



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**INSTITUTO DE QUÍMICA**

**Fernando Júnio Soares Beserra**

**TOXICOLOGIA OCUPACIONAL: UMA PROPOSIÇÃO DE  
UM ESTUDO DE CASO PARA O ENSINO SUPERIOR**

**TRABALHO DE TÉRMINO DE CURSO**

**Brasília – DF**

**2º/2017**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**INSTITUTO DE QUÍMICA**

**Fernando Júnio Soares Beserra**

**TOXICOLOGIA OCUPACIONAL: UMA PROPOSIÇÃO DE  
UM ESTUDO DE CASO PARA O ENSINO SUPERIOR**

Trabalho de Conclusão de Curso em Ensino de Química apresentada ao Instituto de Química da Universidade de Brasília, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado em Química.

**Orientadora: Patrícia Fernandes Lootens Machado**

**2º/2017**

A educação para cidadania é também uma educação da consciência humana para seus valores éticos e morais. Valores esses que devem ser fundamentados no princípio do respeito à vida e no princípio da igualdade, para que assim sejam garantidos os direitos fundamentais do Homem ao mesmo tempo que haja o dever do seu compromisso com a nova sociedade.

Wildson Luiz Pereira dos Santos (1992)

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me conduzido até aqui. Agradeço pela vida, pela saúde e também por me capacitar para realizar meus sonhos.

Agradeço ao pilar maior da minha vida: minha família. Em especial, agradeço a minha mãe, Rosimá Soares Souza, pelo seu imensurável amor e carinho, pelos seus cuidados inesgotáveis e por ter me ensinado a ser quem eu sou. Agradeço a minha irmã, Sabrina Soares Beserra, pelas inúmeras demonstrações de carinho, amor e cuidado. Agradeço ao meu pai, José Fernandes Beserra, pelas palavras e pela ajuda em momentos que precisei.

Agradeço a minha segunda família: meus amigos. Em especial aos meus irmãos de alma, Caio Victor Ribeiro dos Santos e Davi da Silva Filho, que têm me acompanhado desde o tempo em que éramos crianças. Agradeço também ao meu irmão de curso de graduação, Filipe Souza da Rocha, por ter me dado força e demonstrações de companheirismo durante todo o curso.

Agradeço aos meus colegas de graduação, principalmente aqueles que aceitaram participar do processo desse trabalho.

Agradeço ao Professor Dr. Wildson Luiz Pereira dos Santos pelos ensinamentos de vida e de Química durante o período em que o Senhor Deus o permitiu estar entre nós. Agradeço ao Professor Dr. Ricardo Gauche pelas seus ensinamentos e compartilhamento de experiência durante todo o período em que estive no curso.

Agradeço à Professora Dr.<sup>a</sup> Patrícia Fernandes Lootens Machado, pelas orientações desse trabalho, pelos conselhos e também pelos cuidados para comigo. Agradeço à Professora Stefannie de Sá Ibraim pelas colaborações ao meu trabalho.

Agradeço ao Professor Dr. Júlio Lemos de Macedo por ter me concedido oportunidades e experiências com a Química durante o meu período de graduação. Agradeço também a todos os outros professores por suas singulares contribuições para a minha formação.

## SUMÁRIO

Agradecimentos .....	iv
Sumário.....	v
Introdução.....	6
CAPÍTULO I – Referencial teórico .....	9
Circunstâncias em torno do desenvolvimento de metodologias que fomentem o interesse dos estudantes por carreiras científicas .....	9
Aspectos acerca da estratégia de Aprendizagem Baseadas em Situações Problemas.....	10
Estudo de Caso para o Ensino de Ciências.....	13
Noções sobre a aprendizagem colaborativa.....	15
CAPÍTULO II – Metodologia .....	18
CAPÍTULO III – Resultados e Discussões .....	21
Questão 1 do Questionário – conhecendo um pouco sobre o estudante participante.....	21
Questão 2 do Questionário – informações acerca do Caso .....	23
Questão 3 do Questionário – <i>Feedback</i> sobre o Estudo de Caso .....	28
CAPÍTULO IV – Considerações finais .....	31
Referências .....	33
Apêndice.....	35

## INTRODUÇÃO

Há algum tempo que o volume de trabalhos acadêmicos voltados para a proposição e investigação de metodologias que rompem com a visão tradicional do ensino de Química tem aumentado na literatura. De acordo com Rekes, Zanchetta e Vanin (2016), essas novas metodologias apresentam a contextualização como uma alternativa para tornar os conceitos de química mais significativos para os estudantes. Para Santos (2007), a contextualização abre a possibilidade de se praticar um ensino mais humanístico que aproxima o mundo vivenciado pelo estudante das questões relativas à ciência e à tecnologia. Os objetivos desse ensino, portanto, priorizam o desenvolvimento de valores e do pensamento crítico, uma vez que governarão as tomadas de decisão e também a formulação do entendimento do estudante sobre conteúdos abordados durante o processo de ensino e aprendizagem. Para isso, leva-se a eles uma visão mais holística do mundo ao mesmo tempo em que se promove o reconhecimento da relevância do conhecimento das ciências para a compreensão da dinâmica da vida e da natureza.

A aplicação dessas novas metodologias também surgiu como uma medida de correção às deficiências em educação científica dos estudantes em países como os Estados Unidos, por exemplo, que por volta da década de 80 sofria com o baixo número de estudantes em carreiras científicas (HERREID, 1994). Nos dias atuais do Brasil, essa deficiência em educação científica tem refletido em altos índices de desinteresse pelas carreiras científicas e também em evasão de estudantes de ensino superior que cursam cursos relacionados a área de ciência exatas e da natureza (GREGÓRIO *et al.*, 2017).

Os obstáculos encontrados no ensino superior de Química residem principalmente na maneira como o currículo do curso é construído, pois ele ainda reflete uma época em que o ensino de Química estava muito mais centrado em ter grandes quantidades de conteúdos desconexos e que não se aplicam facilmente às situações vivenciadas pelas pessoas diariamente. Nas disciplinas isso se configura em forma de provas extensas com pouca ou nenhuma atividade contextualizada. Além disso, o professor pode representar mais um agravante ao se referir aos conteúdos como triviais enquanto que os estudantes não os compreendem da mesma forma.

Somado a isso está a dificuldade que muitos estudantes dos cursos de ciências, como a Química, têm com as disciplinas de matemática. Em parte, porque essas deficiências acabaram não sendo corrigidas durante o período do ensino básico.

Diante dessa dificuldade, os estudantes se sentem desmotivados ou até mesmo incapazes de poderem concluir o curso. Essa desmotivação, no entanto, não é algo exclusivo dos cursos de Química. Segundo Ogunde *et al.* (2017), o desinteresse de estudantes por cursos de Ciências no ensino superior é alto. Se, por um lado, a origem do desinteresse está na maneira, muitas vezes, incompreensível com que os conteúdos são falados em sala de aula, por outro lado, os estudantes acabam não se sentindo capazes de desempenhar a profissão de cientista.

Essa percepção atribui mais importância para a utilização de novos métodos que facilite a compreensão e a construção do conhecimento e que também promova o interesse pelo curso. De acordo com Ogunde *et al.* (2017), as metodologias que mais têm tido sucesso em promover o interesse dos estudantes são as que buscam trazer o cotidiano dos profissionais que trabalham com ciência para os estudantes durante a graduação. O autor ainda relata que essas metodologias têm gerado impacto nos índices de desistências dos cursos de ciências, notabilizando-se uma diminuição na porcentagem de estudantes que abandonam os cursos, o que revela um maior interesse pela profissão de cientista.

Nesse cenário, o presente trabalho se preocupou em desenvolver um material baseado em duas estratégias que buscam levar ao estudante de Química uma experiência contextualizada e, ao mesmo tempo, aplicada a algumas atividades desempenhadas pelos químicos. A primeira diz respeito à estratégia da Aprendizagem Baseada em Situações Problemas (PBL – do inglês, *Problem Based Learning*) e a segunda ao Estudo de Casos.

A PBL permite posicionar o estudante em situações que simulam a realidade. O seu intuito é proporcionar a formação de um estudante melhor preparado para lidar com as situações práticas de sua profissão, uma vez que um dos aspectos que mais trazem desmotivação para os estudantes de Química é a não compreensão da aplicabilidade dos conteúdos aprendidos na academia em situações práticas demandadas pela vida profissional. Adicionalmente, essa estratégia vai permitir que o estudante adquira uma experiência prévia sobre atividades que os químicos desenvolvem, algo que é bastante desejável pelos empregadores atualmente (GÜNTER; ALPAT, 2017; OVERTON *et al.*, 2002)

A outra estratégia que tem se mostrado efetiva para a compreensão e aplicação dos conceitos químicos no cotidiano profissional é o Estudo de Casos. Na literatura, encontra-se aplicações dessa estratégia no ensino superior voltadas para a produção de atividades experimentais em laboratório (McDONNEL; O'CONNOR; SEERY, 2007), para a formação inicial de professores (MASSENA; GUZZI FILHO; SÁ, 2013) e também para o entendimento de química analítica e química aplicada (BELT *et al.*, 2002). Para os fins desse trabalho, o foco estará na produção de um Estudo de Caso e avaliação da sua efetividade para resolução do Caso proposto, bem como o material de apoio disponibilizado confeccionado.



## CAPÍTULO I – REFERENCIAL TEÓRICO

### **Circunstâncias em torno do desenvolvimento de metodologias que fomentem o interesse dos estudantes por carreiras científicas**

Desde o período de ensino básico que a aversão dos estudantes pelos conteúdos relativos às áreas de ciência exatas tem se notabilizando uma preocupação para autoridades e professores. Na década passada, tendo os Estados Unidos experimentado a queda da competitividade do país no desenvolvimento de tecnologia frente a outros países de mesmo *status*, um movimento voltado para o incentivo de imersão dos estudantes em carreiras relativas a Ciência, Tecnologia, Engenharias e Matemática foi iniciado a partir do programa STEM (acrônimo do inglês *Science, Technology, Engineering and Mathematics*). Esse movimento veio a inserir mais ainda os Estados Unidos na rota de desenvolvimento industrial e tecnológico, além de reafirmar a importância do uso da ciência para o crescimento do país (CHONKAEW; SUKHUMMEK; FAIKHAMTA, 2016).

Embora os Estados Unidos, assim como outras potências mundiais do continente europeu, sejam reconhecidos pela valorização da ciência para o desenvolvimento do país, muitos outros países, assim como o Brasil, têm experimentado a queda no número de estudantes interessados pelas carreiras científicas que compreendem também as carreiras STEM. Os motivos vão desde a baixa procura pelos cursos de ciências, até a difícil permanência neles, uma vez que já tenham ingressado. Neste trabalho, as atenções estarão voltadas para esses estudantes que já estão no ensino superior (CHONKAEW; SUKHUMMEK; FAIKHAMTA, 2016).

Segundo Ogunde *et al.* (2017), estudos direcionados para a investigação das causas da evasão dos estudantes dos cursos de ciências exatas têm ajudado os departamentos de ciências das universidades a desenvolverem políticas de motivação a esses estudantes com perfil para as carreiras científicas. Basicamente, os esforços têm sido em cima do desenvolvimento de metodologias que estimulam o interesse dos estudantes, aproximando-os do cotidiano dos profissionais que trabalham em suas áreas de estudo. Vários relatos têm mostrado que por meio disso, os estudantes se sentem mais motivados e estimulados a permanecerem e se formarem

um profissional da área (OGUNDE *et al.*, 2017; CHONKAEW; SUKHUMMEK; FAIKHAMTA, 2016).

Nos cursos de Ciências da Natureza, essa aproximação com as atividades dos cientistas tem o objetivo de levar aos estudantes a compreensão da aplicabilidade dos conceitos em situações por eles vivenciadas. O que têm-se notado é que durante o período de formação os estudantes têm adquirido certa insegurança sobre sua capacidade de conseguir exercer a profissão de cientista, uma vez que não compreendem os conteúdos que são tratados em sala de aula com a mesma facilidade com que o professor, por exemplo, fala deles durante as aulas. (CHONKAEW; SUKHUMMEK; FAIKHAMTA, 2016; OGUNDE *et al.*, 2017). Durante a graduação, o estudante por vezes é levado a crer que certas especialidades da carreira profissional são de difícil alcance, já que durante o curso, além de sofrer com as reprovações, percebe a dificuldade da aplicação do conhecimento apreendido nas disciplinas em contextos de atividades da profissão.

Especificamente para os cursos de Química, o grande desafio dos educadores está em possibilitar que os estudantes interpretem o mundo intangível trazido por ela, na realidade de cada um. Para isso, a Química trabalha com três níveis interpretativos, são eles: o macroscópico, o submicroscópico e o simbólico ou representativo. Como Chonkaew; Sukhummek e Faikhamta, (2016) bem descreve, “uma boa interpretação em química requer a habilidade de correlacionar esses níveis e explicar as mudanças observadas no nível macroscópico em termos das interações entre átomos e moléculas” (p. 873).

Diante disso, o desenvolvimento de metodologias que fomentem a motivação dos estudantes a permanecerem nos cursos de ciências como a Química passaram a ser um importante instrumento educacional para os educadores. Algumas estratégias de ensino como a PBL têm se mostrado valiosas nesse empenho, e para se ter uma compreensão melhor dos mecanismos utilizados pela aprendizagem por meio da resolução de problemas deve-se, primeiramente, entender os fundamentos que a acompanha.

### **Aspectos acerca da estratégia de Aprendizagem Baseadas em Situações Problemas**

Na literatura, é unanimidade o papel motivacional que a PBL desempenha nos estudantes (BELT *et al.*, 2002; OVERTON; RANDLES, 2015; MATAKA; KOWALSKE, 2015). Pode-se dizer que o principal motivo para que isso aconteça é que “aprender fazendo é

muito mais interessante do que a recepção passiva da informação, porque a participação ativa permite que o estudante experimente o desafio de estar envolvido na resolução do problema” (MATAKA; KOWALSKE, 2015, p. 929).

Por conta disso, uma das primeiras utilizações da estratégia da PBL se deu no ramo dos cursos de medicina (OVERTON; RANDLES, 2015). Por ser um curso que exige que os estudantes estejam em contato com as atividades de um médico o quanto antes, é natural que as primeiras aparições da PBL para o ensino acontecessem nessa área. No entanto, logo começou a ser utilizada também nos cursos de ciências da natureza, tal como a Química. Fundamentalmente, essa pedagogia pode ser definida como “a aprendizagem que resulta do processo de busca ao entendimento ou resolução de um problema” (BARROWS<sup>1</sup>, 1996 *apud* OVERTON; RANDLES, 2015, p. 251). As bases teóricas dessa estratégia se apoiam nas ideias construtivistas de que a aprendizagem deve ser baseada nas experiências vivenciadas e, a partir delas, possibilitar a construção do próprio conhecimento sobre o assunto. Pela sua dinâmica, a PBL pode contribuir para que os alunos reflitam criticamente e também avaliem e decidam os melhores caminhos para a resolução de um problema (OVERTON; RANDLES, 2015).

A grande diferença da PBL para as outras estratégias de ensino se baseia no fato da utilização de três etapas no processo de aprendizagem. A primeira diz respeito à identificação do problema propriamente dito; a segunda seria a apropriação do conteúdo necessário para o entendimento dele e a terceira a aplicação dos meios de resolução (OVERTON *et al.*, 2002). Ou seja, o estudante se deparará com uma situação desafiante que demanda a compreensão de múltiplos conhecimentos para que, só então, consiga aplicar as técnicas disponíveis em prol da resolução do problema posto.

Todavia, para que a estratégia esteja coerente com a sua proposta didática (aprendizagem baseada em situações reais), é necessário que se elabore problemas aplicáveis ao público de interesse. Ou seja, situações que retratem o cotidiano dos estudantes e também que envolvam cenários e situações mais próximas possíveis do seu mundo real. Para OVERTON *et al.* (2002), a experiência com esse tipo de estratégia é valiosíssima, visto que ajuda o estudante a encontrar significado e sentido para os assuntos estudados nas disciplinas,

---

<sup>1</sup>BARROWS, H. S. Problem-based learning in medicine and beyond: a brief overview, *New Directions for Teaching and Learning*, 1996, 68, 3–12.

além de fomentar neles o entusiasmo e o interesse pelas atividades que os químicos desempenham.

Na química, muitas são áreas em que a PBL pode ser aplicada. Na literatura, encontramos exemplos em contextos industriais, farmacêuticos, ambientais e também no ensino de (OVERTON *et al.*, 2002). Com isso, algumas possibilidades de exploração da estratégia surgem como propostas que complementam a formação do estudante de química.

No trabalho de McDonnel, O'Connor e Serry. (2007), por exemplo, a PBL é utilizada em uma disciplina de laboratório. As problemáticas encontradas pelo trabalho se resumem nos seguintes fatos:

- O estilo de receita das práticas de laboratório usadas na maioria das universidades não permite que o estudante entenda sobre o maior propósito da sua investigação e da sequência de procedimentos que devem ser tomados para que se alcance os objetivos;
- O comprometimento é seriamente negligenciado, resultando na impressão de que o trabalho em laboratório não precisa ser levado a sério. (p. 131).

A receita mencionada pelo autor refere-se ao método tradicional de aulas de laboratório, em que os estudantes possuem somente o objetivo de executar os procedimentos do roteiro previamente preparado, em geral, pelos professores da disciplina, a fim de que cheguem ao resultado esperado, que também já é de conhecimento dos docentes.

Nesse modelo, as possibilidades de aprendizagem certamente estarão limitadas, uma vez que somente por meio dos relatórios a serem preparados após a aula os estudantes terão a oportunidade de investigar por conta própria as melhores opções de resolução dos problemas propostos. Além disso, McDonnel, O'Connor e Serry. (2007) relatam que nem mesmo as aulas de laboratórios que os alunos têm em suas universidades permitem que eles entendam e assimilem como aplicar o conhecimento em uma situação real da profissão.

Diante dessas circunstâncias, McDonnel, O'Connor e Serry, aplicaram a PBL em uma disciplina de laboratório em que os estudantes tinham a missão de desenvolver miniprojetos que envolviam os seguintes passos: desenvolvimento de uma estratégia; revisão da literatura sobre o assunto a ser abordado; testes experimentais; avaliação dos resultados; reportar achados e aprendizagens e, por fim, elaborar o relatório final para avaliação dos docentes. Os temas em que os estudantes desenvolviam o miniprojeto foram baseados em situações reais. Portanto, toda a experiência tida pelos os estudantes durante o período da disciplina, fez com que eles

tivessem uma boa noção sobre uma das atividades que a sua profissão poderia lhe proporcionar.

No âmbito da Química Analítica a estratégia PBL se torna um importante instrumento para familiarizar os estudantes com as técnicas analíticas e com atividades que façam uso de métodos analíticos tendo em vista que esses estudantes, num futuro próximo, serão os novos profissionais da área (BELT *et al.*, 2002). Mas a utilização da PBL não se limita a só isso. No trabalho de Günter e Alpat (2016), por exemplo, buscou-se entender qual o impacto da PBL sobre o desempenho acadêmico dos estudantes nas disciplinas que envolvem o conteúdo de eletroquímica. No entendimento dos autores,

os estudantes devem ser capazes de compreender e interpretar os novos desafios relacionados à Química Analítica, além de serem capazes de criar hipóteses sobre as possíveis soluções para os problemas analíticos existentes e também para os potenciais problemas que podem vir a existir. ( p. 79).

A partir disso, os estudantes estariam sujeitos a estruturarem uma investigação como os cientistas o fazem usualmente. Nessa perspectiva, para avaliar o desempenho acadêmico dos estudantes a partir da aplicação da PBL, eles foram submetidos a atividades experimentais e reais que um cientista da área se depararia. Os autores avaliaram o desempenho desses alunos a partir da análise dos objetivos a serem alcançados nas atividades.

Por vezes, a estratégia da PBL se confunde com a estratégia de Estudo de Caso. Apesar de se basearem dos mesmos pressupostos didáticos, há diferenças entre elas que acabam tornando-as mais adequadas para situações e contextos específicos. Para se buscar um melhor entendimento sobre essas diferenças é preciso entender quais as características que cercam a elaboração de um Estudo de Caso.

### **Estudo de Caso para o Ensino de Ciências**

A utilização do Estudo de Caso no ensino de ciências está consolidada há algum tempo como uma boa alternativa para a aproximação das situações vivenciadas pelos estudantes diariamente com a aplicabilidade dos conteúdos estudados dentro de sala de aula. Esses estudos também têm se mostrado uma boa escolha de estratégia de ensino quando o objetivo é aproximar os estudantes da realidade de diversas profissões. Sabendo disso, diversos cursos, tais como a Medicina, o Direito, a Administração e a Economia, têm adotado essa estratégia para habituar seus estudantes aos seus respectivos campos de trabalho (MASSENA; GUZZI FILHO; SÁ 2013).

Além disso, este autor destaca que a partir da utilização dessa estratégia, é oferecida aos estudantes “a oportunidade de direcionar sua própria aprendizagem e investigar aspectos científicos e sociocientíficos presentes em narrativas que apresentam situações reais ou simuladas com complexidade adequada ao público que se destina” (p. 1067). De acordo com Queiroz e Cabral (2016), essa prática pedagógica tem sido amplamente recomendada pelos educadores, pois priorizam o papel do estudante no processo de ensino e aprendizagem e atribuem ao professor o papel de problematizar e intermediar a apropriação do conhecimento por parte dos alunos.

Por serem uma variante da PBL, os Estudos de Casos diferem muito pouco quanto aos seus fundamentos. A principal diferença está nos objetivos de uma e de outra. Enquanto que a PBL se caracteriza mais pela aprendizagem e aplicação de conceitos, os Estudos de Casos permitem explorar mais habilidades como a tomada de decisão tanto em âmbito pessoal, quanto profissional. Com isso, a PBL pode ocorrer em situações mais pontuais cuja meta se centraliza somente na aprendizagem de um conceito, enquanto que as discussões acerca de um Estudo de Caso podem se pendurar por muito tempo a depender de como o professor deseja encaminhar as discussões.

Para que o Estudo de Caso possa atender aos seus objetivos, as narrativas devem ser elaboradas com um conteúdo que desperte a curiosidade dos estudantes, tais como questões vivenciadas dentro das escolas ou até mesmo situações que simulem a realidade de várias profissões. Herreid (1998), citado no livro de Queiroz e Cabral (2016, p. 13), sugere aspectos relevantes para a elaboração de um Estudo de Caso. Para ele, um “bom caso”:

- Narra uma história;
- Desperta o interesse pela questão;
- Deve ser atual;
- Produz empatia para com as personagens centrais;
- Inclui diálogos;
- É relevante ao leitor;
- Tem utilidade pedagógica;
- Provoca um conflito;
- Força uma decisão;
- Tem generalizações;
- É curto

O formato de narrativa, permite o uso de uma linguagem mais informal como, por exemplo, o uso de gírias. Esse tipo de linguagem permite a aproximação entre o estudante e o

personagem, podendo resultar em uma participação mais efetiva na resolução dos Casos. Muitas vezes, os diálogos que se estabelecem nas narrativas fazem com que o estudante queira se posicionar a favor do personagem com que ele tenha se identificado (QUEIROZ; CABRAL, 2016).

Pensando nisso, o presente trabalho se preocupou em trabalhar com um conteúdo em que se acredita despertar o interesse de muitos estudantes de ciências: a investigação forense. Isto porque entende-se que a perspectiva investigativa associada às atividades desenvolvidas pelos peritos forenses juntamente com a quantidade de séries, filmes e programas de televisão que propagam a imagem do perito como um personagem protagonista na elucidação de crimes, aclamam esse público estudantil para assumir papéis nos processos investigativos, desempenhar atividades semelhantes ao profissional.

Outra constatação é que, assim como a PBL, os Estudos de Casos são reconhecidos por auxiliar a desenvolver indivíduos com perfis colaborativos, criativos, melhores ouvintes e também melhores aprendizes (OVERTON; RANGLES, 2015). De acordo com Mataka e Kowalske (2015), essas são habilidades altamente desejáveis pelos empregadores, uma vez que profissionais criativos e que trabalham colaborativamente desenvolvem um comprometimento com o trabalho agradável para as grandes empresas. Para um melhor entendimento sobre o perfil colaborativo dessa estratégia deve-se explorar um pouco sobre a aprendizagem colaborativa.

### **Noções sobre a aprendizagem colaborativa**

Segundo Torres e Ilara (2014), nos últimos anos, os educadores têm reconhecido na aprendizagem colaborativa o potencial de desenvolver estudantes mais estimulados com a aprendizagem. Segundo seus estudos, por meio dessa forma de ensinar e aprender os estudantes passam a exercitar mais o pensamento crítico, a capacidade de interação, a de negociação de informações e também a de resolução de problemas.

As ideias que cercam a aprendizagem colaborativa reprovam fortemente a concepção de que o conhecimento é transmitido de um indivíduo para o outro. Ao contrário disso, entende-se que o conhecimento é construído socialmente por meio de colaboração e apreendido entre os indivíduos que compõem um corpo social.

Esse pensamento há algum tempo tem sido utilizado como um instrumento importante na formação de estudantes mais empenhados. Torres e Ilara (2014) destacam que “desde o século XVIII, educadores utilizaram-se e têm se utilizado da filosofia da aprendizagem colaborativa, cooperativa e de trabalho em grupos, pois acreditavam em seu potencial de preparar seus alunos para enfrentar a realidade profissional” (p. 62).

Além de preparar os estudantes para a realidade profissional do trabalho em equipe, a aprendizagem em grupos colaborativos ajuda na formação de um cidadão mais democrático. A interdependência entre grupos de pessoas desenvolve nelas o reconhecimento da importância de cada personagem na construção de uma história (SANTOS, 2007). Nesse sentido, um problema ambiental seria resolvido mais eficientemente se, por exemplo, um químico, um biólogo, um engenheiro ambiental entre outros profissionais se comunicarem e trocarem ideias para a construção de um conhecimento que será utilizado em prol do objetivo de resolver o problema.

Uma definição alternativa é dada no texto de Torres e Ilara (2014) a respeito da aprendizagem colaborativa. Segundo as autoras essa aprendizagem consiste no “efeito colateral de uma interação entre pares que trabalham em sistema de interdependência na resolução de problemas ou na realização de uma tarefa proposta pelo professor” (p. 65). Do ponto de vista das próprias autoras, uma aprendizagem que se baseia na interação entre grupo produz resultados muito mais significativos em termos de eficiência em relação àqueles em que a competitividade e o individualismo são características predominantes. Nesse sistema, os integrantes do grupo estariam empenhados em um esforço coordenado em prol do alcance dos objetivos traçados. Isso caracterizaria, portanto, que o fracasso ou o sucesso seria atribuído a todos de maneira igualitária sem que uma parcela seja atribuída com maior peso a algum dos integrantes.

Em determinadas situações, como a resolução de um Caso, esse engajamento mútuo dos participantes será de grande valor. Uma vez que a história narrada pelo Caso tiver sido posta, espera-se que os participantes se envolvam de maneira integral diante dos problemas que terão de resolver, pois assim demonstrarão comprometimento e empenho para que se alcance algum resultado.

A implementação dessas estratégias que buscam a participação mais ativa dos estudantes nos cursos de ciências naturais tem sido bastante recorrente por seu caráter



motivador e formativo. Além disso, o fato de os estudantes terem que a todo tempo estar se comunicando entre si permite que suas habilidades de comunicação e também de trabalho em grupo sejam aprimoradas.

## CAPÍTULO II – METODOLOGIA

Este trabalho tem por objetivo elaborar e avaliar um Estudo de Caso, bem como o material de apoio ao Caso que consiste de um Hemograma e uma Vistoria de Laboratório, diagnosticando se são suficientes para que os estudantes consigam desenhar uma solução para o problema apresentado. Todos esses materiais encontram-se no Apêndice. A elaboração de todo o material se baseou na bibliografia “Estudos de Caso no Ensino de Ciências Naturais” de Queiroz e Cabral (2016) e a construção do texto do Caso propriamente dito seguiu as recomendações de Herreid (1998). O desenvolvimento do trabalho pode ser dividido em três etapas basicamente, a saber: a revisão bibliográfica acerca da temática de intoxicação com produtos químicos, a elaboração do Caso intitulado de “O cara da Orgânica” (apêndice I), do Hemograma (apêndice II) e da Vistoria de Laboratório (apêndice III) e, por fim, a aplicação do Caso com um grupo de estudantes de Química de uma Universidade localizada no Distrito Federal.

Os conceitos que se pretendeu explorar dizem respeito aos comumente utilizados nas atividades de investigação criminal e perícia forense realizadas por peritos forenses, como os relativos às substâncias químicas. Para tanto, a construção do Caso baseou-se em acontecimentos semelhantes aos reais investigados pelas Polícias Civil e Federal do Brasil, e que necessite para sua resolução o uso de conhecimentos científicos.

O Caso elaborado exigiu dos estudantes um certo nível de conhecimento sobre Química Orgânica. Portanto, foi estabelecido como pré-requisito para escolha dos participantes que eles deveriam estar pelo menos cursando alguma disciplina de orgânica ou tê-las cursado. Um dos intuitos da proposta foi levar os estudantes a possibilidade de empregarem o conhecimento de Química em situações reais. Por conta disso, buscou-se fazer uma mescla entre alunos em posições intermediárias e finais no fluxo do curso.

A situação problema a ser tratada no Caso buscou se aproximar ao máximo do conhecimento dos estudantes. Para isso, foi produzido um Caso baseado em crimes reais divulgados por jornais televisionados e também pela *internet*. Além disso, consideramos importante que os crimes fossem de conhecimento dos estudantes, uma vez que isso poderia

ajudá-los a ter um direcionamento nas pesquisas bibliográficas necessárias para a resolução do problema apresentado.

A narrativa textual do Caso buscou obedecer aos fatores que descrevem uma situação real. O objetivo disso está no fato de acreditarmos que quanto melhor um Caso representar a realidade, melhor é o nível de envolvimento dos estudantes em sua resolução.

Para a resolução do problema que foi apresentado os estudantes passaram por três etapas: primeiro identificaram e definiram o problema; depois acessaram, avaliaram e usaram dos conhecimentos que eles acharam necessários e devidos para o entendimento da situação problema e, por fim, apresentaram uma solução para o Caso. Para tanto, os estudantes tiveram que oferecer um caminho detalhado sobre as suas constatações, identificando quais os conceitos, mecanismos, ideais ou suposições que foram utilizadas para se chegar a resposta. Não foi estabelecido um critério sobre estar certo ou errado as respostas dos participantes. Ao invés disso, o instrumento de avaliação utilizado foi um Questionário com questões que permitissem avaliar se os estudantes seriam capazes de chegar a uma resolução para o Caso somente com as informações e material fornecido.

Foram convidados seis alunos de diferentes posições no Fluxo Curricular e montados três grupos com dois alunos cada. Um dos grupos era composto por dois alunos recém-formados no curso de Licenciatura em Química e estão atualmente fazendo mestrado em Química Inorgânica. Um outro grupo era formado por alunos que estão em posição intermediária no curso de Licenciatura em Química e um último grupo era formado por alunos que estão no final do curso de graduação em Química Tecnológica.

Durante o processo de resolução do Caso foram realizados três encontros com cada grupo, sendo o primeiro e o último com a presença de todos os grupos e o segundo encontro com os grupos separadamente. Todos os encontros foram gravados em vídeo mediante autorização dos participantes por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice IV). Cada encontro foi orientado por objetivos específicos:

- Primeiro encontro: leitura do Caso e esclarecimento de dúvidas acerca de todo o material, isto é, o Caso, o Hemograma e a História de Laboratório.
- Segundo encontro: andamento do processo de resolução, a partir dos seguintes questionamentos: Quais os pontos que já foram levantados? O que se pretende pesquisar? Tem encontrado dificuldades para compreensão e resolução do Caso?

- Terceiro encontro: fechamento do EC, apresentação da resolução do problema e destaques do caminho trilhado. *Feedback* sobre o Caso e os materiais de apoio Hemograma e Vistoria de Laboratório.

## CAPÍTULO III – RESULTADOS E DISCUSSÕES

A avaliação dos resultados obtidos teve como parâmetro a produção escrita, baseada no Questionário constante no Apêndice V, elaborada pelos três grupos participantes desse trabalho, os diálogos gravados em vídeo registrados durante os encontros realizados no início do mês de novembro, segundo semestre letivo do ano de 2017, todos realizados nas dependências do IQ. O Questionário compõe-se de três questões, sendo as duas primeiras com múltiplos itens. Porém, somente as questões 1, 2 letras B e C e 3 foram utilizadas para os fins desse trabalho, em função do tempo exíguo para análise. Posteriormente, serão analisadas as outras questões para fins de publicação. Os questionamentos trataram de: informações gerais sobre o curso de graduação dos participantes, como disciplinas já cursadas e indagações sobre o Hemograma e a Vistoria de laboratório, para saber se esse material contribuiu e foi suficiente para resolução do Caso. A análise desses pontos será tratada a seguir em sessões distintas. Para que se resguarde a identidade dos participantes, optamos por identificar os três grupos por  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$ .

### Questão 1 do Questionário – conhecendo um pouco sobre o estudante participante

Como ressaltado anteriormente, considerou-se importante que os participantes do Estudo de Caso tivessem alguns conhecimentos prévios como, por exemplo os relativos a propriedades de substâncias químicas. Acreditou-se que esse pré-requisito era importante, pois o Caso aborda conceitos que envolvem conhecimentos de toxicologia e exposição a substâncias químicas que são comuns aos alunos que já tenham cursado alguma das disciplinas da Química Orgânica, seja teórica ou de laboratório, ou que, ao menos, estivessem cursando. A questão 1 letra B trata exatamente sobre isso e as respostas obtidas se encontram na tabela 1:

Tabela 1: Respostas dos Grupos para a questão: “Já cursou a disciplina de Química Orgânica? Se sim, qual (is)?”.

<b>Respostas para a questão 1 letra B do Questionário</b>	
<b>Grupo <math>\alpha</math></b>	“Sim. Fundamentos de Química Orgânica, Reações Orgânicas 1, Espectroscopia Orgânica e Laboratório de Química Orgânica”.
<b>Grupo <math>\beta</math></b>	“Sim. Fundamentos de Química Orgânica, Laboratório de Química Orgânica, Reações Orgânicas e Seus Mecanismos e Introdução a Espectroscopia Orgânica”.
<b>Grupo <math>\gamma</math></b>	“Estamos cursando. Fundamentos de Química Orgânica”

Com o fechamento do Caso, os participantes acabaram relatando que não encontraram muita dificuldade em interpretar as questões relativas aos conhecimentos de substâncias químicas, bem como em associar os fatos que os materiais de apoio apresentavam como Caso. Acrescentaram ainda que, na opinião deles, esse Caso poderia ser facilmente aplicado para estudantes de outros cursos, pois não veem como necessário o pré-requisito de terem cursado alguma disciplina do currículo de Química Orgânica, uma vez que informações sobre as substâncias que são mencionadas são facilmente encontradas na *internet*. Esse depoimento foi importante para percebermos que até mesmo para o Grupo  $\gamma$ , que teve menos contato com as disciplinas da Química de Orgânica do que os Grupos  $\alpha$  e  $\beta$ , não houve dificuldade em compreender os detalhes contidos na Vistoria de Laboratório.

Ainda sobre a Questão 1, a letra A perguntava se os alunos cursaram a disciplina de Segurança em Laboratório. Essa informação nos permitiu saber se os participantes já tiveram a experiência de vistoriar um laboratório, visto que essa é uma das atividades principais desenvolvida nessa disciplina. Através dessa informação, entendemos que os participantes poderiam interpretar e compreender, pela experiência já vivenciada, o material de apoio Vistoria de Laboratório. As respostas para a questão 1 letra A se encontram na tabela 2:

Tabela 2: Respostas dos Grupos “Já cursou a disciplina Segurança em Laboratórios?”.

	<b>Respostas para a questão 1 letra A do Questionário</b>
<b>Grupo <math>\alpha</math></b>	“Sim”.
<b>Grupo <math>\beta</math></b>	“Sim”.
<b>Grupo <math>\gamma</math></b>	“Sim”.

Como a resposta foi positiva para todos os estudantes, entende-se que o material de apoio Vistoria de Laboratório não se constituiria um problema para que eles obtivessem informações relevantes para compreensão do Caso. Como pode ser observado na citação abaixo, para o Grupo  $\gamma$ , a experiência com a disciplina de Segurança em Laboratório ajudou a buscar informações mais específicas sobre os reagentes que eram mencionados na Vistoria de Laboratório:

“A gente foi lá na Vistoria e daí fomos ver o que estava falando sobre reagente. Daí pegamos a ficha FISPQ de um por um, que é o que a gente aprende na

disciplina de Segurança em Laboratório, né?! Lá na ficha a gente encontra os efeitos que causam na pessoa”.

Nessa fala, o grupo menciona a utilização da ficha FISPQ (Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos) que contém informações valiosas sobre substâncias ou materiais que são utilizados nos laboratórios de química. Dessa forma, entende-se que ter cursado a disciplina de Segurança em Laboratório foi importante para que os participantes tivessem melhor direcionamento da pesquisa, que eventualmente precisaram fazer para completar o material disponibilizado.

### **Questão 2 do Questionário – informações acerca do Caso**

Como descrito acima, o material do Estudo de Caso compreendeu o Caso, em si, a História de Laboratório e o Hemograma. A questão 2 permitiu extrair informações acerca de todos esses três materiais, porém, nesse trabalho vamos nos ater somente aos itens letra B e C, que tratam exatamente da utilização da História de Laboratório e do Hemograma. Além disso, essas questões ajudam a compreender qual o papel o material de apoio desempenhou no processo de resolução do Caso pelos estudantes participantes. Entende-se que esse material trouxe um direcionamento para os estudantes por apresentar informações que descaracterizam outras possíveis fontes de problemas. Por exemplo, quando questionados sobre o que acreditam que esteja se passando com o personagem do Caso, a resposta de todos os grupos foi unânime, intoxicação. Para o Grupo  $\gamma$ , isso excluiu a possibilidade de o problema do personagem ter sido oriundo de uma doença que o personagem já possuía. Segundo os componentes desse Grupo:

“Pelas informações que a gente tem, não tem como não pensar em toxicidade. É uma coisa que está muito direcionada. É bem objetivo isso e com essas informações a gente só consegue chegar em uma conclusão: a de que ele está intoxicado. É bem óbvio. Com o Hemograma, com a História e se você parar um pouco para pesquisar como os reagentes estão estocados, como que eles são armazenados, a atmosfera do laboratório e o ambiente, é bem direto mesmo. Não tem como pensar em outra coisa”.

Para o Grupo  $\alpha$ , as informações que o material apresentou delimitaram mais ainda a pesquisa no sentido de que a intoxicação não poderia ter sido por consequência da ingestão de algum alimento, uma vez que no Caso não foi dito nada a respeito da alimentação do personagem. Já o Grupo  $\beta$  declarou que

“Já tinha pensado em intoxicação pelo fato dele passar muito tempo em laboratório, dormir lá, ainda mais por ser laboratório de orgânica que sempre coincide com solventes orgânicos que tem odor forte. Aí eu já pensei que tinha que pesquisar sobre substâncias orgânicas, solventes com baixo ponto de ebulição, os voláteis”.

Esses relatos revelam que o material elaborado do Estudo de Caso foi bem diretivo, isto é, eliminou a possibilidade de os participantes pensarem sobre outras possíveis fontes para o problema apresentado pelo paciente no Estudo de Caso.

Do material de apoio Hemograma, os participantes tiveram diversidades em suas respostas. A utilidade dele para resolver o Caso varia de acordo com o que cada um conseguiu extrair de informações. As respostas para a questão 2 letra B, estão na Tabela 3 e ilustram melhor como cada um lidou com o material.

Tabela 3: Respostas dos Grupos para a questão: “Quais informações você conseguiu extrair do Hemograma?”.

<b>Respostas para a questão 2 letra B do Questionário</b>	
<b>Grupo <math>\alpha</math></b>	“Percebemos que as taxas de hemácias, hemoglobina, hematócrito, e leucócitos não estão em boas condições, elas estão baixas comparadas aos valores do intervalo recomendado. Estão indicando que o paciente está com anemia e baixa imunidade”.
<b>Grupo <math>\beta</math></b>	“Utilizado em segundo plano, comprovando as evidências da Vistoria com relação as quantidades anômalas presente no hemograma, quanto ao número de hemácias, hemoglobina e hematócrito”.
<b>Grupo <math>\gamma</math></b>	“No eritrograma encontramos resultados da contagem de hemácias, hemoglobina e hematócritos abaixo dos valores de referência, podendo caracterizar um quadro de anemia. Além disso, no que se refere ao leucograma, percebe-se alterações no neutrófilos segmentados, podendo caracterizar uma infecção, já que as células que fazem reconhecimento de organismos estranhos e produzem anticorpos (Linfócitos) estão com os valores diminuídos. Um quadro de plaquetopenia também é possível prever por conta da contagem de plaquetas – abaixo dos valores de referência para o exame em questão”.

Para o Grupo  $\alpha$ , o Hemograma foi o primeiro material analisado. Um dos integrantes do grupo pediu para que seu pai, que é Técnico de Laboratório, avaliasse o Hemograma e lhe informasse o que os valores que apresentavam lá significavam. O participante relata que:

“Quando ele foi vendo aqui a hemoglobina baixa, leucócitos baixos, bastonetes baixos, anemia né, no sentido de anemia. Ele achou um pouco desordenado os valores. Aí ele falou aqui que o paciente está anêmico. Ele



perguntou se era criança ou adulto. Daí quando eu mostrei a história e falei que era adulto ele disse que a pessoa estava anêmica”.

Esse relato foi particularmente importante para verificar que os valores criados no Hemograma estiveram um pouco discrepantes de uma situação real, sendo, portanto, um ponto a ser melhorado. No entanto, mesmo com valores muito abaixo do usual, a informação de que o paciente está anêmico pôde ser extraída, indicando a relevância desse material. Além disso, outras informações como os níveis de hemoglobina, hematócritos e hemácias puderam ser extraídas de acordo com a produção escrita que consta na Tabela 3.

Por outro lado, o Grupo  $\beta$  relata uma versão não tão otimista a respeito do Hemograma, segundo a produção escrita da Tabela 3, esse material teve mais utilidade somente em um segundo momento. Além disso, um dos integrantes do grupo relatou que:

“Quando eu fui analisar o hemograma e para ser sincero, quando eu olhei não achei nada, mas aí eu vi hemácias baixas, hemoglobina baixa, hematócrito. Pesquisei na *internet*, usei três fontes e achei razoável, então confiei”.

Entendemos que através desse relato é possível perceber uma certa dependência desse material para os demais, principalmente com a Vistoria de Laboratório, uma vez que o Grupo  $\beta$  somente esteve apto para relacionar as informações que o Hemograma poderia fornecer após ter lido essa Vistoria. Entende-se que esse aspecto é importante, pois atribui ao Caso um nível de complexidade que é desejável, isto é, uma vez que o participante esteja compreendendo a história contada pelo Caso e tenha se informado sobre o ambiente laboratorial em que o paciente vivia, os dados mostrados no Hemograma deveriam fazer sentido e auxiliar a interpretar os sintomas que o paciente relata estar apresentando na história.

Por fim, o Grupo  $\gamma$  apresentou a resposta mais completa sobre as informações que puderam ser extraídas do hemograma. De certa forma, a resposta apresentada pelo grupo foi surpreendente, uma vez que não tiveram auxílio de terceiros, como foi o caso do grupo  $\alpha$ , e também por estarem cursando a primeira disciplina de Química Orgânica do Fluxo Curricular do curso. A partir das conversas, percebeu-se que o diferencial foi a experiência pessoal que uma das integrantes do grupo teve com leituras de exames de sangue. De acordo com a produção escrita do grupo apresentado na Tabela 3, constatamos que o personagem do Caso estava com um quadro de anemia, de infecção e de plaquetopenia. Segundo as integrantes do Grupo, as informações mostraram que os valores da contagem de hemácias, hemoglobina e hematócritos

estavam abaixo dos normais. Isso mostra que pela análise realizada puderam descrever um estado de saúde do personagem bem detalhado e o grupo ainda relata que esse quadro de saúde fez sentido quando relacionaram com os sintomas apresentados pelo personagem na história do Caso, visto que coincidia com o que havia lido na ficha FISPQ e também nas pesquisas.

A Vistoria de Laboratório foi o material de apoio que acabou sendo mais útil segundo os grupos. Para eles não somente por darem sentido aos dados apresentados no Hemograma, mas também por descrever as condições do ambiente laboratorial em que o personagem vivia e também as condições de funcionamento do laboratório. As principais características que os grupos se ativeram dizem respeito aos solventes que foram mencionados nessa Vistoria, além das condições físicas do laboratório. A produção escrita dos grupos sobre esse material é apresentada na Tabela 4 abaixo.

Tabela 4: Respostas dos Grupos para a questão “Quais informações você conseguiu extrair da Vistoria para resolução do Caso?”.

<b>Respostas para a questão 2 letra C do Questionário</b>	
<b>Grupo <math>\alpha</math></b>	“Falta de kit de primeiros socorros; falta de coifa exaustora; falta de estocagem de diversos produtos; falta de máscara facial; falta de registro dos acidentes; janelas em péssimo funcionamento; alta concentração de benzeno no local (no ar)”.
<b>Grupo <math>\beta</math></b>	“Evidências quanto à estocagem tanto de substâncias e resíduos, sistema de ventilação como coifas e capelas precárias proporcionaram uma maior concentração de gases tóxicos no ambiente”.
<b>Grupo <math>\gamma</math></b>	“Guilherme encontrava-se exposto a muitos reagentes não estocados em locais adequados, ficando ele em contato com a atmosfera insalubre do laboratório, principalmente pela obstrução das saídas de ar do exaustor”.

Desse material os grupos, de maneira geral, puderam obter informações mais específicas como descrições sobre o ambiente em que o personagem estava em contato. Para o Grupo  $\alpha$ , a Vistoria de Laboratório descreveu as condições do laboratório em que o personagem frequentava. De acordo com a produção escrita presente na Tabela 4, informações acerca de estrutura física, como as janelas em péssimas condições de funcionamento, da falta de equipamentos de segurança, como kit de primeiros socorros e máscara facial, associados às condições da atmosfera lastimável, como a alta concentração de Benzeno no ar, puderam ser obtidas e relacionadas também com aquelas anteriormente citadas do Hemograma. Um dos integrantes do grupo relatou essa relação:

“Eu vi que tinha muita exposição de benzeno, intoxicação, daí então procurei as propriedades do benzeno. Eu vi que o Benzeno dá transtorno no exame de sangue”.

O grupo ainda identifica o Tolueno como um dos causadores da intoxicação e salientam a importância da não disponibilidade de EPI (Equipamentos de Proteção Pessoal) para explicar o problema pelo qual o personagem está passando.

Na opinião do Grupo  $\beta$ , a Vistoria foi o material mais relevante. Ele reafirmou as informações previamente ditas pelos colegas do Grupo  $\alpha$  sobre condições de estocagem de solventes. De acordo com um dos integrantes do grupo:

“A vistoria eu achei muito relevante, achei vários pontos como o armazenamento, sem coifa, janelas quebradas, Benzeno e Tolueno em mal estado de conservação. Daí já fui pesquisar o que Benzeno foi pesquisar no corpo. O benzeno me chamou a atenção pelo ponto em que ele enfatiza o ponto em que haviam muitos barris e frascos todos em mal estado e exposto a atmosfera. Como não havia coifa e a janela já era quebrada aquela atmosfera era um inferno”.

Através do conteúdo da Vistoria, o Grupo  $\alpha$  pôde formular o cenário desordenado do laboratório, com péssimas condições de estocagem de resíduos que, na opinião deles, contribuíram diretamente para o ambiente ser hostil. Um outro detalhe que chamou atenção e que foi relacionado com a intoxicação do personagem, segundo a opinião desse grupo, foi a presença de etanol no laboratório. Segundo a pesquisa que realizaram, essa substância corrobora para a intoxicação por Benzeno, e, por conta disso, o direcionamento das pesquisas sobre o Benzeno.

O Grupo  $\gamma$  completa o que foi dito pelos grupos anteriores, destacando mais ainda que as saídas de ventilação do laboratório estavam obstruídas e que o contato do personagem com aquele ambiente insalubre era o que estava trazendo problemas para o personagem. Uma integrante do grupo relatou que

“A gente ligou os pontos né?! Como principalmente o benzeno tinha em excesso, então pode ser que a intoxicação do Guilherme é pela exposição crônica ao Benzeno e isso pode ser o que está dando mais problema para ele. A gente viu que na exposição crônica a gente tem a diminuição das hemácias e do número de eritrócitos no sangue, o que acaba que a gente tem um quadro de anemia”.

O relato do Grupo  $\gamma$  evidencia mais ainda como o material produzido estabeleceu interdependência entre eles. O fato de os participantes estarem ligando os pontos, isto é,

associando informações tanto do hemograma quanto da Vistoria, demonstra que uma linha de raciocínio foi construída de modo que os dados de ambos os materiais dão suporte uns aos outros. Entendemos como positivo esses *links* que foram feitos entre os conteúdos dos materiais, pois salienta ainda mais o caráter complementar deles. Embora a Vistoria de Laboratório tenha sido mais relevante para o Grupo  $\beta$ , as compreensões do abaixamento das taxas de componentes do Hemograma afirmam a ideia de que o personagem esteja sofrendo uma intoxicação. Além disso, o entendimento a respeito dos efeitos causados no organismo pelas substâncias químicas utilizadas pelo laboratório, volta a atenção dos participantes para tentar entender qual o mecanismo de ação delas biologicamente falando. O relato do Grupo  $\alpha$  é particular, pois salienta a questão dos EPIs e, ao mesmo tempo, evidencia o entendimento deles sobre a importância de se ter uma boa conduta em laboratório, começando pela segurança individual. É notável também como os grupos conseguiram identificar nas condições estruturais precárias do laboratório os determinantes para o agravamento do quadro de intoxicação do personagem. Indissociável a isso tudo está o fato de acreditarem que o tempo em que o personagem ficava no laboratório era demasiado permitindo-o ser intoxicado principalmente por substâncias voláteis como o Benzeno.

Fica claro, por meio dos relatos e da produção escrita, que o material produzido foi suficiente para que os grupos chegassem a um padrão de raciocínio comum: a intoxicação do personagem.

### **Questão 3 do Questionário – *Feedback* sobre o Estudo de Caso**

A elaboração de um Questionário avaliativo tinha por objetivo não somente organizar as respostas dos participantes mediante o nível de relevância para cada material que foi disponibilizado no Estudo de Caso. Acrescentado a isso, o Questionário permitiria entender quais as informações que os estudantes participantes considerariam importantes ser disponibilizadas para que eles apresentassem uma resposta mais completa. Ou ainda, se todo o material disponibilizado foi suficiente para se chegar a uma resolução. A questão 3 do Questionário permitiu que o *feedback* dos participantes nos fosse dado. A produção escrita para essa questão é apresentada na Tabela 5 abaixo:

Tabela 5: Respostas dos Grupos para a questão: “Que informações você considerou relevante para resolução do problema, que não foram apresentadas no material disponibilizado?”.

<b>Respostas para a questão 3 do Questionário</b>	
<b>Grupo <math>\alpha</math></b>	“Sintomas sobre a toxicidade do Benzeno e informações sobre níveis baixos de hemácias hemoglobina, hematócrito e leucócitos. Porém as informações disponibilizadas no material (exame de sangue, vistoria de laboratório e texto ‘O cara da Orgânica’) são suficientes para solucionar o Caso pois elas estimulam a resolução do Caso”.
<b>Grupo <math>\beta</math></b>	-
<b>Grupo <math>\gamma</math></b>	“Os sintomas que Guilherme vinha sentindo, o detalhamento das condições do laboratório a partir da Vistoria realizada e a análise do exame sanguíneo, para assim podemos entender o que significa as alterações observadas no exame”.

O Grupo  $\beta$  não respondeu à questão, porém fez comentários sobre ela no relato gravado em vídeo. Segundo eles, as informações foram suficientes para que chegassem a uma resolução para o Caso, porém, em um sentido geral. Além disso, não acreditam ser necessário a disponibilização de nenhum outro material para que cheguem a resolução.

Em contrapartida, os Grupos  $\alpha$  e  $\gamma$ , evidenciam na produção escrita que orientações acerca do conteúdo do Hemograma seriam bem-vindas. Para eles, as taxas dos componentes do sangue apresentados lá precisariam ser melhor detalhadas, pois assim poderiam compreender melhor o que significa as alterações apresentadas. Um dos integrantes do Grupo  $\alpha$  completou a resposta para a questão 3 dizendo o seguinte:

“Eu acho que dá para conseguir resolver o Caso. Eu falei que faltou, mas não é que tinha que colocar. Da para resolver o Caso sem essas informações. Minha resposta é mais geral e acredito que não conseguiria dar uma resposta mais específica”.

O relato do Grupo  $\gamma$  coincide com o do Grupo  $\alpha$  e  $\beta$ . Para ele, as informações fornecidas pelo Estudo de Caso são suficientes para uma resposta mais geral sobre toxicidade. Um dos integrantes do grupo disse que

“Para uma conclusão geral de toxicidade está muito bem direcionado. Dependendo do que é uma resposta específica para você, mas eu acredito que intoxicação é específica. Mas se você quiser alcançar uma conclusão mais específica precisaria dar uma alongada na história. Talvez introduzir uma fala médica, sei lá”.

A dificuldade que os grupos encontraram em dar uma resposta mais específica, por exemplo, sobre que tipo de enfermidade que o personagem poderia estar sofrendo, residiu, principalmente, no fato da história não oferecer informações mais específicas sobre sintomas

ou até mesmo outros materiais de apoio como exames clínicos diversos que possibilitariam ser extraídos subsídios suficientes para argumentar sobre algum possível estado clínico além da anemia que já foi mencionada.

Apesar disso, considera-se que as respostas para a questão 3 foram positivas e deixam claro que o Estudo de Caso teve condições de ser resolvido somente com os materiais disponibilizados. Com as respostas obtidas pela produção escrita e pelos relatos em vídeos evidencia-se que o material de apoio é fundamental e indispensável para que os participantes cheguem a uma conclusão sobre o Caso e que uma resolução mais detalhada sobre o estado clínico do paciente exigiria informações extras, um prolongamento da história do Caso e a elaboração de outros materiais de apoio. No entanto, também consideramos importante que os estudantes tenham que buscar informações para além do material. Uma das habilidades analisadas dos participantes é a capacidade de eles saberem onde buscar dados complementares.

## CAPÍTULO IV – CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo central do trabalho foi o de produzir e avaliar um Estudo de Caso mediante a resolução dele por estudantes do Instituto de Química de uma Universidade localizada no Distrito Federal. O Estudo de Caso, por sua vez, consistiu de três documentos que foram produzidos em conjunto: o Caso “o Cara da Orgânica”, um Hemograma e uma Vistoria de Laboratório. Além disso, o processo metodológico consistiu em aplicar o Caso para três distintos grupos, compostos por duas pessoas, durante um período de duas semanas em que também foram realizados encontros com esses grupos. Adicionalmente, foi produzido um Questionário avaliativo de modo que organizasse as respostas dos estudantes participantes de acordo com o objetivo do trabalho.

A partir dos relatos e da produção escrita feita pelos grupos, ficou claro que todo o material produzido foi suficiente para que os estudantes chegassem a uma resolução para o Estudo de Caso. Todavia, de acordo com relato dos participantes sobre a questão 3 do Questionário avaliativo, podemos perceber que o Caso e o material de apoio Hemograma, careceram de informações para que os mesmos grupos chegassem a uma resolução mais específica do Estudo de Caso.

Diante disso, podemos aprimorar para o Estudo de Caso como o prolongamento da história caso a perspectiva seja que os participantes cheguem a resoluções mais específicas e, com isso, acessem e construam conhecimentos relativos, por exemplo, à toxicologia. Outra possibilidade que se apresenta seria a de adicionar uma avaliação médica mais detalhada, talvez até com a adição de novos exames médicos que possibilitassem a obtenção de informações mais completas sobre o estado clínico do personagem do Caso.

Particularmente, para o material de apoio Hemograma, pôde-se notar que os grupos, de maneira geral, tiveram dificuldades de interpretar com maior profundidade o que as alterações nas taxas dos componentes sanguíneos representavam. Dessa forma, entende-se que algumas instruções relativas ao Hemograma podem ser acrescentadas em uma situação futura. Outro ponto a ser mencionado diz respeito, justamente, às alterações feitas nos valores dos componentes sanguíneos. Segundo relato obtido dos encontros, os valores se apresentaram

discrepantes demais da realidade, ou seja, estavam tão longe de valores reais que, de certa forma, facilitavam a percepção do leitor. Sendo assim, entende-se que esses valores devem ser revistos novamente, de modo a se obter uma melhor aproximação dos valores característicos das situações reais.

Devido aos prazos a serem cumpridos que esse trabalho exigia, não foi possível avaliá-lo com a participação de um maior número de estudantes e por um tempo maior também. Adicionalmente, entendemos que do Questionário avaliativo, as questões que não foram discutidas nesse trabalho podem proporcionar uma compreensão melhor a respeito do processo de resolução do Caso. Diante disso, entendemos ser necessário dar continuidade na análise para um maior aprofundamento.

Para tanto, acreditamos no potencial da utilização desse Estudo de Caso para compreender como os estudantes participantes se utilizam da estratégia do EC para a apropriação de conhecimentos de química ou de outros conhecimentos. Além disso, uma análise minuciosa do processo de resolução do Caso pode fornecer informações sobre o papel motivador que atividades como essa desempenham em estudantes da graduação. Por fim, como o Estudo de Caso produzido nesse trabalho envolve conhecimento não só de Química, entendemos que a aplicação desse material, mediante adaptações, para estudantes de outros cursos como a Enfermagem também pode ser viável. Pensando assim, compreendemos que o conteúdo do Caso pode ser até mesmo utilizado no âmbito da PBL e não de um Estudo de Caso, propriamente dito.

Diante do exposto, ressaltamos o valor que estratégias didáticas como os Estudos de Casos têm na produção de metodologias que se opõem ao ensino tradicional de Química. Com o material produzido foi possível perceber que a aplicação do conhecimento em situações reais mediante estratégias como essa, pode ser enriquecedora tanto para aqueles que participam, quanto para aqueles que as conduzem.



## REFERÊNCIAS

BARROWS, H. S. Problem-based learning in medicine and beyond: a brief overview, *New Directions for Teaching and Learning*, 1996, 68, 3–12.

BUENO, M. I. M. S.; SCHWAB, N. V.; ROMÃO, W.; EBERLIN, M. N.; SPARRAPAN, R.; MARTINY, A.; SABINO, B. D.; MALDANER, A. O. Química forense: perspectivas sobre novos métodos analíticos aplicados à documentoscopia, balística e drogas de abuso. *Química Nova*, v. 34, n. 10, p. 1717-1728, 2011.

CHONKAEW, P.; SUKHUMMEK, B.; FAIKHAMTA, C. Development of analytical thinking ability and attitudes towards science learning of grade-11 students through science technology engineering and mathematics (STEM education) in the study of stoichiometry. *Chemistry Education Research and Practice*, v. 17, n. 4, p. 842-861, 2016.

CIENFUEGOS, F. Segurança no Laboratório. *Interciência* – Rio de Janeiro, 2001

GREGÓRIO, J. R.; LEITE, C. C.; LEAL, B. C.; NITSCHKE, W. K.; PEDERZOLLI, F. R. S.; BORBA, K. M. N.; NOBRE, K. M.; SILVA, C. D. B. D. O Programa de Apoio à Graduação em Química (PAG-Química) e sua contribuição para a democratização e permanência dos estudantes no ensino superior. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias. Pontevedra*, Espanha. Vol. 16, n. 3, p. 540-558, 2017.

GÜNTER, T.; ALPAT, S. K. The effects of problem-based learning (PBL) on the academic achievement of students studying ‘Electrochemistry’. *Chemistry Education Research and Practice*, v. 18, n. 1, p. 78-98, 2017.

HERREID, C. F. Case studies in science – A novel method of Science Education, *JCST*, p. 221-229, 1994.

HERREID, C. F. What makes a good case? *Journal of College Science Teaching*, v. 27, n. 3, p. 163-169, 1998.

KELLEY, C.; WEEKS, W. Chemistry Case Studies for Allied Health. **John Wiley & Sons, Inc. 1<sup>st</sup> edition**, United States, 2006.

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

- MATAKA, L. M.; KOWALSKE, M. G. The influence of PBL on students' self-efficacy beliefs in chemistry. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 16, n. 4, p. 929-938, 2015.
- McDONNELL, C.; O'CONNOR, C.; SEERY, M. K. Developing practical chemistry skills by means of student-driven problem based learning mini-projects. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 8, n. 2, p. 130-139, 2007.
- OGUNDE, J. C.; OVERTON, T. L.; THOMPSON, C. D.; MEWIS, R.; BONIFACE, S. Beyond graduation: motivations and career aspirations of undergraduate chemistry students. **Chemistry Education Research and Practice**, 2017.
- OVERTON, T. L.; BELT, S. T.; EVANS, E. H.; McCREDY, T.; SUMMERFIELD, S. A problem based learning approach to analytical and applied chemistry. **University Chemistry Education**, v. 6, n. 2, p. 65-72, 2002.
- OVERTON, T. L.; RANGLES, C. A. Beyond problem-based learning: using dynamic PBL in chemistry. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 16, n. 2, p. 251-259, 2015.
- QUEIROZ, S. L.; CABRAL, P. F. de O. Estudo de Casos no Ensino de Ciências Naturais, Art Point Gráfica e Editora, v. 1, p. 116, 2016.
- REKES, A.; ZANCHETTA, M. S. G.; VANIN, A. B. Avaliação da contribuição da aplicação de novas metodologias no processo de ensino-aprendizagem da Química. **Anuário Pesquisa e Extensão Unoesc Joaçaba**, v. 1, p. 12801, 2016.
- SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino (ISSN 1980-8631)**, v. 1, p. 1-12, 2007.
- SPINELLI, E. TOXICOLOGIA OCUPACIONAL – Monitorização Biológica da Exposição a Produtos Químicos no Ambiente de Trabalho. (Material disponibilizado pela autora em curso de extensão)
- TORRES, P. L.; IRALA, E. A. F. Aprendizagem colaborativa: teoria e prática. **TORRES, Patrícia L. Complexidade: redes e conexões na produção do conhecimento. Curitiba: SENAR-PR**, 2014. Disponível em: [https://cursos.atencaobasica.org.br/sites/default/files/aprendizagem\\_colaborativa\\_-\\_teoria\\_e\\_pratica.pdf](https://cursos.atencaobasica.org.br/sites/default/files/aprendizagem_colaborativa_-_teoria_e_pratica.pdf), acessado em 11 de dezembro de 2017.

## APÊNDICE

### Apêndice I

#### Estudo de caso: 'o Cara da orgânica'

Desde o início da graduação Luiz tem sido um estudante participativo das atividades que o curso de Química lhe proporciona. Atualmente está cursando o oitavo semestre da graduação e faz parte da comissão de segurança da sua universidade que dispõe também de técnicos e professores. No início do curso, Luiz cursou uma disciplina com um aluno da pós-graduação que acabará virando muito amigo. Esse amigo é o Guilherme, e ele ainda está na universidade, mas agora como aluno de doutorado. Desde o tempo da graduação Guilherme é conhecido como “o Cara da orgânica”, pois foi aluno de IC, de mestrado e agora de doutorado do mesmo laboratório, o de Química Orgânica.

Nos últimos dias, Luiz tem estado preocupado com as queixas que Guilherme vem fazendo sobre o cansaço e o mal-estar que está sentindo. Durante o habitual lanche da tarde, Guilherme confessa a Luiz que por conta da distância de sua casa e de suas condições financeiras, por vezes, tem dormido no laboratório.

- Cara, as coisas apertaram mesmo lá em casa, preciso arrumar uma forma de ganhar mais dinheiro logo para poder sair dessa situação, desde a graduação tenho vivido isso – disse Guilherme com um tom de tristeza.

- Mas mano, onde é que você fica lá no laboratório? Você não sai lá de dentro. Por acaso, tem espaço para que você durma lá de vez em quando? Nem sabia que rolava de dormir no laboratório – falou Luiz meio que assustado.

- Mano, lá é grande, tem espaço suficiente para que eu me acomode e fique lá quando precisar. Com isso, eu ainda coloco meu trabalho em dia. Preciso acabar logo esse doutorado.

Mais tarde, Luiz encontra seu primo Diogo, calouro do curso de Química. Numa conversa informal, Diogo acaba falando com seu primo sobre uma atividade de vistoria que está fazendo na disciplina de Segurança em Laboratório:

- Cara, o professor pediu para gente fazer uma vistoria em um laboratório do Instituto, sabe. Meu grupo escolheu o Laboratório de Orgânica. Fizemos a vistoria de acordo com as orientações do professor e depois conversamos com alguns integrantes desse laboratório também. Nossa, a gente ficou muito chocado com as péssimas condições com que os produtos são estocados lá. O problema é que me disseram que os professores são muito ocupados e, com certeza, não iriam dá a mínima para qualquer recomendação que déssemos a eles – imagina se vão dá ouvido para calouro - desabafou Diogo.

- Nossa! Sério? Tenho um colega que faz doutorado lá. E sobre os professores, você tem razão, é difícil mesmo ter um tempo para falar com eles. Oh! Deixa eu dar uma olhada nesse trabalho...

✚ O arquivo completo da vistoria encontra-se junto ao material de apoio do caso.

No dia seguinte, Luiz recebeu uma mensagem de um colega, informando que seu amigo Guilherme havia sido hospitalizado. Imediatamente enviou uma mensagem.

- O que aconteceu, mano?

- Fiquei sabendo que ele estava com mal-estar forte e desmaiou. Daí, levaram para o hospital.

Luiz foi rapidinho para o hospital em busca de informações sobre o estado de saúde do amigo. Encontrando o médico, foi logo perguntando o que havia acontecido.

- Então Luiz, seu amigo chegou aqui reclamando de fortes dores de cabeça e muita tontura e soubemos que ele havia desmaiado. Ainda precisamos avaliá-lo melhor, mas o prognóstico é, basicamente, um quadro de narcose.

- Narcose? Isso é grave doutor?

- Bem, a gente se remete a narcose quando paciente está com o estado de consciência alterado, ou seja, inconsciente ou quase isso. Pode ocorrer por diversos motivos, mas em geral é devido a intoxicação por substâncias.

- Entendo doutor, mas quando é que poderemos saber melhor o que está acontecendo com meu amigo?

- Somente com os resultados dos exames que foram pedidos, acredito que logo mais à tarde os exames ficam prontos.

**A essa altura, Luiz já tinha alguma ideia do que poderia ter causado o mal-estar no seu amigo Guilherme. Para ele, isso tudo tinha a ver com o tempo em que ele passava no laboratório. Luiz então resolveu contar essa história para o seu pessoal da comissão de segurança.**

**Imagine que vocês sejam os amigos de Luiz que compõem a comissão de segurança, ajude-o a encontrar uma resposta para explicar o motivo pelo qual seu amigo Guilherme está passando mal.**

#### **Material de apoio**

1. Resultado da vistoria;
2. Exame de sangue do Guilherme.



## Apêndice III



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
INSTITUTO DE QUÍMICA  
SEGURANÇA EM LABORATÓRIOS DE QUÍMICA

### Química Licenciatura

#### Vistoria de um Laboratório de Química

O laboratório constitui um ambiente diferente da sala de aula. Em função das atividades que nele são desenvolvidas, o laboratório oferece riscos químicos ao organismo, associado à manipulação de reagentes e materiais. Algumas recomendações são extremamente importantes ao projetar e utilizar um laboratório de química, com vistas a preservar a segurança das pessoas que nele atuam. Contudo, mesmo sendo observadas as regras básicas de segurança no trabalho de laboratório, as possibilidades de acidentes continuam existindo visto que as recomendações por si só não eliminam os imprevistos. Muitas vezes, os procedimentos de segurança são considerados simples e, por isso, são desprezados e vistos como de pouca importância nos laboratórios.

Levando em consideração a relevância do tema e com auxílio de alguns critérios pré-estabelecidos, procedeu-se uma vistoria no Laboratório de Química Orgânica, com vista a diagnosticar as condições de segurança desse espaço. Essa vistoria também tem por objetivo dar um parecer sobre a viabilidade da utilização do laboratório, além de sugerir melhorias caso sejam elas necessárias.

#### 🚩 Descrição da vistoria

A tabela a seguir foi utilizada como auxílio durante o processo de vistoria.

<b>Especificação</b> (Para favor especificar o tipo de equipamento/material quando solicitado)	<b>Disponível</b>	<b>Não disponível</b>	<b>Observação e comentários</b> (necessidade, condições de uso/ validade/ data de teste/ quantidade disponível)
Ar condicionado		X	<i>Dispensável, pois a presença de um ar condicionado contribui para concentração de vapores de substâncias voláteis, tornando o ambiente mais insalubre.</i>
Armário de Primeiros Socorros		X	<i>Também não observamos nenhum tipo de maleta ou local que contivesse material para primeiros socorros</i>
Balde com areia (apagar pequenos focos de incêndio)	X		-
Balde com cal ou Hidróxido de Cálcio (neutralizar derrames de soluções ácidas)		X	-
Balde com Vermiculita (para usar em derrames de solventes orgânicos)		X	-
Capela de exaustão (manuseio de substâncias e/ou materiais voláteis)	X		<i>Das três existentes, uma delas não funcionava e servia como local de estocagem de frascos de solventes utilizados. Esses frascos encontravam-se amontoados.</i>
Cartazes de advertência fixados nas paredes do laboratório	X		<i>Alguns estavam quase se descolando da parede, enquanto outros já estão bem apagados, perdendo sua função de alertar.</i>
Cesta plástica para transporte de produtos químicos	X		-
Cilindro de gás comprimido	X		<i>Os cilindros estavam acorrentados corretamente.</i>
Cobertor de segurança (para apagar incêndio por abafamento)		X	-
Coifa exaustora		X	<i>Certamente que a ausência de uma coifa também colabora para que a atmosfera do laboratório esteja mais hostil. Ao que parece, a que existia já parou de funcionar há um bom tempo e, por isso, foi retirada.</i>
Chuveiro de emergência (teste mensal)	X		<i>Funcionava perfeitamente.</i>
Escudo de segurança de acrílico (para usar em ensaios com vidros submetidos a altas temperaturas e pressão)		X	-
Estocagem de solventes inflamáveis*		X	<i>Dos recipientes que identificamos como inflamáveis, alguns estavam em armários superiores ao nível da cabeça. Muitos frascos de outros solventes também eram encontrados junto.</i>



Estocagem de solventes halogenados*		X	<i>Mesma situação como a descrita para os solventes inflamáveis. Nesse caso ainda foi encontrado alguns solventes expostos a luz solar.</i>
Estocagem de corrosivos*		X	<i>Também encontrado em meio a outros frascos de solventes. Uma verdadeira desordem.</i>
Estocagem de oxidantes*		X	<i>Sem qualquer ar condicionamento, frascos e mais frascos eram encontrados em várias bancadas do laboratório.</i>
Estocagem de sais inertes	X		<i>Das categorias de reagentes, uma das únicas, senão a única, em que pode se notar uma região destinada. No entanto, parecia não ser utilizados há anos.</i>
Estocagem de tóxicos*		X	<i>Inadequada, como nas demais estocagens.</i>
Estocagem provisória de Resíduos Químicos**		X	<i>Inexistente! Ao menos ao nosso ver, os resíduos eram estocados improvisando frascos em desuso e guardando-os junto a outros frascos que estavam em uso. Apesar de estarem identificados, deveriam ter um espaço próprio para não serem confundidos com os outros.</i>
Exaustor fixo de parede	X		<i>Funcionavam, porém, um dos 4 existentes estavam com a entrada do ar obstruída.</i>
Extintores de incêndio	X		<i>Um, dos dois existentes, estava com a data de validade vencida.</i>
Geladeira própria para produto químico	X		<i>Porém muito suja.</i>
Iluminação de emergência	X		<i>Funcionava perfeitamente.</i>
Interruptor de energia	X		-
Jaleco ou guarda-pós de algodão (manga longa/tipo 7/8)	X		-
Lava-olhos (teste mensal)	X		-
Luvas de procedimento	X		<i>Poucas foram encontradas.</i>
Mapa de risco fixado nas paredes do laboratório.		X	<i>Nem dentro, nem fora do laboratório.</i>
Máscara facial, Máscara especial ou Máscara autônoma (validade da carga)		X	<i>No nosso entendimento, um dos Equipamentos de Proteção Individual mais importantes devido as condições do laboratório e mesmo assim não foi constatado a existência delas. Certamente, isso pode ser muito prejudicial para os alunos que trabalham lá.</i>
Óculos de segurança	X		-



Pêras (pipetador de 3 vias) para sucção de líquidos nas pipetas	X		-
Protetor facial		X	-
Registro de gás	X		-
Registro de água	X		-
Registro de ar comprimido	X		-
Saída de emergência	X		<i>Também estava bem indicada</i>
Sala para Cilindros de Gases	X		<i>Não havia uma sala específica, porém, havia um espaço fora do laboratório que era destinado apenas para esses cilindros.</i>
Tapetes de plástico ou borracha são colocados dentro da pia para evitar quebras de vidraria		X	-
Telefones de emergência (cartaz com números)	X		<i>Velhos, porém, fixados na parede.</i>
Tomadas de 110 e 220 V são identificadas com cores diferentes?	X		-
Número médio de pessoas que usam à área do laboratório/frequência.	-	-	<i>Segundo informações dos que estavam em atividade no laboratório, cerca de 10 pessoas utilizam do laboratório, além de outros dois professores que têm suas salas lá.</i>
Plano de evacuação do laboratório em caso de incêndio ou acidentes.		X	<i>Os alunos não souberam informar sobre a existência de um plano de evacuação.</i>
Pessoas que trabalham no laboratório recebem treinamento contra incêndios e instruções para primeiros socorros.	-	-	<i>Absolutamente não. Realmente muito complicado disso acontecer, devido a rotatividade de pessoas.</i>
Comportamento das pessoas que trabalham no laboratório (falta de atenção, displicência, entre outros).	-	-	<i>Não pareciam interagir muito uns com os outros. Também não pareciam ter uma organização definida das bancadas e apesar de parecerem focados no que estavam fazendo, não tinham o cuidado de manter os reagentes devidamente alocados em lugares próprios.</i>
Consumo de alimentos no laboratório (verificar se as vidrarias não são utilizadas para beber líquidos e se os refrigeradores não contêm alimentos).	-	-	<i>Não podemos notar isso acontecendo. O laboratório dispõe de uma espécie de copa, onde é permitido o consumo de comidas.</i>

Disposição segura dos móveis e bancadas (Mesas, cadeiras, balcões, armários, quadro verde e mural dispostos de forma segura?)	-	-	<i>Definitivamente não. Está aí mais um aspecto a ser salientado. Armários e bancadas não estavam conservados. Alguns armários faltavam prateleiras, outras bancadas estavam muito sujas, provavelmente, devido ao derramamento de solventes e outros reagentes. Os alunos disseram que há escala de limpeza que é feita pelas funcionárias, no entanto, não parece adiantar muita coisa. Essa precariedade de lugares adequados para se estocar e organizar os materiais do laboratório também colabora para que os frascos encontrados sejam dispostos aleatoriamente por todo o laboratório.</i>
Organização das bancadas (gavetas, portas, entre outros).	-	-	<i>Sem segurança e, novamente, percebeu-se a desorganização. As gavetas e portas até tinham identificação, no entanto, os espaços ou não eram utilizados devidamente ou simplesmente não havia espaço.</i>
Paredes (estado de conservação)	-	-	<i>De maneira geral estavam bem conservadas.</i>
Pisos (desníveis, piso encerado)	-	-	<i>Conservado. Observou-se que o piso era encerado. Isso não deveria ocorrer pois pode tornar-se escorregadio.</i>
Portas e janelas (estado de conservação)	-	-	<i>Das quatro janelas principais, uma delas estava quebrada e, por conta disso, não abria. Mais um motivo para que a atmosfera do local estivesse pouco ventilada. Certamente, que esse fator é prejudicial para aqueles que frequentam esse laboratório.</i>
Presença ou ausência do profissional responsável pelo laboratório	-	-	<i>Os responsáveis eram, basicamente, os professores que tinham suas salas localizadas lá. Porém, os mesmos não costumavam ficar por lá.</i>
Todos os acidentes, mesmo os menores, são registrados e submetidos a relatórios.	-	-	<i>Os alunos não souberam responder e o nenhum dos professores estavam nesse momento.</i>
Funcionamento e reparo de equipamentos elétricos.	-	-	<i>Ocorre, mas não por intermédio deles e sim por intermédio da instituição.</i>
Instalações de água e eletricidade.	X		<i>Corretamente.</i>
Utilização de lâmpadas fluorescentes.		X	-

**\*Solventes halogenados:** encontramos Diclorometano, clorofórmio e tetracloreto de carbono. Esses solventes, de maneira geral, estavam estocados juntos, porém, também notamos alguns frascos alheios pelos cantos do laboratório.

**\*Solventes aromáticos:** encontramos Benzeno e Tolueno. De todos os solventes, com certeza, Benzeno era o mais encontrado. Inclusive haviam barris no laboratório desse solvente e também de Acetonitrila. Foi nos dito que o laboratório realmente se utiliza muito do solvente Benzeno e por conta disso a grande quantidade de frascos dele e também os barris que, como era de se esperar, estavam estocados em péssimas condições contendo até mesmo ferrugens e buracos que expunha o solvente à atmosfera do local.

**\*Outros Solventes:** notamos também a presença de Hexano, Cetonas e Alcoois. Etanol era muito utilizado também na lavagem de vidrarias, sendo encontrado até mesmo em “mini tanques” de água destilada.

**\*\*Resíduos:** notamos que a disponibilização de frascos e locais adequados para os resíduos se constitui problema grave no laboratório. Os perigos que podem se originar da ausência de local apropriado para eles podem expor os integrantes do laboratório a diversos perigos.

#### 🚧 Recomendações

Diante do exposto, destinamos este espaço a sugestões aos professores responsáveis pelo laboratório vistoriado.

Notamos que não há um bom aproveitamento do espaço, criando-se um amontoamento de objetos nos cantos do laboratório. Para tanto, sugerimos que os cômodos sejam melhores aproveitados e, desta maneira, liberaria os espaços do laboratório para tráfego de pessoas, concomitantemente, deixando-o melhor organizado.

É sempre muito importante manter qualquer ambiente limpo. Desta maneira, alertamos para as sujeiras geradas pelos experimentos que ficam nas bancadas e, comumente, não são vistas. Estas devem ser retiradas a fim de tornar o ambiente mais agradável para as práticas experimentais.

Ressaltamos a necessidade da criação de locais destinados ao armazenamento de reagentes específicos. Sugerimos que estantes ou bancadas para cada tipo de reagente, seja disponibilizado no laboratório. Desta maneira, criaria uma organização na estocagem de produtos químicos, facilitando o trabalho dos que utilizam do laboratório.

Tendo em vista a falta de um armário ou caixa de primeiros socorros e um mapa de risco, recomendamos aos professores a imediata disponibilização dos mesmos, pois, são de extrema importância em um laboratório para o atendimento rápido em casos de acidentes e para a prevenção dos mesmos, respectivamente.

É de suma importância que os responsáveis se atentem para a estocagem de solventes e dos resíduos. Isso se constitui problema grave para o laboratório e com certeza contamina a atmosfera e o ambiente laboratorial. Exautores, coifa e capelas de exaustão devem estar em perfeito funcionamento, visto que são fundamentais para que se tenha a retirada de gases tóxicos e despolua a atmosfera do local. Janelas também devem ser

concertadas para se obter uma melhor ventilação do local. Por fim, manter os integrantes do laboratório sempre protegidos com mascaras apropriadas e é claro, permanecer no ambiente laboratorial somente o tempo necessário para a conclusão de tarefas.

#### ✚ Parecer

É de extrema necessidade que o laboratório se adeque o mais rápido possível as condições mínimas de funcionamento. Na nossa visão, o laboratório deveria estar inoperante. A maior justificativa se deve ao fato da atmosfera densa e imprópria do laboratório além da desorganização que oferece potenciais fontes de acidentes.

#### ✚ Bibliografia.

- CIENTIFUEGOS, Freddy. Segurança no laboratório. Rio de Janeiro: Interciência, 2001, 269 p.
- DEL PINO, José Cláudio; KRÜGER, Verno. Segurança no laboratório. Porto Alegre: CECIRS, 1997. 128 p.
- CARVALHO, Paulo Roberto de. Boas práticas químicas em biossegurança. Rio de Janeiro: Interciência, 1999. 132 p.
- HIRATA, Mario Hiroyuki; MANCINI FILHO, Jorge. Manual de biossegurança. São Paulo: Manole, 2002. 496 p.

## Apêndice III



### **Autorização e Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**

Prezado (a) Estudante,

Solicitamos a sua colaboração voluntária para **a participação nas atividades de pesquisa desenvolvidas no projeto de Trabalho de Término de Curso (TCC)** que está sendo desenvolvido pelo aluno de graduação **Fernando Júnio Soares Beserra**, regularmente matriculado no curso de Licenciatura em Química da Universidade de Brasília (UnB) e sob a orientação da professora **Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Patrícia Fernandes Lootens Machado (PPGEC/UnB)**. Declaro que fui satisfatoriamente esclarecido (a) sobre o fato de que: a) as informações colhidas durante a elaboração desta pesquisa de TCC serão divulgadas em publicações da área de Educação, preservado o total anonimato dos estudantes participantes; b) posso consultar o autor do projeto durante a execução desse, para solucionar qualquer dúvida sobre o desenvolvimento de suas atividades; c) não terei direitos autorais sobre os resultados decorrentes desta pesquisa. E, por estar de acordo, firmo o presente.

Brasília, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2017.

---

Voluntário(a) ou responsável legal

---

Fernando Júnio Soares Beserra

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Patrícia Fernandes Lootens Machado (PPGEC/UnB)



**Questionário para o estudo de caso “O cara da Orgânica”**

1. Informações acerca do curso de graduação

- Você já cursou a disciplina de Segurança em Laboratório?

---

---

---

- Já cursou alguma disciplina de Química Orgânica? Se sim, qual (is)?

2. Informações acerca do caso

- O que os sintomas de Guilherme indicavam?

---

---

---

- Quais informações você conseguiu extrair do hemograma?

---

---

---

- Quais informações você conseguiu extrair da história para a resolução do caso?

---

---

---

- Que conhecimentos (conteúdos) de Química e de outras disciplinas você usou para resolver o caso?

---

---

---

---

- O que você suspeita que está acontecendo com Guilherme?

---

---

---

---

---

- Apresente uma solução para o caso, evidenciando argumentos que sustentem sua posição. Seja o mais completo possível. (Obs.: lembre-se que seu posicionamento deve levar em conta também seu papel como membro integrante da comissão de segurança).

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

3. Que informações você considerou relevante para resolução do problema que não foram apresentados no material disponibilizado?

---

---

---

---

Para a elaboração dos documentos presentes nesse apêndice foram utilizadas as seguintes referências: CIENFUEGOS, F., 2001; KELLEY, C.; WEEKS, W., 2006; SPINELLI, E. (Material disponibilizado pela autora em curso de extensão).