobre o caso recebido, que o grupo já tenha a clareza sobre o assunto abordado e suas características mais importantes, a partir da estruturação inicial proposta.

Para o encontro de hoje, 3 pontos principais são sugeridos para avançar na construção da resolução dos casos:

A) Julgamento de valor – gravidade do problema.

O grupo deve fazer um julgamento sobre a gravidade do problema descrito no caso, agregando elementos adicionais já pesquisados sobre o tema na aula anterior.

Esse julgamento deve ser registrado no diário de caso. Utilizar e mencionar referências é importante para dar sustentação à produção do grupo.

B) Inventário de medidas.

Que tipos de medidas normalmente são utilizadas pelas empresas diante da situação descrita no caso? O grupo deve reunir o maior número possível de referências sobre o que têm sido praticado frente à situação apresentada.

Registrar no diário de caso.

C) Pesquisa das características das medidas.

Na visão do grupo, as medidas apresentadas são suficientes e adequadas para resolver o problema? Por quê?

Que outras medidas o grupo considera importantes e que deveriam ser tomadas?

ATENÇÃO: os itens 3 e 4 do **Guia para resoluções dos Casos** são a base para o trabalho de hoje (obter fontes e referências e projetar metodologias e estratégias para resolução dos casos). A busca por referências e a organização de estratégias para construção da melhor resolução devem ser também registradas no diário do caso.

(3ª aula):

D) Julgamento da melhor solução:

- Que medidas vocês acharam mais adequadas para a resolução do caso?

- Explique vantagens e desvantagens em relação às opções investigadas.

E) Estabelecimento de um plano de ação:

- Organizar a forma de apresentação da solução considerada a mais adequada pelo grupo.

F) Execução da decisão:

- Selecionar os materiais mais relevantes e preparar a apresentação oral da solução.

APÊNDICE D: FUNDAMENTAÇÃO DA PROPOSTA E GUIA COM ORIENTAÇÕES PARA RESOLUÇÕES DOS CASOS DA TECNOLOGIA DE TRATAMENTO DE ÁGUA

Fundação Liberato: Objetivos estratégicos:

Desenvolver valores que promovam uma educação para a paz, a ética e o desenvolvimento sustentável; adotar a pesquisa como prática pedagógica, inserida no pensamento sistêmico; oferecer uma educação voltada para os saberes essenciais: **aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a ser, e aprender a conviver.** (FUNDAÇÃO, 2008,p.12) [*grifo nosso*]

Estudos de caso – orientações gerais:

1. Introdução

A proposta está alicerçada no que expressa o Projeto Político Pedagógico da Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Viera da Cunha:

“A educação profissional deve incorporar, no processo de formação do aluno, a dimensão da **cidadania** e da sua construção, no exercício do trabalho não alienado, o que significa desenvolver a capacidade de planejar o próprio trabalho e participar do processo de sua gestão.” (FUNDAÇÃO, 2000 p.19) [*grifo do autor*].

Sendo necessária para a formação de profissionais Técnicos em Química a constante atualização sobre as tecnologias existentes, também se faz necessária a devida articulação desses saberes em situações-problema que aproximem o futuro profissional das condições nas quais atuará – incorporando a dimensão da ética, da responsabilidade, do respeito ao próximo e ao meio ambiente, entre outras tantas, ao longo desse processo. Nesse sentido, a metodologia de Estudos de Caso parece adequada à consolidação das competências necessárias para a formação de um profissional ético e cidadão.

O Técnico em Química, conforme descrito no Perfil Profissional estabelecido no Plano de Curso da Fundação Liberato, está habilitado para atuação em diversas áreas da Química, tendo perfil generalista, apresentando boa comunicação escrita e oral, iniciativa responsabilidade, humildade, espírito crítico e empreendedor, **capacidade de trabalhar em equipe e de tomar decisões** (FUNDAÇÃO, 2009, p.4) [*grifo nosso*]. Defende-se que o desenvolvimento desse perfil profissional não é favorecido pelo excesso de conteúdos informativos no currículo, em detrimento dos conteúdos formativos. Ao contrário, o formato tradicional das aulas baseadas em transmissão tende a apresentar novos conceitos como fatos consumados, podendo conduzir os estudantes a aceitar ideias que não compreendem e memorizar mais do tentar entender e integrar os novos aprendizados com seu conhecimento

pré-existente (HUTCHINSON, 2000). Dessa forma, a utilização de Estudos de Caso apresenta uma nova possibilidade de articulação do aprendizado de conceitos com o desenvolvimento das habilidades desejadas no perfil do Técnico em Química.

2. O que é estudo de caso?

- ✓ É uma metodologia de ensino participativa, voltada para o envolvimento do aluno. Os casos são situações onde os estudantes precisam tomar decisões sobre um determinado dilema.
- ✓ A condução do método envolve um processo de discussão, no qual o estudante deve se colocar no lugar do tomador de decisões, gerando e avaliando alternativas para o problema.
- ✓ Os estudantes trabalham colaborativamente para identificar assuntos e formular perguntas de seu interesse, e então identificar e gerenciar informações adicionais em resposta a suas perguntas.
- ✓ Na aprendizagem baseada em casos, os estudantes coletam dados e informações para fornecer sustentação para suas conclusões, e trabalham para persuadir os outros de seus achados.

3. Procedimentos e aspectos avaliativos

a) Aspectos individuais: acompanhamento ao longo das aulas da participação individual (presença, pontualidade, contribuição para o trabalho, participação nos debates). Estar atento ao seu desempenho individual ao longo de todo o processo – não apenas ao final deste.

b) Aspectos avaliados em grupo:

i) Proposta de solução para o caso;

ii) Apresentação oral da solução do caso;

iii) Relato.

4. Cronograma:

Data	Atividade
04/05/2015	Apresentação da proposta de Estudos de Caso e discussões iniciais. (1 período)
18/05/2015	Trabalhando com os casos. (2 períodos)
Período para pesquisas, orientação e elaboração das resoluções.	
15/06/2015	Apresentação das resoluções dos casos, entrega da resolução escrita e debate. Avaliação da proposta. (4 períodos)

5. Referências:

FUNDAÇÃO Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha. **Projeto Político Pedagógico: Na construção de uma escola para os próximos 500**. Novo Hamburgo: Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha, 2000.

FUNDAÇÃO Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha. **Planejamento estratégico 2008-2015**. Novo Hamburgo: Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha, 2008.

FUNDAÇÃO Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha. **Plano do curso Técnico de Química**. Novo Hamburgo: Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha, 2009.

HUTCHINSON, John S. Teaching introductory chemistry using concept development Case Studies: Interactive and inductive learning. **University Chemistry Education**, v.4, n.1, p. 3-9, 2000.

Guia para resolução dos casos:

Considerar, após a leitura do caso:

1) Reconhecer assuntos em potencial: listar termos ou frases que pareçam ser importantes para compreensão do assunto que o caso aborda.

2) Fazer levantamento de conexões por meio de tempestade mental (brain storming): apresentar respostas para as seguintes questões:

- a. o que sabemos sobre o caso?
- b. O que nós ainda precisamos saber para solucionar o caso?

3) Obter fontes ou referências adicionais para ajudar a responder ou explorar as perguntas: artigos científicos, leis e normas, revistas técnicas, materiais impressos, sites de comissões técnicas, etc.

4) Projetar e conduzir investigações para as perguntas, podendo aplicar, além da pesquisa bibliográfica, metodologia já conhecida por vocês (entrevistas com especialistas, visitas técnicas).

5) Apresentar uma proposta de solução: fazer uma apresentação oral de 15 a 20 minutos (atividade em grupo), apresentando a resolução e os principais argumentos que a sustentam. Preparar-se para um breve debate e questionamentos.

6) Produzir um relato: Esse texto deverá ser elaborado pelo grupo, tendo extensão **estimada** de 3 a 6 páginas (considerando Fonte Times New Roman, tamanho 12). Permite-se, quando oportuno, utilizar alguma imagem, gráfico, esquema, etc. Citações e referências são importantes para reforço de argumentos. É importante salientar que:

- o texto não é um resumo da solução para o caso, nem uma revisão bibliográfica; o formato é livre e pode ser baseado no formato de divulgação científica (exemplo: revista Galileu, Globo Ciência, etc).
- não há a necessidade de abordar tudo o que foi investigado, cabendo ao grupo fazer uma escolha de uma linha de argumentação sobre alguns aspectos que fizeram parte da pesquisa, que despertaram interesse e sobre o qual o grupo entende ser interessante promover uma reflexão;
- o texto não é um relatório e, portanto, há maior liberdade quanto à aspectos formais – esse texto pode ser escrito em primeira pessoa, é até recomendável que assim o seja;
- os textos serão avaliados frente aos aspectos: conhecimentos técnicos, linguagem e criatividade.

APÊNDICE E: SLIDES UTILIZADOS NA AULA INICIAL DOS CASOS INVESTIGATIVOS (TECNOLOGIA DE COUROS)




FUNDAÇÃO ESCOLA TÉCNICA LIBERATO
SALZANO VIEIRA DA CUNHA

CURSO TÉCNICO DE QUÍMICA

Processos Industriais

Estudos de caso – Tecnologia de Couros

Mestrando: Prof. André L. Viegas
Orientadora: Profª Dra. Tania Salgado
(PPG Educação em Ciências – UFRGS)




FUNDAÇÃO ESCOLA TÉCNICA LIBERATO
SALZANO VIEIRA DA CUNHA

CURSO TÉCNICO DE QUÍMICA

- O que é Estudo de Casos?
- Guia para Análise e Resolução de Casos
- Resoluções para o Caso
- Argumentação e Análise Textual Discursiva
- Cronograma e aspectos avaliativos




FUNDAÇÃO ESCOLA TÉCNICA LIBERATO
SALZANO VIEIRA DA CUNHA

CURSO TÉCNICO DE QUÍMICA

O que é Estudo de Casos?

- É uma metodologia de ensino participativa, voltada para o envolvimento do aluno. Os casos são situações onde os estudantes precisam tomar decisões sobre um determinado dilema.
- A condução do método envolve um processo de discussão, no qual o estudante deve se colocar no lugar do tomador de decisões, gerando e avaliando alternativas para o problema.




FUNDAÇÃO ESCOLA TÉCNICA LIBERATO
SALZANO VIEIRA DA CUNHA

CURSO TÉCNICO DE QUÍMICA

O que é Estudo de Casos?

- Os estudantes trabalham colaborativamente para identificar assuntos e formular perguntas de seu interesse, e então identificar e gerenciar informações adicionais em resposta a suas perguntas.
- Na aprendizagem baseada em casos, os estudantes coletam dados e informações para fornecer sustentação para suas conclusões, e trabalham para persuadir os outros de seus achados.

✓ AUTORIDADE DO ARGUMENTO.




FUNDAÇÃO ESCOLA TÉCNICA LIBERATO
SALZANO VIEIRA DA CUNHA

CURSO TÉCNICO DE QUÍMICA

Guia para análise de casos:

- Reconhecer assuntos em potencial: listar termos ou frases que pareçam ser importantes para compreensão do que o caso aborda.

O que sabemos sobre o caso?	O que nós ainda precisamos saber para solucionar o caso?




FUNDAÇÃO ESCOLA TÉCNICA LIBERATO
SALZANO VIEIRA DA CUNHA

CURSO TÉCNICO DE QUÍMICA

Resoluções para os casos: avaliação

- Conhecimentos científicos – fundamentação, sustentação às afirmações.
- Argumentação estruturada.
- Análise textual discursiva.

FUNDAÇÃO ESCOLA TÉCNICA LIBERATO
SALGADO VIEIRA DO CURTUME

CTQ
CURSO TÉCNICO DE QUÍMICA

Divisão dos grupos

- 8 grupos no total: 3 ou 4 integrantes.
- Cada caso será estudado por 2 grupos diferentes.
 - **Caso 1:** O desafio dos resíduos sólidos na indústria coureira
 - **Caso 2:** O cromo hexavalente em artigos de couro.
 - **Caso 3:** Menos água, menos nitrogênio, menos DQO no curtume.
 - **Caso 4:** Biotecnologia nos processos pré-curtimento.

FUNDAÇÃO ESCOLA TÉCNICA LIBERATO
SALGADO VIEIRA DO CURTUME

CTQ
CURSO TÉCNICO DE QUÍMICA

Cronograma e aspectos avaliativos

- Trabalho dirigido em aula – uso do laboratório de informática e de materiais para consulta local.
- Produção de diário de caso.
- Acompanhamento da participação individual.
- Apresentação oral da resolução do caso, debate entre os grupos.
- Atividade individual: produção de texto argumentativo sobre a resolução do caso.

FUNDAÇÃO ESCOLA TÉCNICA LIBERATO
SALGADO VIEIRA DO CURTUME

CTQ
CURSO TÉCNICO DE QUÍMICA

Data	Atividade
12/08	Apresentação da proposta de Estudos de Caso e discussões iniciais (2 períodos).
19/08	Trabalhando com os casos I (2 períodos)
26/08	Trabalhando com os casos II (2 períodos). Preparação para visita técnica.
02/09	Visita técnica (a confirmar)
09/09	Trabalhando com os casos III (2 períodos) * Finalização de Etapa Preliminar
16/09	Conselho de Classe
23/09	Apresentação da Resolução dos Casos 1 e 2. (FEICIT) * Entrega do material escrito: diário do caso (grupo) e texto argumentativo (individual)
30/09	Apresentação da Resolução dos Casos 3 e 4. * Avaliação da proposta.

FUNDAÇÃO ESCOLA TÉCNICA LIBERATO
SALGADO VIEIRA DO CURTUME

CTQ
CURSO TÉCNICO DE QUÍMICA

Cronograma e aspectos avaliativos

- Trabalho dirigido em aula – uso do centro de informática e de materiais para consulta local.
- Produção de diário de caso.
- Acompanhamento da participação individual.
- Apresentação oral da resolução do caso, debate entre os grupos.
- Atividade individual: produção de texto argumentativo sobre a resolução do caso.

FUNDAÇÃO ESCOLA TÉCNICA LIBERATO
SALGADO VIEIRA DO CURTUME

CTQ
CURSO TÉCNICO DE QUÍMICA

Cronograma e aspectos avaliativos

- ASPECTOS INDIVIDUAIS: participação e contribuição.
- Bonificação para resolução mais estruturada de cada caso (turma também vota).
- Ao término da aula de hoje:
 - Estruturação inicial;
 - Diário do caso;
 - Cálculo do teor de Cromo III no banho de curtimento (prática do dia).

APÊNDICE F: SLIDES UTILIZADOS NA AULA INICIAL DOS CASOS INVESTIGATIVOS (TECNOLOGIA DE TRATAMENTO DE ÁGUA)



FUNDAÇÃO ESCOLA TÉCNICA LIBERATO
SALZANO VIEIRA DA CUNHA



CURSO TÉCNICO DE QUÍMICA

Processos Industriais

Estudos de caso – Tecnologia de Águas

Mestrando: Prof. André L. Viegas
Orientadora: Profª Dra. Tania Salgado
(PPG Educação em Ciências – UFRGS)



FUNDAÇÃO ESCOLA TÉCNICA LIBERATO
SALZANO VIEIRA DA CUNHA



CURSO TÉCNICO DE QUÍMICA

- **Fundação Liberato: Objetivos estratégicos:**
- Desenvolver valores que promovam uma educação para a paz, a ética e o desenvolvimento sustentável; adotar a pesquisa como prática pedagógica, inserida no pensamento sistêmico; oferecer uma educação voltada para os saberes essenciais: **aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a ser, e aprender a conviver.** (FUNDAÇÃO, 2008,p.12) *[grifo nosso]*



FUNDAÇÃO ESCOLA TÉCNICA LIBERATO
SALZANO VIEIRA DA CUNHA



CURSO TÉCNICO DE QUÍMICA

➤ O Técnico em Química, conforme descrito no Perfil Profissional estabelecido no Plano de Curso da Fundação Liberato, está habilitado para atuação em diversas áreas da Química, tendo perfil generalista, apresentando boa comunicação escrita e oral, iniciativa, responsabilidade, humildade, espírito crítico e empreendedor, capacidade de trabalhar em equipe e de tomar decisões (FUNDAÇÃO, 2009, p.4) *[grifo nosso]*.



FUNDAÇÃO ESCOLA TÉCNICA LIBERATO
SALZANO VIEIRA DA CUNHA



CURSO TÉCNICO DE QUÍMICA

- O que é Estudo de Casos?
- Guia para Análise e Resolução de Casos
- Resoluções para o Caso
- Texto argumentativo - relato
- Cronograma e aspectos avaliativos



FUNDAÇÃO ESCOLA TÉCNICA LIBERATO
SALZANO VIEIRA DA CUNHA



CURSO TÉCNICO DE QUÍMICA

O que é Estudo de Casos?

- É uma metodologia de ensino participativa, voltada para o envolvimento do aluno. Os casos são situações onde os estudantes precisam tomar decisões sobre um determinado dilema.
- A condução do método envolve um processo de discussão, no qual o estudante deve se colocar no lugar do tomador de decisões, gerando e avaliando alternativas para o problema.



FUNDAÇÃO ESCOLA TÉCNICA LIBERATO
SALZANO VIEIRA DA CUNHA



CURSO TÉCNICO DE QUÍMICA

O que é Estudo de Casos?

- Os estudantes trabalham colaborativamente para identificar assuntos e formular perguntas de seu interesse, e então identificar e gerenciar informações adicionais em resposta a suas perguntas.
- Na aprendizagem baseada em casos, os estudantes coletam dados e informações para fornecer sustentação para suas conclusões, e trabalham para persuadir os outros de seus achados.

✓ **AUTORIDADE DO ARGUMENTO.**

FUNDAÇÃO ESCOLA TÉCNICA LIBERATO
SALZANO VIEIRA DA SILVA

CTQ
CURSO TÉCNICO DE QUÍMICA

Guia para análise de casos:

- Por ser uma metodologia já bem pesquisada, há alguns caminhos que podem ser considerados como roteiro das etapas. Vocês receberão essas orientações.
- Reconhecer assuntos em potencial: perceber o que se sabe e o que ainda não se sabe sobre o assunto estudado.

FUNDAÇÃO ESCOLA TÉCNICA LIBERATO
SALZANO VIEIRA DA SILVA

CTQ
CURSO TÉCNICO DE QUÍMICA

Resoluções para os casos: avaliação

- Conhecimentos científicos – fundamentação, sustentação às afirmações.
- Argumentação estruturada.
- Participação ativa em aula e nas apresentações e debates.

FUNDAÇÃO ESCOLA TÉCNICA LIBERATO
SALZANO VIEIRA DA SILVA

CTQ
CURSO TÉCNICO DE QUÍMICA

Divisão dos grupos

- 8 grupos no total:
- Cada caso será estudado por 2 grupos diferentes.
 - **Caso 1:** Conflito engarrafado
 - **Caso 2:** Água cafeinada
 - **Caso 3:** Água leitosa
 - **Caso 4:** Para onde eu mando esse lodo?

FUNDAÇÃO ESCOLA TÉCNICA LIBERATO
SALZANO VIEIRA DA SILVA

CTQ
CURSO TÉCNICO DE QUÍMICA

Cronograma e aspectos avaliativos

- **Aspectos individuais:** acompanhamento ao longo das aulas da participação individual (presença, pontualidade, contribuição para o trabalho, participação nos debates). Estar atento ao seu desempenho individual ao longo de todo o processo – não apenas ao final deste.
- **Aspectos avaliados em grupo:**
 - **Proposta de solução para o caso;**
 - **Apresentação oral da solução do caso;**
 - **Relato.**

AUTONOMIA

FUNDAÇÃO ESCOLA TÉCNICA LIBERATO
SALZANO VIEIRA DA SILVA

CTQ
CURSO TÉCNICO DE QUÍMICA

Cronograma e aspectos avaliativos

Data	Atividade
04/05	Apresentação da proposta de Estudos de Caso e discussões iniciais (1 período)
18/05	Trabalhando com os casos (2 períodos)
	Período para pesquisas, orientação e elaboração das resoluções
15/06	Apresentação das resoluções dos casos, entrega da resolução escrita e debate. Avaliação da proposta. (4 períodos)

APÊNDICE G: MODELO DE TERMO DE CONSENTIMENTO E INFORMAÇÃO

TERMO DE CONSENTIMENTO E INFORMAÇÃO:

Nome da pesquisa: A aplicação da metodologia de Estudos de Caso como possibilidade de ensino-aprendizagem no contexto do componente curricular Processos Industriais em um Curso Técnico em Química.

Pesquisadores responsáveis: Profa. Dra. Tania Denise Miskinis Salgado e Mestrando André Luís Viegas.

Informações sobre a pesquisa: A argumentação no ensino de ciências tem sido objeto de muitos estudos, que têm evidenciado a sua importância na formação profissional. Para trazer para o ambiente escolar essa proposição, as atividades baseadas na resolução de problemas apresentam-se como uma possibilidade a ser explorada. Nesta pesquisa, temos como objetivo elaborar e investigar atividades de ensino potencialmente capazes de favorecer o desenvolvimento da argumentação em aulas de química, relacionadas aos tópicos de Processos Industriais – Processamento de Couros.

Dessa forma, convidamos você, estudante do componente curricular Processos Industriais III, do 4º ano do Curso Técnico de Química da Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha, a participar desse estudo. Assumimos o compromisso de manter sigilo total quanto à sua identidade, como também garantimos que o desenvolvimento da pesquisa foi planejado de forma a não produzir riscos ou desconforto para os participantes. Pedimos também autorização para gravar (em áudio e vídeo) as apresentações das soluções dos estudos de caso.

Profa. Dra. Tania Denise Miskinis Salgado

André Luís Viegas

(Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências – UFRGS)

Eu, _____
RG _____, abaixo assinado, tendo recebido as informações constantes no verso, ciente dos meus direitos, concordo em participar da referida pesquisa, bem como ter:

1. A garantia de receber todos esclarecimentos sobre todas as discussões antes e durante o desenvolvimento da pesquisa, podendo afastar-me a qualquer momento assim que desejar.
2. A segurança plena de que não serei identificado, mantendo o caráter oficial da informação, assim como está assegurado que a pesquisa não acarretará nenhum prejuízo individual ou coletivo.
3. A segurança de que não terei nenhum tipo de despesa material ou financeira durante o desenvolvimento da pesquisa, bem como esta pesquisa não causará nenhum tipo de risco, dano físico, ou mesmo constrangimento moral ou ético.
4. A garantia de que toda e qualquer responsabilidade nas diferentes fases da pesquisa é dos pesquisadores, bem como fica assegurado que a divulgação dos resultados finais será feita em meios de comunicação e órgão de divulgação científica idôneos.
5. A garantia de que todo o material resultante será usado exclusivamente para a construção da pesquisa e ficará sob a guarda dos pesquisadores.

Tendo ciência do exposto acima, expresso minha concordância em participar da pesquisa.

Novo Hamburgo, _____ de _____ 2014.

Assinatura do participante.

Se menor de 18 anos:

Nome do pai/responsável legal:

Assinatura dos pais/responsável legal