



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
INSTITUTO DE QUÍMICA**

**Luís Henrique Carvalho Portela**

**Práticas experimentais no ensino da Química: Segurança  
no Laboratório Químico**

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

**Orientador: Evelyn Jeniffer de Lima Toledo  
Co-Orientador: Renata Pascoal Illanes Tormena**

**1.º/2024**



A minha família.

## *AGRADECIMENTOS*

A minha família, por todo suporte emocional e financeiro; por ser um exemplo para mim e, especialmente, por ter sempre colocado a educação acima de tudo.

A Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Evelyn Jeniffer de Lima Toledo, pela confiança, incentivo e esmero em toda orientação.

A Dr<sup>a</sup>. Renata Pascoal Illanes Tormena, por todo auxílio, apoio e pelas agradáveis conversas informais.

Ao Prof. Dr. Daví Alexsandro Cardoso Ferreira, por sempre ter sido uma inspiração, pelo exemplo de cientista e professor que é e pela forte assistência ao longo da minha graduação.

Aos docentes que tive, por terem contribuído para o meu desenvolvimento e amadurecimento, de uma forma ou de outra.

A UnB e seus funcionários, por proporcionarem o ambiente e estrutura adequados.

A todos meus amigos fiéis, que nos momentos mais difíceis me proporcionaram descontração e entretenimento.

## ***RESUMO***

O desenvolvimento da Química sempre esteve fortemente associado à experiência, entretanto, corriqueiramente acontecem desastres e acidentes em laboratórios. Existem alguns fatores aos quais pode-se atribuir o acontecimento dessas casualidades, como, por exemplo, uma possível falta de destreza, desconhecimento e a ausência de confiança quanto ao ato de organizar e ministrar as aulas experimentais em si. Diante do exposto, o objetivo neste trabalho é analisar a percepção do sentimento de capacitação, segurança e aptidão de licenciandos em química e elaborar um curso online a partir desses dados. Através de um questionário constatou-se que parte dos estudantes investigados se sente inapta em ministrar e preparar aulas experimentais, bem como em organizar laboratórios químicos e gerenciar resíduos, mesmo tendo cursado ao menos uma disciplina sobre segurança em laboratórios. Assim, devido a importância dessas questões foi estruturado um curso online sobre Segurança Química que abarca os pontos citados.

**Palavras-chaves:** Experimentação, Segurança, Questionário

## **Sumário**

Capítulo 1 – A Experimentação no Ensino de Ciências	9
Capítulo 2 - Segurança em Laboratório Químico	16
Capítulo 3 – Metodologia	27
Capítulo 4 – Resultados e Discussões	30
Considerações finais	47
Referências	49

## APRESENTAÇÃO

Fenômenos naturais sempre me fascinaram, e a busca por sua compreensão, muitas vezes inócua, sempre foi algo instintivo. Observá-los nunca foi o bastante, entender o porquê e desvendar os segredos do existente sempre foi algo ambicioso. A propensão em indagar truísmos, o gosto por perguntas não respondidas, a aversão a respostas incontestáveis e um ingênuo encanto pela docência levaram-me a escolher o curso do qual despeço-me emotivamente.

A graduação foi um momento ímpar em minha vida. Para sempre relembrei as experiências por mim adquiridas ao longo de toda minha trajetória, desde aulas formidáveis com professores inspiradores até períodos intensos e frustrantes em que nada mais fazia sentido. Todavia, seguramente afirmo que a maior riqueza que conquistei ao longo desta odisséia é o conhecimento e a maturidade que desenvolvi, não há nada mais valioso do que isto.

Este estudo sobre Segurança em Laboratórios Químicos nasce em 2023, quando assumi uma vaga no Clube de Ciências Glúons da UnB. À época foi-me solicitado preparar um minicurso sobre laboratórios de Química. Assim, o minicurso foi apresentado na semana universitária, gerando resultados positivos, e, ao mesmo tempo, novas oportunidades e desafios. Os frutos gerados são gratificantes.

É surpreendente que o fim de uma etapa tão marcante possa despertar sentimentos antagônicos e aflorar pensamentos caóticos. Apesar de não estar certo do que farei, creio que deste momento em diante irei debruçar-me em meus objetivos acadêmicos, para então, finalmente, poder exercer a profissão que sempre almejei.

## INTRODUÇÃO

A Química, por conta de sua própria essência e de sua história, pode se relacionar com a experiência, sendo muitas vezes considerada uma ciência experimental (Constantino, 2004). A natureza dessa ciência, como a de muitas outras, é complexa, e seu desenvolvimento não segue uma linha precisa de ideias ou regras (Atkins; Jones; Laverman, 2018). De acordo com o método indutivo, sabe-se que a formulação de assertivas universais é dada, sobretudo, com base em observações experimentais, e que um conjunto de enunciados particulares (oriundos de investigações empíricas) leva a essas assertivas (Popper, 2021).

Por ser uma ciência que pode se relacionar fortemente com a experiência, o ensino da Química acaba fazendo um amplo uso da experiência, e, conseqüentemente, o emprego da prática experimental acaba constituindo-se em um grande recurso didático (Lôbo, 2011). Além disso, o cenário vigente de certa forma obriga os profissionais e estudantes da Química a estarem cada vez mais preparados, e a buscarem um conhecimento mais profundo do que aquele proporcionado pela própria graduação (Almeida, 2010).

De um ponto de vista realista, os docentes, estudantes e técnicos que frequentam Laboratórios Químicos, em função do próprio caráter deste tipo de local, estão ininterruptamente submetidos a riscos (Santos, 2021). Estes riscos podem ser de natureza química, física, ergonômica ou biológica (Wahab, 2021).

Não obstante, devido à intensificação da exposição a manobras e procedimentos que possam colocar em risco a saúde e a integridade tanto do espaço físico quanto das pessoas que nele estejam imersas, talvez haja uma grande susceptibilidade de ocorrência de eventos indesejáveis ou até mesmo catastróficos nos laboratórios de Química (Vasconcelos, 2014). No Brasil, percebe-se que são um tanto quanto preocupantes os números associados a quantidade de “acidentes químicos” (Maciel, 2022), enunciado esse corroborado pela grande preocupação nas temáticas alusivas à segurança e ao desenvolvimento sustentável (ABNT, 2004).

Um dado interessante a respeito da ocorrência de acidentes é que a taxa de acidentes em laboratórios acadêmicos é da ordem de algumas dezenas de vezes

maior do que aquela associada a laboratórios industriais (Wahab, 2021). Para corroborar isto, pode-se perceber que vez ou outra aparecem em portais virtuais de notícias a ocorrência de desastres nesses laboratórios, como vazamento de gás nocivo ou explosões, podendo alguns desses acontecimentos indesejáveis terem sido facilmente evitados (Agência UNB, 2012; Marin, 2022).

Antecipando uma conjuntura que ao longo do trabalho será intensamente enfatizada, afirma-se que, independentemente da prática e do procedimento que podem ser realizados em laboratório, a saúde e o bem-estar das pessoas (principalmente) e do meio ambiente devem estar à frente de todo e qualquer outro objetivo, sendo este de cunho científico ou não (UNECE, 2021). Muitas vezes essa ideia é interpretada como sendo bastante “óbvia” e lógica, o que talvez possa causar uma espécie de negligência ou desvalorização do estudo da segurança em laboratórios químicos, sobretudo no ambiente acadêmico (Wallau; Júnior, 2013).

Por conta do propósito supracitado, do desleixo em relação ao estudo da segurança em laboratório por parte das universidades, de diferenças envolvendo os regulamentos nacionais de países distintos e a fim de se evitar eventuais impasses e adversidades no que tange o comércio internacional, ao longo dos anos pôde-se perceber um intenso esforço na tentativa de implementar um sistema geral, global e judiciosamente estruturado, de forma tal que houvesse uma forma “universal” de se tentar promover a segurança que se almeja (Wallau; Júnior, 2013). Remetendo essa ideia, logo vem em mente o Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos (GHS, por sua sigla em inglês), a obra que talvez seja a mais conhecida e bem assentada quando considerada a temática de segurança em laboratórios.

Além disso, como será visto, muitas normas, regulamentações e trabalhos burocráticos nacionais envolvendo essa temática existem e vêm sendo sintetizados e reformulados. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por exemplo, possui normas inteiras que tratam de regulamentações, definições e procedimentos envolvendo segurança em laboratório e suas ramificações.

Como se trata de obras que possuem uma quantidade relativamente grande de burocracia, trâmites administrativos e legislações, muitas vezes perpassa a ideia de um ensino mecânico e não significativo, frequentemente caracterizado pela ineficiência e pelo subsequente esquecimento. Esse tipo de aprendizagem não

consegue atribuir significado ao que é exposto ao estudante, sendo puramente memorístico e recheado de técnicas mnemônicas. Novamente, conjectura-se que isso pode ocasionar um possível desinteresse no estudo desse assunto por parte dos alunos (Moreira, 2012).

Levando-se em consideração todas as problemáticas existentes associadas a segurança em laboratório químico e seu estudo e a importância da temática, intenta-se, neste trabalho, investigar a percepção de graduandos sobre estarem preparados para lecionarem em laboratórios de forma segura. Desse modo, eles serão inquiridos sobre seus conhecimentos em relação a boas práticas de laboratório; gerenciamento de resíduos e organização de laboratório químico.

Por conseguinte, acredita-se que o presente trabalho pode prospectar a necessidade de melhoria no currículo do curso de licenciatura em química, particularmente no que tange a possível deficiência dos estudantes de química em relação ao conteúdo abordado.

## **CAPÍTULO 1 – A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS**

Desde o século XVIII pensadores já admitiam a existência de um papel significativo apresentado pela experimentação (Silva; Machado, 2019), tanto no ensino de ciências quanto na pesquisa direta, tendo ela contribuído apreciavelmente para a estruturação sólida da ciência natural no século anterior (Nussenzveig, 2015).

A elaboração do conhecimento científico apresenta-se dependente de uma abordagem experimental, não tanto pelos temas de seu objeto de estudo, os fenômenos naturais, mas fundamentalmente porque a organização desse conhecimento ocorre preferencialmente nos entremeios da investigação (Giordan, 1999, p.44).

Na realidade, o vínculo entre experimentação e conhecimento já era sustentado há mais de dois mil anos, por filósofos como Aristóteles (Taha, 2016).

O papel e a função da experimentação no ensino de ciências naturais é um tema bastante delicado, por mais que já não se tenha dúvida em relação ao potencial dessa ferramenta no ensino de ciências (Stoll, 2020). Diz-se que este tema é delicado porque o cenário vigente, conforme será abordado posteriormente, não favorece uma aprendizagem significativa, ao passo que a forma por meio da qual a experimentação vem sendo empregada pode não contemplar todos os seus respectivos propósitos (Santos, 2020).

Aqui, compreende-se a experimentação como o processo em que teoria e fenômenos empíricos possam ser associados de um modo específico por meio de experimentos (Silva; Machado, 2019). A experimentação pode ser aproveitada para compreender fundamentos, corroborar hipóteses ou teorias, gerar investigações e para realizar tarefas práticas, tudo isso porque possibilita uma maior contextualização, estimula os estudantes e provoca indagações (Guimarães, 2009).

Embora o enunciado precedente seja extensamente corroborado nos dias atuais, ou, equivalentemente, por mais que à experimentação é dada bastante credibilidade, insólitas considerações geralmente não apresentadas nem concebidas pelos profissionais docentes devem ser expressas. Se baseiam na conjuntura de

que a “experimentação”, por si só, pode não proporcionar uma aprendizagem significativa, nem o estabelecimento de vínculos teoria-prática específicos (Silva; Silva, 2019). Concisamente, entende-se que um dos principais fatores que leva a essa conjuntura é que os objetivos estabelecidos para as práticas experimentais (e para a experimentação em si) se encontram um tanto quanto obscuros na mente de professores de ciências (Silva; Zanon, 2018).

Por meio da admissão quase que “incontestável” por parte dos docentes do fato de as ciências naturais possuírem uma conexão relativamente significativa com a experiência, as aulas experimentais muitas vezes são efetuadas pelo simples entendimento de que hão, em algum momento, de serem executadas. Isso equivale a dizer que, para alguns profissionais e em certas ocasiões, o único motivo por meio do qual justifica-se a realização das práticas experimentais é a ciência de que, por conta de sua importância, elas devem estar presentes em determinados momentos. Entretanto, a razão que justifica essa importância nem sempre está presente, ou então baseia-se em argumentos antiquados ou até mesmo “retrógrados”. Destarte, como presente no capítulo *A Experimentação no Ensino de Ciências*, “fica-se na experimentação pela experimentação” (Zanon; Silva, 2018, p. 124).

A assertiva que parece melhor explicar esse fato é que os próprios docentes não compreendem, em sua real totalidade, a essência e o papel da experimentação, muitas vezes por terem sido esculpido sob o monumento da perspectiva de uma ciência positivista. Dessa forma, há um entendimento de que o conhecimento provido pela ciência é aceito sem reservas e incontestável, justamente por assumir o caráter de verdade absoluta (Silva; Zanon, 2018).

Ademais, entende-se que realmente o método do indutivismo situa-se em posição firmemente bem consolidada, pois, de um modo geral, as ciências empíricas são consideradas compatíveis com a Lógica Indutiva. Esta, por sua vez, assegura que enunciados de menor universalidade podem, ao serem analisados e levados em conta, justificar, por pura lógica, enunciados universais (Parmeggiani, 2023). Karl Popper, em seu livro *A Lógica da Pesquisa Científica*, delinea detalhadamente que o indutivismo não possui rigor lógico, nem proporciona adequado critério de demarcação. O Problema da Demarcação e o Problema da Indução são, de acordo com Popper (2013), os dois problemas fundamentais da teoria do conhecimento.

Por conseguinte, por parte dos profissionais simpatizantes tanto à lógica indutiva quanto à visão positivista de ciência, há a impressão de que a teoria é “comprovada na prática”, de que os experimentos e as observações experimentais não permitem não aceitar outro resultado que não seja a constatação da teoria como correta (Pereira; Moreira, 2017). Para exemplificar essa perspectiva, supõe-se a realização do seguinte experimento: uma bola de plástico é lançada verticalmente para cima, e, após um certo tempo, ela retorna ao ponto inicial, de forma tal que seu movimento seja corretamente descrito por funções horárias oriundas da Mecânica Clássica. O docente responsável, por conta de sua crença positivista e sua simpatia pela Lógica Indutiva, poderá informar aos estudantes que o experimento “comprova” a Teoria da Gravitação Universal, ou seja, um enunciado particular deu origem a um enunciado de maior universalidade.

Para muitos professores, o que foi descrito acima identifica-se como o papel da experimentação (Silva; Lima, 2020). Adentrando nos resultados provenientes desse ponto de vista, percebe-se que o modelo antiquado de ensino em que se tem a transmissão-recepção como foco principal, ou seja, um modelo mecânico com foco maior em capacidade mnemônica, ainda continua fiel ao discurso de muitos. Professores com tendências positivistas, ao crerem na existência de verdades absolutas e do definitivo, tornam-se suscetíveis a exigir que seus estudantes pensem assim também. Ao final, pode-se deduzir que o estudante fica, de uma forma ou de outra, sem exercer o pensamento reflexivo (Zanon; Silva, 2018).

Consequentemente, a aprendizagem devido à experimentação fica limitada, vazia, sem sentido, monótona e sem enfoque em uma abordagem significativa. O aspecto memorístico e a ausência de reflexão encontram-se, também, cada vez mais presentes. Além disso, tem-se a impressão de que os estudantes muitas vezes realizam a atividade experimental sem de fato ter conhecimento do que estão fazendo, sem se importar e policiar em tentar fazer conexões daquilo que estão presenciando e vivenciando com a natureza ou com o que foi demonstrado em sala de aula de forma teórica. A falta de entusiasmo e brilho no olhar dos estudantes, em algumas ocasiões, também é algo devidamente constatado, e aumenta à medida que os estudantes se tornam mais velhos (Silva; Zanon, 2018).

Com tudo o que aqui foi descrito, percebe-se, “nitidamente”, que uma formação docente inicial sucateada gera impactos substanciais sobre a percepção

do professor acerca da experimentação, e isso, por consequência imediata, pode gerar um efeito cascata indesejável. Entretanto, para além das questões associadas ao quadro da percepção dos professores sobre a experimentação, existem outras que também tem o potencial de interferir de maneira acentuada nessa temática. A saber, estariam essas relacionadas, principalmente, com fatores que podem não depender do profissional docente em si ou de quem está ministrando a aula, mas, antes, de fatores alusivos à escola ou ao sistema de ensino.

Entre os fatores que influenciam a não adoção de atividades experimentais pelos professores podemos destacar três pontos: (1) infraestrutura; (2) tempo disponível para a prática; (3) tamanho das turmas (Silva; Machado, 2019; Silva; Zanon, 2018).

Em relação a infraestrutura, podemos afirmar que em muitas escolas não existem laboratórios e quando esse espaço físico está presente, encontra-se sucateado, portanto, inadequado ao uso. Faltam reagentes, vidrarias, instrumentos e equipamentos gerais.

Sobre o tempo disponível para prática, a quantidade exacerbada e a natureza do conteúdo que deve ser ministrado muitas vezes impossibilita a execução de aulas no laboratório, pois as aulas práticas requisitam uma quantidade relevante de tempo devido à necessidade de preparar a aula e o roteiro, organizar o laboratório, os reagentes e os utensílios a serem utilizados.

O tamanho das turmas, às vezes, é exacerbado. Quando as turmas possuem um número exagerado de estudantes, levá-los ao laboratório pode constituir-se em uma ação perigosa e o tempo e a conturbação sonora gerados pelo percurso dos estudantes ao laboratório pode causar conflitos entre o professor da turma e outra pessoa que trabalha na escola (ou até mesmo um setor inteiro).

Todas essas condições acabam influenciando a presença e a “qualidade” da experimentação nas escolas, e, de um certo ponto de vista, fogem à capacidade do professor de prover a experimentação propriamente dita. Explicita-se, no entanto, que existem mais motivos que poderiam ter sido colocados na listagem acima. Muitos professores sentem-se despreparados e têm medo de ministrar uma aula em laboratório com uma turma do ensino básico, por exemplo. Neste caso, por conta do receio existente, o professor pode optar, simplesmente, por não dar aulas práticas.

Por mais que até agora tenha-se apenas demonstrado problemáticas com a experimentação e as pessoas a ela correlacionadas, ela ainda possui um papel importante no ensino de ciências, se, é claro, judiciosamente pensada, elaborada e, acima de tudo, com seus princípios bem assentados por quem irá proporcioná-la.

Como já dito anteriormente, a experimentação no ensino de ciências possui um papel fundamental, tendo ela contribuído absurdamente para o desenvolvimento da ciência e da sociedade como um todo. Para elucidar essa conjuntura, pode-se relembrar de Michael Faraday, cientista considerado um dos pais da experimentação, que deu contribuições extremamente relevantes tanto para a física quanto para a química. Faraday, apesar de não possuir instrução equiparável a dos cientistas mais renomados do século XIX (Nussenzveig, 2015), enxergava a experimentação de forma tal que o caráter investigativo sobressaía enormemente ao possível caráter comprobatório dessa atividade. Justamente por conta dessa forma de enxergar, fez inúmeras considerações acerca de fenômenos excepcionalmente importantes, como, por exemplo, a indução eletromagnética.

O que aqui se deseja enfatizar é o devido caráter da experimentação. A experimentação com uma natureza comprobatória, ou seja, com simpatia pela Lógica Indutiva e pelo positivismo, em pouco pode contribuir aos estudantes. No entanto, quando leva em consideração o aspecto imaginativo, reflexivo, de forma tal que seja considerada uma atividade investigativa e que requer o profundo pensamento como aliado principal, são enormes os benefícios por ela proporcionados (Silva; Machado, 2019).

Tendo-se uma aprendizagem mecânica, baseada na transmissão inefetiva de conceitos e ideias aos estudantes e dentro da qual situa-se a experimentação com o objetivo de comprovar enunciados, os estudantes não dão sentido à informação que eles temporariamente “absorveram”. O conteúdo que a eles é apresentado logo mais é esquecido e, após um certo tempo, comportam-se de forma tal que aparentam não possuir nenhuma intimidade com o conteúdo previamente abordado. Entretanto, caso a correlação entre teoria e fenômenos empíricos seja feita de uma forma judiciosa, o estudante sente-se instigado, como se sua curiosidade fosse despertada e ampliada. Assim sendo, o próprio aluno começa a fazer conexões e correlações com diferentes campos do conhecimento, bem como proporciona-se momentos de autorreflexão (Moreira, 2012). Existe, desta forma,

uma espécie de propulsão imaginária, que impele uma mudança de visão de mundo, por parte dos alunos.

Ao refletir sobre tudo o que aqui foi apresentado, é notável que há uma necessidade de alteração do cenário vigente. Temas que dizem respeito a questões financeiras, físicas e administrativas das escolas, sobretudo da rede pública, carecem de reforço. Talvez possa-se afirmar que a formação docente inicial e continuada também mereça uma atenção especial e em maior quantidade.

Percebe-se que muito aqui foi dito acerca da essência filosófica por trás da experimentação no ensino de ciências, bem como sobre as respectivas problemáticas existentes. No entanto, há também outro aspecto que até o presente momento não foi suficientemente abordado. Trata-se das questões alusivas à destreza dos professores no que tange a parte experimental da ciência.

No Brasil, são muitos os exemplos de acidentes notificados que ocorrem em laboratórios de ciências, muitas vezes ocasionados não pela falta de recursos ou pela possível pobreza associada à estrutura do ambiente, mas por conta de eventual negligência, imprudência ou desatenção. Os acontecimentos vão desde pequenos incidentes até circunstâncias mais graves, como explosões ou dissipação de vapores tóxicos. Um caso que chama atenção foi um que ocorreu na própria Universidade de Brasília (UnB), em um laboratório de ensino, em que dois estudantes foram feridos por conta do estouro de um recipiente contendo um produto químico corrosivo. Além das lesões físicas por conta dos estilhaços de vidro projetados sobre os estudantes, um deles também sofreu queimadura por conta da interação com o produto químico (Agência UNB, 2012).

Em 8 de fevereiro de 2022, ocorreu um acidente em uma escola privada da cidade de São Paulo, em que uma professora e alguns alunos ficaram feridos. Basicamente, de acordo com o que foi observado, a experiência aconteceu em um laboratório de química, em que uma certa quantidade de ácido sulfúrico respingou no rosto da professora e de alguns estudantes (Porto, 2022). A Sociedade Brasileira de Química (SBQ) emitiu uma nota sobre esse evento.

a SBQ reforça a essencialidade da Química e seu papel central em processos vitais à vida e ao desenvolvimento econômico. Mas, reitera a importância da devida formação inicial e continuada dos profissionais que trabalham com o ensino de Química e da adoção, intransigente, de medidas

de segurança em todos os laboratórios de Ciências do país. (SBQ, 2022. online)

Esse recorte expressa exatamente a ideia que aqui se pretende realçar. Para além dos obstáculos proporcionados por um possível entendimento equivocado sobre o papel da experimentação e sobre a parte filosófica em si, existem também adversidades advindas da área “técnica”. Essas adversidades, como pode muito bem ser evidenciado na nota da SBQ, podem originar-se de uma falta de conhecimento sobre segurança em laboratório químico e de química em si, bem como de uma ausência de intimidade do professor com a parte experimental da ciência.

Entende-se, é claro, que tanto a parte teórica sobre o papel e a função da experimentação, quanto os aspectos correlacionados à parte experimental e seus conhecimentos, são de suma importância para se exercer aquilo que a experimentação fundamentalmente demanda. Não obstante, neste trabalho será dado enfoque no último desses dois fatores, ou seja, a atenção será voltada para a parte técnica relacionada aos procedimentos em laboratório, segurança química e manuseio. No próximo capítulo, será discorrido algo a respeito da parte experimental, bem como sobre Segurança Química e assuntos correlatos.

## CAPÍTULO 2 - SEGURANÇA EM LABORATÓRIO QUÍMICO

De uma forma não muito aprofundada, Segurança em Laboratório Químico, ou, correspondentemente, Segurança Química (SQ), pode ser compreendida como um conjunto de ações judiciosas e específicas que possuam um objetivo claro. Como é sugestivo, os objetivos envolvidos encontram-se diretamente associados a tentativa de se garantir a proteção, a vida, a saúde e o bem-estar, tanto dos estudantes e profissionais que estejam vinculados ao laboratório, quanto do meio ambiente (Freitas *et al*, 2002). Outra forma de se compreender o conceito desse termo é, simplesmente, entendê-lo como um conjunto de “regras” e condutas a serem seguidas, de forma tal que se possa ter a minimização da quantidade de acidentes ou eventos adversos em laboratório (Portela *et al*, 2024).

Entretanto, como são muitos os fatores relacionados a essa temática, tais como armazenamento e transporte de produtos químicos, organização e boas práticas de laboratório, estrutura e espaço físico, gerenciamento de resíduos e outras, percebe-se que é um assunto relativamente extenso e complexo, justamente por abordar aspectos amplos e distintos, mas que estão mutuamente conectados. A existência de muitas normas, resoluções e trabalhos relativos a essa área parece corroborar com o enunciado precedente.

Por conseguinte, devido à quantidade e à natureza dos coeficientes a serem levados em consideração, torna-se inviável fornecer qualquer outro tipo de tratamento que não somente breves “pontuações” sobre alguns dos assuntos que permeiam o tema da Segurança em Laboratório Químico. Assim sendo, serão apresentados apenas alguns tópicos: práticas gerais laboratoriais, utilização de equipamentos e vidrarias, organização de laboratório químico e gerenciamento de resíduos.

### 2.1 Práticas Gerais Laboratoriais

As práticas gerais de laboratório, no presente caso, identificam-se como um conjunto de enunciados simples e gerais, ou regras, que devem, sempre que possível, ser seguidos, de forma tal que haja uma diminuição dos riscos (Pereira, 2014). Alguns desses enunciados são bastante simples, intuitivos e estão conectados às mais variadas conjunturas, ao passo que outros, por sua vez, são mais complicados e exigem um estudo um pouco mais detalhado. Muitos não admitem violação, justamente por conta do fato de que, caso ela ocorra, existe uma maior potencialidade do perigo se converter em risco (Maciel, 2022). Alguns exemplos de boas práticas laboratoriais mais simples e comuns, presentes em determinados trabalhos, como no livro *Fundamentos de Química Experimental* (Constantino, 2004) e em *Manual de Boas Práticas de Laboratório* (Oliveira, 2018), são: o Laboratório é um local sério, não há espaço nem tempo para brincadeiras ou atividades que possam causar a dispersão dos alunos ou profissionais; sempre seguir as orientações do professor, do técnico e do roteiro; utilizar, sempre, os Equipamentos de Proteção Individual (EPI's) e os Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC's) convenientes; sempre estar de jaleco, sapato fechado, calça comprida e óculos de proteção. Pessoas com cabelos longos devem amarrá-los, de modo que fiquem presos durante toda a permanência no laboratório; utilização de luvas em momentos convenientes; não ingerir, cheirar ou tocar em substâncias ou misturas químicas; não comer, beber e fumar no laboratório; não pipetar nenhum tipo de material com a boca; não utilize vidrarias ou equipamentos quebrados; o conhecimento prévio da natureza, das propriedades e dos riscos oferecidos pelas substâncias a serem utilizadas é obrigatório.

Como anteriormente mencionado, essas são apenas algumas, de um conjunto muito maior, de condutas gerais de laboratório. Com efeito, regras menos “triviais” de serem assimiladas ou absorvidas, e igualmente importantes, também possuem um papel fundamental em segurança em laboratório químico. Para poder exemplificar, serão apresentadas apenas algumas breves noções superficiais sobre as devidas medidas de segurança atinentes aos casos particulares em que se tem um incêndio.

Sabe-se que existem diferentes espécies de incêndio, em que seu “tipo” depende de fatores específicos, como, por exemplo, o que o causou e qual agente extintor deverá ser utilizado (CBME, 2022). Em tal situação, há várias

recomendações a serem seguidas, a saber: manter a calma, desligar a chave geral de eletricidade ou os aparelhos próximos, iniciar o combate ao fogo, isolar os sistemas químicos inflamáveis, evacuar o local imediatamente e utilizar a saída de emergência caso seja necessário, chamar o corpo de bombeiros da região etc. Requisita-se, é claro, que os estudantes tenham noção da localização, forma de uso, natureza e função dos extintores de incêndio, de preferência antes de um possível evento desse tipo (Santos, 2018).

Embora o caso “particular” das medidas e condutas de situações de incêndio tenha sido considerado (ainda que de uma forma bastante resumida), existem inúmeras situações perigosas e bastante significativas, tais como derramamento de ácido, vazão de gás tóxico ou nocivo, quebra de vidrarias ou equipamentos e eventos adversos oriundos da interação direta entre uma pessoa e um produto químico (como queimaduras), que são relevantes. Em documentos mais extensos e apropriados, pode-se facilmente encontrar várias práticas e regras gerais vinculadas a essas situações.

Por fim, enfatiza-se que leis e regras sobre procedimentos corriqueiros de laboratório (transferência de líquidos e pesagem de sólidos, por exemplo) e os que envolvam o uso de equipamentos ou estruturas próprias para segurança (como lava olhos, chuveiro, capela e saída de incêndio), usualmente estão presentes em trabalhos mais completos sobre esse tema e constituem parte importante desse.

## 2.2 Organização de Laboratório Químico

Existem muitas formas possíveis por meio das quais produtos químicos podem ser organizados, como, por exemplo, por cor, preferência, ordem alfabética e data de utilização. Entretanto, possuindo-se a finalidade de garantir a segurança do ambiente e das pessoas, apenas uma única maneira torna-se adequada, que é a que se baseia em incompatibilidade química (Mota, 2023).

Incompatibilidade química é um termo vinculado à existência de perigo por meio de uma possível interação, geralmente indesejável, entre sistemas químicos, processo este que pode resultar em explosões, desprendimento de vapores ou gases tóxicos e outros efeitos adversos (Mota, 2023). Dois ácidos fortes, por possuírem naturezas semelhantes e não reagirem de forma violenta ou “maléfica”,

não são quimicamente incompatíveis, o mesmo fato não sendo verdadeiro para o caso em que se tem um ácido forte e uma base forte.

Em um laboratório químico “tradicional”, em que se tenha várias substâncias e misturas diferentes, pode-se deduzir, pelo conceito de incompatibilidade química, que existem produtos que devem estar necessariamente afastados. Por exemplo, agentes oxidantes relativamente fortes devem estar afastados de produtos inflamáveis. Uma base deve estar “longe” de ácidos (Machado, 2005).

Não é necessário, no entanto, memorizar essas regras, pois existe um número considerável de tabelas que trazem informações a esse respeito. Elas podem assumir formatos diferentes e possuir conteúdos diferentes, mas, em suma, todas fornecem uma espécie de suporte para um melhor ordenamento do ambiente, podendo servir como objeto norteador. Deve-se salientar que, embora possam auxiliar em diversas tarefas, as tabelas de incompatibilidade química não são, de forma alguma, completas (Santos, 2018).

Encontra-se na Figura 1 parte de uma tabela de incompatibilidade química presente no site da Secretaria de Meio Ambiente da UnB (SEMA, 2024)

Figura 1 - Tabela de Incompatibilidade Química

Substâncias	Incompatível com
Acetileno	Cloro, bromo, flúor, cobre, prata, mercúrio.
Acetona	Bromo, cloro, ácido nítrico e ácido sulfúrico.
Ácido Acético	Etileno glicol, compostos contendo hidroxilas, óxido de cromo IV, ácido nítrico, ácido perclórico, peróxidos, permanganatos e peróxidos, permanganatos e peróxidos, ácido acético, anilina, líquidos e gases combustíveis.
Ácido Cianídrico	Alcalis e ácido nítrico.
Ácido Crômico [Cr (VI)]	Ácido acético glacial, anidrido acético, álcoois, matéria combustível, líquidos, glicerina, naftaleno, ácido nítrico, éter de petróleo, hidrazina.
Ácido Fluorídrico	Amônia, (anidra ou aquosa).
Ácido Fórmico	Metais em pó, agentes oxidantes.
Ácido Nítrico (concentrado)	Ácido acético, anilina, ácido crômico, líquido e gases inflamáveis, gás cianídrico, substâncias nitráveis.
Ácido Nítrico	Álcoois e outras substâncias orgânicas oxidáveis, ácido iodídrico, magnésio e outros metais, fósforo e etileno, ácido acético, anilina óxido Cr(IV), ácido cianídrico.
Ácido Oxálico	Prata, sais de mercúrio prata, agentes oxidantes.
Ácido Perclórico	Anidrido acético, álcoois, bismuto e suas ligas, papel, graxas, madeira, óleos ou qualquer matéria orgânica, clorato de potássio, perclorato de potássio, agentes redutores.
Ácido Picrico	Amônia aquecida com óxidos ou sais de metais pesados e fricção com agentes oxidantes.
Ácido Sulfídrico	Ácido nítrico fumegante ou ácidos oxidantes, cloratos, percloratos e permanganatos de potássio.
Água	Clorato de acetilo, metais alcalinos terrosos seus hidretos e óxidos, peróxido de bário, carbonetos, ácido crômico, oxiclорato de fósforo, pentaclorato de fósforo, pentóxido de fósforo, ácido sulfúrico e trióxido de enxofre, etc.
Alumínio e suas ligas (principalmente em pó)	Soluções ácidas ou alcalinas, persulfato de amônio e água, cloratos, compostos clorados nitratos, Hg, Cl, hipoclorito de Ca, I <sub>2</sub> , Br <sub>2</sub> , HF.
Amônia	Bromo, hipoclorito de cálcio, cloro, ácido fluorídrico, iodo, mercúrio e prata, metais em pó, ácido fluorídrico.
Amônio Nitrato	Ácidos, metais em pó, substâncias orgânicas ou combustíveis finamente divididos.

Fonte: [http://sema.unb.br/images/Noticias/2022/tabela\\_de\\_incompatibilidade\\_quimica.pdf](http://sema.unb.br/images/Noticias/2022/tabela_de_incompatibilidade_quimica.pdf).  
Acesso: 15 ago. 2024.

Para além da necessidade de estarem localizados em posições judiciosas, os reagentes químicos em sua maioria são mantidos em frascos de vidro ou de plástico (Passos, 2007), pois a maioria das substâncias e misturas não reage quimicamente nem com o vidro nem com o plástico. Obrigatoriamente, esses frascos devem ser devidamente rotulados e sinalizados. A rotulagem em si é uma forma através da qual informações provenientes do fornecedor do produto químico perigoso possam ser passadas para o operador (ABNT, 2012).

O processo de rotulagem é de suma importância, e agora serão elencados alguns dos principais fatores que corroboram esse enunciado e que podem ser encontrados na norma NBR 14725-3 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (ABNT, 2012): a rotulagem consegue transmitir, do fornecedor para o público-alvo, informações sobre o produto químico perigoso, estando elas correlacionadas à saúde, segurança e ao meio ambiente; viabiliza o dever dos profissionais e estudantes de estarem cientes dos perigos fornecidos pelos produtos e de poderem identificá-los; a possibilidade de oferecer um método fácil, rápido e eficiente de identificação e simplificação de processos burocráticos associados ao comércio de substâncias e misturas.

Como pode ser constatado na norma ABNT NBR 14725-3 (2012), o rótulo de um produto químico, por ter de obedecer ao objetivo maior supracitado, não pode assumir uma estrutura qualquer, muito menos incorporar conteúdo impertinente ou inadequado. Caso isso acontecesse, várias situações potencialmente perigosas poderiam ocorrer. Um estudante de laboratório, por exemplo, poderia estar erroneamente informado acerca das periculosidades associadas a um produto químico em particular, assim estando ele incapacitado a tomar decisões apropriadas, e, portanto, colocando em situação de risco si mesmo, seus colegas e o ambiente.

O arranjo que segue o rótulo e as informações nele presentes são, como exatamente consta nas devidas normas da ABNT (2012): “identificação do produto e telefone de emergência do fornecedor”; “composição Química”; “pictograma(s) de perigo”; “palavra de advertência”; “frase(s) de perigo”; “frase(s) de precaução” (ABNT, 2012, p.2) e outras informações.

Nessa mesma norma, consta a estrutura e o arranjo que o rótulo deve exibir e um tipo de delineamento sobre como construí-lo, em que é descrito, muito mais detalhadamente, os procedimentos e afazeres necessários para tal.

Com base nas considerações aqui feitas sobre organização em laboratório químico e rotulagem, que podem, até certo ponto, ser considerados processos intimamente correlacionados, evidencia-se uma suposta necessidade profunda em se ter o conhecimento químico como o principal aliado para suas respectivas concretizações.

Nota-se que as tabelas de incompatibilidade química, embora consigam transmitir informações sobre o que pode acontecer, nada informam a respeito do porquê dos acontecimentos e do significado das coisas. Perguntas do tipo “por que reações explosivas ocorrem quando metais alcalinos reagem com água?”, “por que não se pode misturar sais de cianeto com ácidos?”, “o que são substâncias inflamáveis?” e “por que a maior parte dos compostos orgânicos é inflamável?” são fundamentais para o desenvolvimento do espírito científico, e só podem receber elucidação por meio do conhecimento. Situação análoga ao caso do rótulo do produto químico perigoso.

Enfatiza-se, por conseguinte, o caráter fundamental do conhecimento químico, tanto para o entendimento da natureza em si, quanto para a realização de tarefas que estejam, de uma forma ou de outra, vinculadas à Segurança Química.

### 2.3 Gerenciamento de Resíduos

De certa forma, Gerenciamento de Resíduos compreende-se por ser um conjunto de procedimentos, ações e normas, específicos, judiciosamente elaborados e compatíveis com o conhecimento científico, que tenta assegurar a saúde individual, coletiva e o bem-estar das pessoas e do meio ambiente, sendo esse seu objetivo mais fundamental e de maior prevalência (Brasil, 2018).

Com efeito, a palavra “resíduos”, a depender do contexto, pode possuir diferentes concepções e estar vinculada a diferentes termos. Os chamados Resíduos Sólidos, por exemplo, possuem um significado distinto daquele apresentado por “Resíduos de Serviços de Saúde”, como pode ser visto em documentos oficiais (ABNT, 2004; Brasil, 2018), muito embora ambos possam

apresentar algumas semelhanças. Neste trabalho, o vocábulo “resíduos” será definido como um material que pode ser reaproveitado em procedimentos, pois não foi totalmente aproveitado nas atividades das quais é oriundo (Langanke, 2006). Essa forma de se entender o que são resíduos possivelmente pode ser considerada um pouco mais geral, atendendo, portanto, às necessidades deste trabalho. Ademais, neste momento também é conveniente definir o que é um resíduo perigoso, visto que é um tipo particular de resíduo que apresenta uma relevância significativa. Um Resíduo Perigoso é definido como um resíduo que tem a potencialidade de fornecer algum tipo de efeito ou conjuntura adversos para a saúde pública e/ou meio ambiente, em virtude de suas características químicas, físicas e/ou infecto-contagiosas (ABNT, 2004). Alguns exemplos de características que tornam um resíduo perigoso, de acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (2018), são inflamabilidade, toxicidade, corrosividade, reatividade e carcinogenicidade.

Entretanto, no que concerne os âmbitos do gerenciamento em si, para que a referida meta mais “geral” e significativa possa ser cumprida deve-se acatar a ideia de que a redução na produção de resíduos, sobretudo no que tange os resíduos perigosos, é absolutamente fundamental (Machado, 2022; Brasil, 2010).

Não obstante, o processo por meio do qual a redução é feita não pode assumir forma qualquer, e passa pela ideia de existência de uma ordem hierárquica de etapas (Brasil, 2010; Machado, 2022). Essas, tomando-se como base o trabalho *Procedimentos de Gerenciamento de Resíduos Perigosos na Universidade de Brasília*, são dispostas em ordem decrescente de prioridade e caracterizadas da maneira a seguir (Machado, 2022):

**Redução na fonte:** estágio que visa a não geração ou minimização máxima de material residual. Além disso, pode-se incluir aqui a substituição de processos que gerem resíduos de maior periculosidade por aqueles que gerem resíduos menos perigosos.

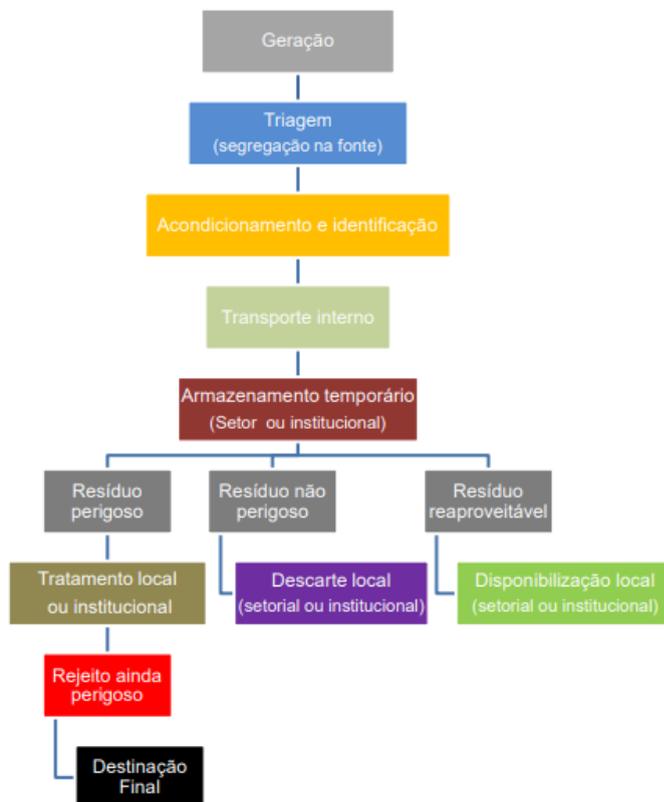
**Reaproveitamento:** fase na qual tenta-se ampliar o ciclo de vida do material residual, usufruindo-se da reutilização ou da reciclagem para tal.

**Tratamento interno:** estágio do processo de redução em que, por meio do uso de procedimentos de tratamento, pretende-se reduzir a quantidade de resíduos perigosos por meio da diminuição de fatores como toxicidade e reatividade.

Disposição Final: condução para a destinação final, etapa que só ocorre caso todas as anteriores não sejam possíveis ou todas as possibilidades em relação a elas já tenham se esvaído.

Retomando, agora, às considerações relativamente ao processo de gerenciamento de resíduos como um todo. Todos esses tópicos que acabaram de ser delineados dizem respeito ao objetivo indireto do processo de gerenciamento de resíduos. Focalizando-se a atenção no processo em si, explicita-se que um sequenciamento (ou, equivalentemente, uma série de normas, ações e regras dispostas em uma ordem definida) é necessário para que o procedimento possa ocorrer de forma organizada e segura, minimizando os riscos de acidentes ou erros associados (Machado, 2022). O processo de gerenciamento de materiais residuais da UnB (Figura 2) realizado pela Secretaria do Meio Ambiente da UnB (SeMA), presente em Machado (2022), será dado como exemplo, visto que o processo de gerenciamento de resíduos não necessariamente deve ser o mesmo para distintas instituições.

Figura 2 - Fluxograma de Gerenciamento de Resíduos da UnB



Fonte: Machado, 2022, p.6

O fluxograma como um todo pode aparentar ser bastante simples. Contudo, por trás de cada processo que o compõe, existe uma parte logística ou ao menos um determinado conjunto específico de procedimentos que devem ser levados em conta. A parte de segregação, por exemplo, por si só, é bastante extensa e pode ser complexa. Nela, o objetivo primordial é causar, na fonte de geração, uma espécie de separação dos materiais residuais existentes. Para tal, deve-se entender quais são os tipos de resíduos existentes, se é um resíduo perigoso ou não perigoso, se é biológico, químico, perfurocortante, radioativo ou comum etc. Em especial, se for um resíduo químico é necessário que se saiba algo acerca da natureza química do sistema, tal como se é uma solução, uma substância, um agente oxidante forte, um combustível ou um agente altamente inflamável, por exemplo. Até certo ponto, torna-se trivial entender o porquê disso. A depender do tipo de sistema que se tem em consideração, os procedimentos e as práticas que necessitam de ser realizadas mudam completamente (Machado, 2022), conjuntura que pode ser facilmente evidenciada (determinadas soluções podem ser diretamente despejadas na rede pública de esgoto, ao passo que outras, contendo metais pesados, por exemplo, não podem (Machado, 2005)). Por conseguinte, é inevitável o conhecimento da classificação de resíduos para que se consiga efetuar uma gestão responsável e tecnicamente correta.

Para os propósitos que aqui se tem em vista, não é necessário (sendo até mesmo inviável) explicitar detalhadamente o que acontece em cada processo existente no fluxograma, nem mesmo realizar ponderações altamente meticulosas sobre a classificação e a natureza de resíduos, pois o intuito é simplesmente dar algumas noções introdutórias. No entanto, um tratamento mais extenso e minucioso sobre resíduos e seu gerenciamento pode ser encontrado em diversos trabalhos, estando, entre eles, os referenciados no final deste texto (ABNT, 2004; Brasil, 2018; Machado, 2022; Machado, 2005).

## CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA

Os objetivos principais deste trabalho, fundamentalmente, são analisar os sentimentos de aptidão, segurança e de capacitação dos docentes em formação inicial perante as aulas experimentais, e, também, produzir um curso online sobre Segurança Química. Tendo-se isso em vista, como os objetivos estão centrados no indivíduo e, de certa forma, nas suas relações com o mundo, a natureza da pesquisa necessariamente é qualitativa. Além disso, os dados a serem recolhidos não possuem um envolvimento considerável com números, mas, antes, com textos, palavras e trechos, o que corrobora com o caráter qualitativo (Bogdan; Biklen, 1994).

Como o objeto de estudo deste trabalho é altamente subjetivo, a pesquisa foi concretizada por meio da utilização de um questionário virtual. Antes de falar sobre sua estrutura e seu conteúdo, primeiramente deve-se enfatizar que o questionário foi aplicado para estudantes de Química da UnB. O questionário, assim que pronto, foi divulgado em alguns grupos do WhatsApp. Esses grupos não englobavam apenas estudantes do curso de Licenciatura em Química, mas também dos cursos de bacharelado e de Química Tecnológica. Com efeito, apesar da maioria ser do curso de licenciatura, o público-alvo era estudantes de Química, independente de qual curso sejam estes.

Em tratando-se do questionário em si, este foi criado por meio da utilização do aplicativo Microsoft Forms da plataforma Microsoft 365. Todos os discentes da UnB têm acesso a esse aplicativo. O questionário foi divulgado em alguns grupos de WhatsApp que continham discentes dos cursos de Química, podendo ser acessado por meio de um link presente nas mensagens enviadas a esses grupos. Conjecturou-se que o intervalo de tempo de resolução do questionário era de aproximadamente 7 a 10 minutos, por mais que não houvesse tempo limite para sua respectiva resolução. Como o questionário era aberto e online, cada pessoa poderia respondê-lo apenas se quisesse, e, por conta disso, não havia necessidade de um termo de consentimento. No questionário estiveram presentes um total de dez questões, sendo uma de caráter objetivo e nove dissertativas. O número de

questões dissertativas é maior, pois, no período da criação do questionário, entendia-se que as questões discursivas podem proporcionar uma maior (e melhor) dimensão acerca das concepções dos estudantes sobre os assuntos escolhidos.

As quatro perguntas iniciais, assim como a oitava, dizem respeito ao estudante e sua respectiva trajetória acadêmica até então, com o intuito de se saber, naquela amostra, qual a quantidade de pessoas que já experienciaram algum tipo de envolvimento com experimentação e quantos estudantes já tiveram contato com o conteúdo, ou já cursaram alguma disciplina, de Segurança em Laboratório Químico. Tais perguntas estiveram presentes porque assim torna-se possível ter uma breve noção sobre a proporção de pessoas que já ministraram atividades experimentais e/ou que já tiveram aulas sobre Segurança em Laboratório Químico.

As questões cinco, seis e nove buscam investigar os sentimentos dos estudantes frente aos processos de organização de laboratório e preparo de aulas experimentais.

Não obstante, as sétima e décima perguntas constituem uma tentativa de avaliar os conhecimentos dos estudantes acerca do conteúdo de Segurança Química, particularmente sobre gerenciamento de resíduos e boas práticas de laboratório. Enfatiza-se, é claro, que o nível de dificuldade dessas perguntas não deve exceder aquele equivalente ao montante mínimo para que os estudantes possam ser considerados “aptos” a realizarem uma prática experimental. As perguntas do questionário encontram-se abaixo.

1. <sup>1</sup>Qual é seu nome?
2. Você é de qual curso?
3. Qual o ano e semestre você ingressou no seu curso? É seu primeiro curso?
4. Você já fez algum curso ou disciplina sobre segurança em laboratórios? Em caso afirmativo, qual?
5. Você se sente apto a preparar e organizar aulas práticas em um laboratório de Química?
6. Explique o porquê de sua resposta anterior.
7. Você sabe que ações tomar em casos de acidentes? Se sim, exemplifique.

---

<sup>1</sup> Foi perguntado o nome do estudante para evitar a multiplicidade de respostas

8. Você já trabalhou em alguma escola que tivesse laboratório de Química?  
Em caso afirmativo, de que forma era utilizado?
9. Você se sente apto a organizar um laboratório? Explique o porquê de sua resposta.
10. Você sabe o que fazer com os resíduos produzidos em práticas experimentais? Se sim, explique.

## CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1- Análise da percepção dos discentes sobre Segurança Química

Inicialmente, nossa intenção era fazer uso de um questionário físico, entretanto, por causa da greve dos professores, isso não foi possível. Diante do contexto, optamos por fazer um formulário online. O questionário utilizado foi construído na plataforma Microsoft 365, por meio do aplicativo *Microsoft Forms*, e divulgado nos grupos de *Whatsapp*, ficando disponível para receber respostas por aproximadamente dois meses e meio.

O questionário consistia em oito perguntas sobre Segurança Química, e um total de 26 pessoas responderam. Dentre os 26 respondentes, 18 eram do curso de Licenciatura em Química, cinco de Bacharelado em Química, três de Química Tecnológica, sendo que 14 alunos estão na primeira graduação, seis não estão no primeiro curso (estão na segunda graduação ou fizeram mudança de curso). Os seis remanescentes não responderam essa questão.

Em relação ao ano de ingresso no curso, 6 respondentes não informaram o semestre de ingresso, 4 estudantes estão a mais de cinco anos no curso, 12 estão há cinco anos no curso, 7 estão a pelo menos dois anos no curso e apenas 3 estão com até um ano de curso. Portanto, mais de 88% dos nossos pesquisados estão a mais de um ano no curso.

A fim de identificarmos o contexto das respostas, indagamos se o estudante já havia feito algum curso ou disciplina sobre segurança em laboratórios, e, em caso afirmativo, qual curso ou disciplina. Entre as 26 respostas recebidas, apenas um único estudante informou que nunca cursou nada relacionado a segurança em Laboratório, ao passo que os demais (25) afirmaram já ter feito uma disciplina ou curso sobre essa temática. Desse grupo de 25 alunos, 84% afirmaram que já fizeram a disciplina Segurança em Laboratórios Químicos. Portanto, é esperado que grande parte dos discentes se sintam apta, segura e capaz perante as aulas experimentais.

A próxima pergunta inquiria se o discente se sentia apto a organizar e preparar aulas práticas em um laboratório de Química. Uma discente não respondeu a questão, 14 alunos responderam sim, e, portanto, onze responderam que não.

Entre os 14 que afirmaram estarem aptos a organizar um laboratório e preparar aulas práticas, dois não especificaram onde aprenderam, 9 indicaram explicitamente que foram em atividades do curso, tais como disciplinas, iniciação científica e/ou projeto de extensão:

Estudante 23-Me sinto segura em relação as minhas habilidades de laboratório. Durante a graduação tenho tido algumas experiências que me ajudaram a ter uma boa noção de práticas de laboratório, como estágio, IC, técnica de pesquisa

Estudante 2-Acho que durante as matérias de práticas que tivemos durante o curso, tivemos bastante oportunidade de planejar aulas que envolvessem experimento.

Além das atividades do curso, três estudantes indicaram seu local de trabalho/estágio como espaço que também fomentou a aprendizagem:

Estudante 20 (...) trabalhando em laboratórios voltado para aulas do EM.

Estudante 17 (...) por ter estagiado em escolas em que precisei organizar aulas práticas em laboratórios.

Por outro lado, os estudantes que responderam “não” apontaram principalmente a falta de experiência/estudo (6 estudantes):

Estudante 3- Mesmo conhecendo parte da prática em laboratório, não tenho experiência na área e não saberia como organizar uma aula prática.

Estudante 14- Não me sinto apta por nunca ter tido a experiência de ser regente ou de participar da regência de um experimento

Estudante 21-Porque as escolas que trabalho/trabalhei não tem laboratórios e acabo não preparando aulas, o que a gente tem na graduação tb (SIC) não é suficiente para se sentir apto.

Quatro estudantes indicaram que a razão para a negativa é a insegurança ou medo:

Estudante 19: (...) tenho medo do que alguns estudantes podem fazer com os reagentes.

Estudante 18: Me sinto um pouco insegura, pois por mais que tenha feito essa disciplina cursei a maior parte das disciplinas de laboratório da graduação no modelo remoto durante a pandemia. No entanto, acredito que se precisasse organizar uma aula prática em laboratório teria a ajuda de materiais disponíveis na internet.

Por fim, dois estudantes indicam dificuldades internas para essa falta de preparo:

Estudante 4: Pois acredito que minha didática não é muito boa em relação a laboratório.

Estudante 11: Eu não me considero uma pessoa muito organizada e definitivamente não sou proativo.

O alto índice de respostas indicando a falta de aptidão, confiança e experiência corroboram fortemente com o já relatado na literatura. Conforme descrito previamente, a experimentação no ensino de ciências enfrenta algumas problemáticas, tais como a precariedade na estrutura e infraestrutura dos laboratórios, falta de reagentes, formação inicial sucateada e obscuridade quanto ao papel da própria experimentação na mente dos professores. Todos os fatores listados relacionam-se com os resultados apresentados, pois a falta de confiança dos estudantes pode ser fruto justamente de uma formação deficiente, ou então das condições insatisfatórias dos laboratórios.

A formação inicial limitada de professores pode fazer com que esses não compreendam em sua real totalidade a função da experimentação. Daí, o jovem professor não sabe ao certo o que fazer, como fazer e se o que estiver pensando em fazer está compatível com a essência da experimentação, que é justamente uma aprendizagem significativa. Além disso, a falta de condições adequadas para laboratórios também pode atuar como ansiogênico nos docentes, ao passo que podem se deparar com situações que tornem o trabalho ainda mais complexo e árduo.

A próxima pergunta indagava se os alunos saberiam o que fazer diante de um acidente no laboratório. Dos 26 estudantes, apenas um afirmou que não saberia o que fazer em caso de acidente e um não respondeu. Os 24 restantes afirmaram conhecer alguns procedimentos, portanto se consideram aptos, a depender da situação. Entretanto, 5 discentes não especificaram algo que seria adequado fazer. Entre os 20 que especificaram, o uso do chuveiro foi o mais citado, tendo sido mencionado por 8 estudantes. Em segundo lugar temos, lavar a área afetada (7 estudantes), na sequência, lava olhos (6 estudantes) e a necessidade de evacuar o local (6 estudantes). Outros pontos também foram citados, tais como o uso de extintor de incêndio (3 estudantes), fazer os primeiros socorros, como um curativo

em caso de corte (2 pessoas) e um estudante ainda indicou a necessidade de parar uma reação a fim de evitar que os danos aumentem.

Estudante 11: Sim, depende do acidente. Caiu ácido na mão; é importante lavar com água e sabão na mesma hora e dependendo da quantidade se dirigir ao chuveiro que todo laboratório tem. Em caso de incêndio, usar a saída de emergência e usar corretamente o extintor.

Estudante 6: Sim. Caso alguém entre em contato com um ácido ou base ou outro produto tóxico ou corrosivo, lavar a região com água corrente. Se algo pegar fogo usar o extintor de incêndio adequado para o tipo do fogo.

Entretanto, apesar dos discentes terem afirmado saber o que fazer em alguns casos, não é possível com base no questionário utilizado afirmar que eles realmente sabem, para isso seria necessário fazer outras perguntas, preferencialmente de forma presencial, a fim de evitar que busquem respostas na internet. Um caso que chamou nossa atenção foi o da estudante 20:

Sim. Essa experiência não foi adquirida dentro da UnB, mas sim no trabalho no laboratório. Como eram alunos do EM, sempre tivemos cuidado e clareza com as ações que deveriam ser tomadas em caso de acidentes, já que os próprios estudantes realizavam a maioria dos experimentos. Já passei por situações que foram necessárias essas ações, como **neutralizar ácido sulfúrico que caiu no rosto de um aluno durante a aula pratica** (Grifo nosso).

A estudante em questão encontra-se em fase de conclusão de curso, portanto, era esperado que ela tivesse aprendido no curso que esse não é o procedimento adequado, ou seja, quando um ácido (ou base) caem na pele é preciso lavar rapidamente o local com água corrente em abundância e seguir para o atendimento médico, tentar neutralizar com uma base (ou ácido) pode agravar a queimadura. Na sequência, foram questionados se já trabalharam em alguma escola que tivesse laboratório de Química, e, em caso afirmativo, de que forma era utilizado. Entre os respondentes 11 disseram nunca ter trabalhado/estagiado em escola com laboratório e, portanto, 15 explicitaram que já trabalharam/estagiaram em uma escola com laboratório.

Em relação aos discentes que já trabalharam/estagiaram em alguma escola com laboratório, seis respostas afirmavam que os laboratórios não eram utilizados, sendo que desses, um afirmou que o laboratório se tornou um depósito, outro justificou o não uso por falta de reagentes e um terceiro informou que havia medo de que acontecessem acidentes com os estudantes, os outros três não justificaram a

falta de uso. Dentre os que usavam, um disse que o uso era feito por professores de física e de biologia para estudantes do ensino fundamental, portanto não era usado pelo professor de química. Um falou que era muito usado, mas não explicou a forma. Um informou que era usado, mas sem cuidado com a segurança dos envolvidos, dispensando o uso de EPIs:

Estudante 17: o professor fazia experimentos mais elaborados com reagentes mais perigosos, onde acabou ocorrendo alguns acidentes leves com os alunos, como quando um aluno deixou um pouco de solução cair nas mãos (SIC), causando irritação na pele e quando uma aluna trocou a ordem de passos do experimento e acarretou em um processo exotérmico muito rápido em que a solução borbulhou e espirrou na roupa da aluna.

Por fim, um informou que era utilizado para demonstrar os conteúdos na prática:

Estudante 18: O laboratório era utilizado para demonstrar na prática os conteúdos teóricos vistos em sala de aula.

Conforme discutido no referencial teórico, comprovar teorias não deveria ser objetivo do uso de atividades experimentais, entretanto, essa visão deturpada da ciência ainda está presente nas salas de aula.

A penúltima questão perguntava sobre o sentimento de aptidão dos estudantes, desta vez quanto ao processo de organização de um Laboratório Químico.

Entre os 26 respondentes, um disse que a depender do laboratório se sente capaz, 19 afirmaram que sim e 6 relataram não se sentirem aptos a organizarem um laboratório. Dentre os seis que não se sentem aptos, três não justificaram, dois ressentem que tiveram contato com esse assunto de forma superficial no curso:

Estudante 7: sinto que essa é uma parte que houve uma lacuna na minha formação. Algumas coisas foram ensinadas na disciplina, mas sendo algo que estudei rapidamente em um período no começo da graduação, e nunca mais precisei prestar atenção nisso, é algo sobre o qual não tenho muita clareza hoje em dia. Tendo um bom manual, acredito que a armazenagem deve ser simples para alguém que consiga interpretar, mas o que mais me preocupa é a gestão de resíduos.

Estudante 8: Não muito. Apesar de ter aprendido na aula com o Mol, nunca precisei de fato organizar. Sinto receio de acabar fazendo algo que não deveria. Respondente 1

Entre os 19 que afirmaram estarem aptos, 8 não informaram onde aprenderam, 8 afirmaram que ao menos parte dessa aptidão foi desenvolvida no trabalho e apenas 5 discentes indicaram que o curso lhes auxiliou a desenvolver esse aprendizado, seja em aulas teóricas, práticas ou iniciação científica.

Estudante 23: Além dos laboratórios de ensino, eu tive experiências de laboratório com estágio e IC, que me ajudaram muito a entender como funciona um lab.

A última pergunta indagava os estudantes acerca de seus conhecimentos atinentes ao gerenciamento dos resíduos que são produzidos em práticas experimentais. Dos 26 respondentes, 21 responderam que saberiam o que fazer com os resíduos que são gerados. Desses, 14 indicaram que eles devem ser armazenados em recipiente adequado, entretanto, após esse armazenamento, eles não indicaram o que deveria ser feito, apenas quatro apontaram que seria necessário enviar para uma empresa especializada. Quatro respondentes indicaram a necessidade de neutralizar caso o resíduo seja um ácido ou uma base, para posteriormente jogar na pia, dois indicaram que o destino desses resíduos que, porventura, venham produzir será a UnB.

Estudante 5: Caso eu faça experimentos, pretendo levar para a UnB descartar.

Embora possa parecer adequado levar para a Universidade um resíduo produzido, esse não é o destino correto, pois o descarte é responsabilidade do órgão gerador. Assim, se é produzido nas salas de aula do Distrito Federal, é o governo do Distrito Federal quem deve financiar o tratamento e não a Universidade de Brasília.

Podemos também destacar dois respondentes que afirmaram que pretendem trabalhar com produtos de cozinha que possam ser descartados no lixo ou na pia. Cinco respondentes afirmaram não saber gerenciar os resíduos que são produzidos na parte experimental, embora afirmem saberem da importância de se descartar de forma correta, três desses discentes apenas informaram não saber, mas dois desses afirmaram que durante o curso apenas observavam o descarte ser feito em recipientes, mas nunca foram informados para onde esses recipientes iriam.

Estudante 7: Acho que esse é outro problema que ocorre pela forma como as disciplinas de laboratório são feitas: os resíduos são todos colocados em

uma garrafa destinada e não sabemos o que ocorre depois. Atualmente eu não saberia fazer diferente disso.

Assim, podemos perceber ser essa uma lacuna na formação dos discentes, principalmente no que tange o conteúdo de gerenciamento de resíduos propriamente dito (já que a maioria absoluta não mencionou os tipos de resíduos, nem etapas como redução, reutilização e reciclagem. Portanto, neste estágio, torna-se natural suspeitar acerca da grande confiança e aptidão demonstrada por alguns dos nossos respondentes. Talvez se o questionário tivesse sido aplicado de forma presencial, com um número de questões específicas sobre SQ, pudéssemos ter mais clareza sobre essa percepção dos discentes. Além disso, uma outra possibilidade era termos demandados respostas anônimas, evitando causar um constrangimento no discente que se percebe com a aprendizagem comprometida.

Diante de todos os resultados apresentados, sustenta-se que os estudantes dos cursos de Química da UnB nitidamente possuem algumas lacunas, ou deficiências, quanto alguns aspectos da SQ. Constata-se que as maiores dificuldades são em ministrar aulas experimentais, bem como nos conteúdos de gerenciamento de resíduos e organização de laboratório. Perante tal conjuntura, foi construído um curso virtual de Introdução à Segurança em Laboratórios, baseado em uma versão desenvolvida presencialmente durante a semana universitária da UnB em 2023, conforme Anexo A.

#### 4.2 Curso online: Segurança Química

O curso online proposto consiste em 8 vídeos, a saber: (1) Introdução à Segurança em Laboratórios; (2) O Laboratório Químico e Boas Práticas; (3) Organização de Laboratórios Químicos; (4) Resíduos; (5) Rotulagem de Produtos Químicos; (6) Dinâmica do Diagrama de Hommel; (7) Gerenciamento de Resíduos; (8) Dinâmica do Kahoot.

A partir deste momento serão teoricamente apresentadas as descrições sintetizadas de todos os oito vídeos produzidos juntamente com o QRcode para acesso.

(1) Introdução à Segurança em Laboratórios (Figura 4): o primeiro vídeo serviu como forma de introduzir o curso, fornecendo informações importantes e

necessárias aos participantes nesse momento inicial. No primeiro instante, salientou-se o objetivo principal do curso, afirmando que o foco primordial é de dar breves noções, introdutórias, acerca de determinados assuntos vinculados a um tema central. Logo depois, foi demonstrado qual seria esse conteúdo principal a ser estudado (Segurança Química, no caso) e os respectivos subtemas a ele vinculados, a saber: organização de laboratório químico, boas práticas de laboratório, gerenciamento de resíduos e utilização de vidrarias e equipamentos. A fim de se dar mais detalhes aos participantes, foi afirmado que este tema permeia diversas áreas do conhecimento (que podem muitas vezes não possuir vínculo direto entre si, como, por exemplo, Química e Ciência Política). Foi também mencionado que o público-alvo é flexível, e abarca graduandos de cursos de ciências naturais e áreas correlatas, bem como estudantes do ensino médio.

Por fim, os últimos instantes foram devotados ao esclarecimento da importância de se estudar esse tema. Foi mencionado que o número de acidentes envolvendo produtos químicos, no Brasil, é considerável, tendo tido um aumento substancial a partir do século passado.

Figura 4- Vídeo 1- Introdução à Segurança em Laboratórios



Link: [https://youtu.be/iXYGel8M\\_Tc](https://youtu.be/iXYGel8M_Tc)

(2) O Laboratório Químico e Boas Práticas (Figura 5): o foco foi de introduzir conceitos fundamentais e apresentar aspectos e objetos que normalmente ocorrem/se encontram em um Laboratório Químico. Ademais, reforçou-se que os Laboratórios Químicos são espaços judiciosamente esculpidos para garantir a segurança e a maximizar a aprendizagem. Então, foi explicado o que são as Boas

Práticas de Laboratório, além de se ter listado alguns exemplos e salientado sua importância.

Após esse momento, iniciaram as considerações acerca da estrutura do laboratório. Utensílios, como vidrarias por exemplo, foram apresentados, em que as ideias associadas ao funcionamento, à forma de utilização e à incumbência foram desenvolvidas brevemente. Algo exatamente análogo ocorreu para certos equipamentos, principalmente, por motivos que por si só são evidentes, àqueles vinculados à proteção. Eis, portanto, que se deu a explicação do funcionamento de béqueres, erlenmeyers, tubos de ensaio e outras vidrarias, bem como de itens como chuveiro, lava olhos e balanças. Na realidade, para cada vidraria e equipamento estudado, além de se ter considerado sua função, suas características e particularidades, havia uma imagem e/ou vídeo para a melhor compreensão. Evidentemente, por conta da extensão, só os itens mais comuns foram apresentados e considerados

Ademais, foram feitos alguns realces para certos tópicos que normalmente não recebem tanta atenção, como, por exemplo, a diferença entre a função das pipetas graduada e volumétrica.

Figura 5- O Laboratório Químico e Boas Práticas:



Link: <https://youtu.be/6tZcI50e5yQ>

(3) Organização de Laboratórios Químicos (Figura 6): inicialmente foram salientados os objetivos gerais que estão envolvidos, bem como a relação direta existente entre o processo em questão, a segurança e a saúde. Ademais, explicitou-se os aspectos positivos a serem garantidos caso a organização do laboratório seja feita de forma inteligente e perspicaz, tais como a minimização de acidentes (como reações químicas indesejáveis, explosões, queimaduras, acidentes e geração de resíduos).

Após esse instante inicial, foram demonstrados que o ponto de partida para organização do laboratório é o conhecimento acerca da afinidade química entre sistemas (ou (in)compatibilidade química). Foram enunciadas a utilidade das tabelas de (in)compatibilidade química e outras informações pertinentes (como o fato delas não possuírem uma quantidade exacerbada de informações), além de serem apresentados alguns exemplos.

Por fim, com o intuito de se dar uma pequena contextualização de como a organização de laboratório químico é relevante, estendeu-se a teoria ao acidente catastrófico que ocorreu na capital do Líbano, em 2020, onde a negligência no que tange o acondicionamento adequado do nitrato de amônio (uma substância utilizada como explosivo) é veementemente reiterada.

Figura 6- Organização de Laboratórios Químicos



Link: <https://youtu.be/ZVTIICnvHV0>

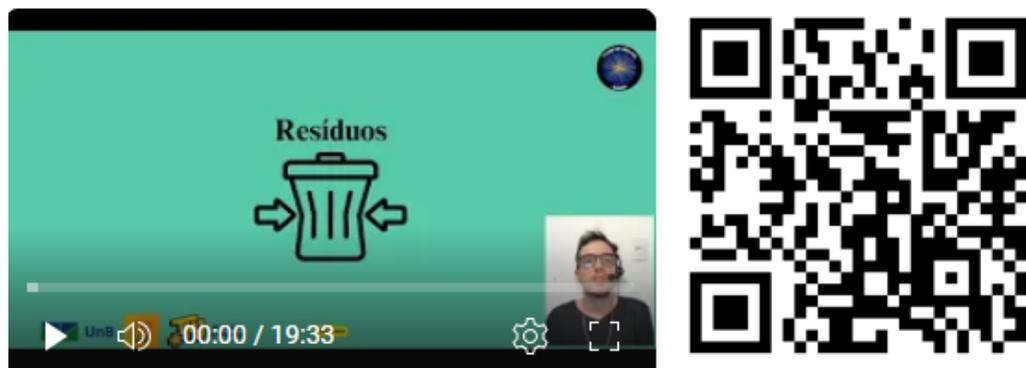
(4) Resíduos (Figura 7): o vídeo sobre resíduos iniciou-se introduzindo, de uma forma menos específica e mais geral, alguns conceitos mais amplos que, em alguns momentos, podem acabar sendo confundidos se não estiverem firmemente esclarecidos (a saber, resíduos, resíduos perigosos e rejeitos). Com o intuito de se explicitar os diferentes termos que abrangem a ideia de resíduo, de tentar entender cada vez melhor os tipos de resíduos e o que os caracteriza, outros conceitos, um pouco mais específicos, também foram apresentados nos momentos seguintes, sendo eles Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) e Resíduos Sólidos.

O primeiro que foi considerado são os Resíduos de Serviços de Saúde (RSS). No instante inicial, explicitou-se sua definição, mostrando quais são as classes de RSS que existem. Após esta definição, foi explicada a classificação,

delineando e fazendo considerações acerca de cada uma das cinco classes de RSS existentes (o que caracteriza cada tipo de RSS, que risco oferecem). Exemplos de cada uma das classes de resíduos também estão presentes.

A parte seguinte do vídeo foi sobre um outro “tipo” (ou conceito) de resíduos, baseado em uma norma da ABNT (2004), que são os Resíduos Sólidos. Não obstante, foi apresentado o conceito de Resíduos Sólidos, enfatizando a diferença entre esse tipo de resíduo e os RSS. Com efeito, de forma análoga ao que foi feito com os RSS, primeiro foi explicitada a categorização desses resíduos, ou seja, foi demonstrado que os Resíduos Sólidos podem ser divididos em duas classes, os Resíduos Classe I e os Resíduos Classe II. Os Resíduos Classe I foram considerados primeiro, em que foi explicado o que são e o que os caracteriza (para isso, foi necessário invocar várias propriedades que são utilizadas para caracterizar essa classe, como inflamabilidade e reatividade, por exemplo). Terminada a parte sobre os Resíduos Classe I, começaram as considerações acerca dos Resíduos Classe II, que foram exatamente análogas.

Figura 7- Resíduos



Fonte: <https://youtu.be/635XwDRRF60>

(5) Rotulagem de Produtos Químicos (Figura 8): possui, como objetivo principal, o intuito de dar uma ideia superficial de qual a importância associada a rotulagem e ao uso do diagrama de Hommel e como esses dois artifícios funcionam. Por conseguinte, primeiramente foi considerado o motivo pelo qual os produtos químicos devem ser rotulados e qual a importância do rótulo, enfatizando as premissas principais e ideias fundamentais, tais como a de que um rótulo de um produto químico deve ser dinâmico, simples e conter todas as informações indispensáveis ao usuário (muito embora o rótulo, em si, não carregue consigo todas

as informações sobre o produto). Uma vez delineadas as ideias concernentes ao objetivo, adentrou-se no conteúdo propriamente dito, ou seja, no que um rótulo de produto químico deve ter. Esse momento invocou, dentre outros, os artifícios dos pictogramas, que foram considerados, explicados e ilustrados, um por um. Todas estas informações foram retiradas, também, de uma norma da ABNT (2012).

Feito isso, adentrou-se no conteúdo referente ao diagrama de Hommel, em que sua função, modo de operação e forma de interpretação foram considerados. Inicialmente foi falado que o diagrama em si é uma forma de informar os riscos das substâncias aos operadores, apresentando objetividade e simplicidade, não sendo um objeto necessário nos rótulos de produtos químicos no Brasil. O significado das cores dos losangos menores e dos números que os preenchem foi explicado e realçado, bem como das siglas que aparecem na região branca. Exemplos também foram apresentados.

Por fim, estabeleceu-se uma conexão entre o rótulo do produto químico, diagrama de Hommel e a Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico (FISPQ) (ao inteiro que a FISPQ de uma substância ou mistura pode ajudar no preenchimento do diagrama e/ou do rótulo). Neste momento, foi explicado, embora mais rapidamente, que no caso dos rótulos e do diagrama de Hommel, o que é uma FISPQ, para que serve e qual o conteúdo que ela detém.

Figura 8- Rotulagem de Produtos Químicos



Fonte: <https://youtu.be/pTTIHWAgvxI>

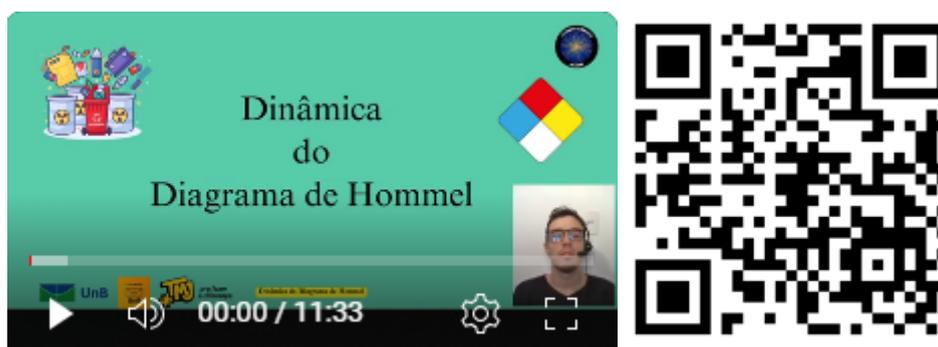
(6) Dinâmica do Diagrama de Hommel (Figura 9): com o intuito de estimular os estudantes, e também de averiguar o que foi compreendido acerca do conteúdo do diagrama de Hommel em si (em uma espécie de “avaliação”), a dinâmica foi

pensada como um momento em que o estudante necessitaria recorrer ao conhecimento químico que ele possui, principalmente aquele vinculado ao campo da Química Inorgânica.

No momento inicial da dinâmica, foi explicado ao espectador como seria a dinâmica, qual era seu objetivo e o que ele deveria fazer. Basicamente foi esclarecido que os alunos deveriam pausar o vídeo em determinado instante e preencher corretamente os diagramas de Hommel solicitados das substâncias, e, após isso, retornar para acompanhar a correção. Tanto o momento em que deveriam parar o vídeo quanto as substâncias cujos diagramas de Hommel deveriam ser preenchidos foram explicitados, de forma que os comandos ficassem o mais claro possível.

Após encerrado o esclarecimento das instruções e depois de se ter mostrado as substâncias escolhidas (e, em tese, depois do estudante já ter preenchido os diagramas solicitados), iniciou-se o momento de correção dos diagramas. As propriedades gerais das substâncias consideradas foram ressaltadas, o que automaticamente tornou possível ir preenchendo e explicando os diagramas. Cada diagrama foi considerado e recebeu tratamento detalhado.

Figura 9- Dinâmica do Diagrama de Hommel



Fonte: <https://youtu.be/IrVC0upcyTo>

(7) Gerenciamento de Resíduos (Figura 10): tratou do processo de gerenciamento de resíduos e da relação entre a universidade, o ser e os resíduos dela provenientes. Inicialmente, tentou-se explicar, de modo mais geral e direto quanto possível, o que é gerenciamento de resíduos, qual sua importância e os objetivos que por ele são impostos. A ideia principal explicitada é de que o

gerenciamento de resíduos se preocupa, fundamentalmente, com a segurança, saúde e bem-estar das pessoas e do meio ambiente, de forma análoga a outras práticas importantes, tais como o processo de organização de laboratório e as boas práticas de laboratório.

Não obstante, o processo em si tenta executar essa tarefa por meio da gestão do ciclo de vida de materiais, bem como através da tentativa de redução da geração destes, e, para isso, foram invocados termos como redução, reutilização e reciclagem. Todas essas ideias foram explicitadas no vídeo e consideradas quando o foco principal é o processo em si e suas etapas.

Como os objetivos estão associados diretamente com as referidas práticas ecológicas (não geração, redução, reutilização e reciclagem) e também para se esclarecer como o processo geral ocorre, houve a necessidade, portanto, de se explicar o conceito de cada uma delas, dando-se exemplos reais de situações em que essas ações estão presentes, com o intuito de se apresentar uma contextualização.

Por fim, após o gerenciamento e a teoria de resíduos terem sido considerados, é fornecido um momento reflexivo, em que o intuito é levar o estudante a refletir sobre a responsabilidade que ele próprio (e também a universidade) tem quanto aos resíduos que são gerados devido às várias atividades performadas.

Figura 10- Gerenciamento de Resíduos



Fonte: [https://youtu.be/xGY\\_IT0AMGo](https://youtu.be/xGY_IT0AMGo)

(8) Dinâmica do Kahoot (Figura 11): o último vídeo caracteriza-se como uma dinâmica contendo todo o conteúdo programado pelo curso. Neste momento o

estudante chega ao estágio em que deverá responder a um quiz, na plataforma Kahoot!. Primeiramente foi explicado ao estudante que neste último momento do curso ele deveria responder a um questionário do Kahoot!. As instruções do que ele deve fazer para responder esse questionário e como acessá-lo estavam presentes e foram logo fornecidas. Além disso, caso o espectador seja um docente que queira aplicar esta dinâmica com seus alunos, no vídeo também foi explicado como proceder. Após o estudante ou o docente ter jogado a dinâmica, cada uma das questões presentes no kahoot foram comentadas, explicando o porquê de cada uma das respostas de uma forma mais cuidadosa. Por fim, foi dado um breve resumo do que foi visto e aprendido no curso.

Figura 11- Dinâmica do Kahoot



Fonte: <https://youtu.be/7aOKKQ5inZs>

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos sentimentos de aptidão de graduandos em Química da UnB, frente às práticas experimentais e aos conteúdos de Segurança Química, deu origem a alguns resultados, muitos corroborando algo já esperado.

O principal deles é que realmente uma quantidade expressiva de estudantes sente-se inapta e insegura em ministrar aulas práticas em laboratórios de Química, bem como em organizar os reagentes presentes em laboratórios. Constatou-se que isto é fruto, principalmente, de uma quantidade menos do que suficiente de experiência empírica. Ademais, nota-se também que os discentes apresentam dificuldades quanto aos conteúdos de gerenciamento de resíduos e boas práticas de laboratório.

Não obstante, os graduandos demonstraram segurança e confiança em relação aos procedimentos em situações de acidente, o que indiretamente foi considerado algo incompatível com o que se expectava. Ao se levar em consideração o que (não) foi relatado nas respostas dos alunos, genuinamente conjecturou-se que este alto nível de confiança não condiz com o cenário real.

A estrutura e a forma por meio da qual o questionário foi aplicado dá suporte à conjectura mencionada acima. Nitidamente, a necessidade de identificação no início, à semelhança do fato de ter sido aplicado virtualmente, são coeficientes importantes, e que independentemente podem ter afetado os resultados. Portanto, sugere-se que esses aspectos sejam analisados em eventuais pesquisas futuras que queiram seguir o escopo desta.

Defronte aos resultados analisados e visando alguma tentativa de colaboração ao cenário vigente, foi produzido um curso online sobre Segurança

Química, em que são considerados os conteúdos de organização laboratorial, boas práticas de laboratório, rotulagem e gerenciamento de resíduos. Apesar do público-alvo deste curso ser estudantes de cursos de Química, o material ainda é oportuno para estudantes da Educação Básica, por meio de modificações adequadas. Além disto, espera-se que o curso possa ter maior abrangência neste formato virtual, e que possa ser desfrutado por alunos, professores e técnicos.

Por fim, salienta-se a indispensabilidade de melhoria na formação inicial de químicos, especialmente licenciandos. Melhoria no entendimento do real encargo da experimentação e do conteúdo de Segurança Química, que, como verificado, são absolutamente fundamentais para um desenvolvimento mais seguro e eficaz desta Ciência.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Hécio Wanderley de Souza. Jogos no ensino de química: análise de uma proposta de jogo para o ensino de segurança em laboratórios químicos. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 14725 - 3: Produtos químicos - Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente Parte 3: Rotulagem. Rio de Janeiro: ABNT, 2012

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 10004: resíduos sólidos - classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004

ATKINS, Peter; JONES, Loretta; LAVERMAN, Leroy. Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 7. ed. Porto Alegre: Bookman, 2018.

BARDIN, Laurence. Análise de Conteúdo. São Paulo: Edições 70, 2016

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari. Investigação qualitativa em educação - uma introdução à teoria e aos métodos. Porto: Porto Editora, 1994.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada nº 222, de 28 de março de 2018. Regulamenta as Boas Práticas de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde e dá outras providências. Diário Oficial da União. 28 Mar 2018. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2018/rdc0222\\_28\\_03\\_2018.pdf](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2018/rdc0222_28_03_2018.pdf). Acesso: 01, ago.2024

BRASIL. Presidência da República Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei Nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm) > Acesso em: 27 nov de2018.

CBME: A importância das Classes de incêndio no combate ao incêndio. Corpo de Bombeiros Militar do Ceará, 2022. Disponível em: <https://www.bombeiros.ce.gov.br/2022/06/15/cbmce-a-importancia-das-classes-de-incendio-no-combate-ao-incendio/#:~:text=Para%20tanto%2C%20deixamos%20claro%20que,de%20extintores%20para%20cada%20inc%C3%AAndio>. Acesso em: 06/11/2023.

CONSTANTINO, Maurício Gomes; DONATE, Paulo Marcos; SILVA, Gil Valdo José da. Fundamentos de Química Experimental. 1. ed. São Paulo: Edusp,2004

FREITAS, Carlos Machado de. *et al.* Segurança química, saúde e ambiente: perspectivas para a governança no contexto brasileiro. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 18, n. 1, p. 249–256, jan. 2002.

GIORDAN, Marcelo. O Papel da Experimentação no Ensino de Ciências. Química Nova na Escola (QNEsc), v. 10, p. 43 - 49, 1999.

GUIMARÃES, Cleidson Carneiro. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. **Química Nova**, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.

LANGANKE, Roberto. O que são resíduos?. Conservação para Ensino Médio, [2006?]. Disponível em: [http://ecologia.ib.usp.br/lepac/conservacao/ensino/lixo\\_residuos.htm](http://ecologia.ib.usp.br/lepac/conservacao/ensino/lixo_residuos.htm). Acesso em: 08/12/2023

LÔBO, Soraia Freaza. O trabalho experimental no ensino de Química. **Química Nova**, v. 35, n. 2, p. 430–434, 2012.

MACHADO, Ângelo Henrique de Lira. *et al.* Procedimentos de Gerenciamento de Resíduos Perigosos na Universidade de Brasília. Brasília, 2022

MACHADO, J. C. Curso Introdutório de Físico-Química Experimental. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.

MACIEL, Heloíse dos Santos. Revisão Bibliográfica Sobre a Importância da Segurança em Laboratórios de Análises Químicas. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Química) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2022

MARIN, Ana. Explosão em laboratório da UFSCar deixa 4 pessoas feridas em São Carlos, diz Corpo de Bombeiros. g1, São Carlos e Araraquara, 06/05/2022. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/sao-carlos-regiao/noticia/2022/05/06/explosao-em-laboratorio-de-quimica-da-ufscar-deixa-4-estudantes-feridos-em-sao-carlos.ghtml>. Acesso em: 27/11/2023.

MOREIRA, Marco Antonio. O Que É Afinal Aprendizagem Significativa. Currículo, La Laguna, 2012

MOTA, Ana Luíza Capetti. **ACIDENTES ENVOLVENDO INCOMPATIBILIDADE QUÍMICA**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Química) - Departamento de Química, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2023.

Nota da Sociedade Brasileira de Química Sobre Acidente em Escola na Cidade de São Paulo. Sociedade Brasileira de Química, 2022. Disponível em: <https://boletim.s bq.org.br/anexos/nota-acidente-escola-sp-10022022.pdf>. Acesso em: 29/11/2023.

NUSSENZVEIG, Herch Moysés. Curso de Física Básica, 3: eletromagnetismo. 2. ed. São Paulo: BLUCHER, 2015

OLIVEIRA, Marcos Barreria. **Manual de Boas Práticas de Laboratório**. Porto Alegre, 2018

PASSOS, Bernadette de Fátima Trigo; SIEBALD, Helmuth Guido Luna. Química Geral Experimental. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2007

PARMEGGIANI, Rodrigo Pedro Mella. O PROBLEMA DA DEMARCAÇÃO CIENTÍFICA E O STATUS DA METAFÍSICA NO RACIONALISMO CRÍTICO DE POPPER. **Kínesis -Revista de Estudos dos Pós-Graduandos em Filosofia**, v. 15, n.39, p. 320-341, 2023.

PEREIRA, João Domingos Augusto dos Santos *et al.* Boas Práticas de Laboratório e Biossegurança: Prevenção dos Riscos Ergonômicos. **Arch Health Invest**. v.3, n.2, p. 57-63. 2014.

PEREIRA, Marcus Vinicius; MOREIRA, Maria Cristina do Amaral. Atividades prático-experimentais no ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 1, p. 265–277, 2017

POPPER, Karl. A Lógica da Pesquisa Científica. 2. ed. São Paulo: Cultrix, 2013

POPPER, Karl Raimund. **Conhecimento objetivo**: uma abordagem evolutiva. 1.ed. Vozes, 2022

PORTELA, Luís Henrique Carvalho *et al.* Segurança em laboratório no contexto da extensão universitária. **Participação**, v. 1, n. 41, p. 62–77, 2024

PORTO, Douglas. Professora e alunos ficam feridos em escolas se SP após experiência de química. CNN Brasil, São Paulo, 08/02/2022. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/professora-e-alunos-ficam-feridos-em-escola-de-sp-apos-experiencia-quimica/>. Acesso em: 27/11/2023

SANTOS, Amanda Costa. Manual de Boas Práticas em Laboratório. Bom Jesus, 2018

SANTOS, Lucelia Rodrigues dos; MENEZES, Jorge Almeida de. A experimentação no ensino de Química: principais abordagens, problemas e desafios. **REVISTA ELETRÔNICA PESQUISEDUCA**, v. 12, n. 26, p. 180–207, 2020.

SANTOS, Osvaldo de França. Avaliação dos riscos ambientais (físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e de acidentes), presentes em laboratórios do instituto de química e biotecnologia (IQB/UFAL) e a importância do químico industrial para mitigar ou excluir esses riscos do ambiente. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Baharelado em Química Tecnológica e Industrial) - Instituto de Química e Biotecnologia, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2021.

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE DA UNB. SeMA, 2024. Disponível em: <http://sema.unb.br/coordenacao-de-gerenciamento-de-residuos-cgr/res%C3%ADduos-perigosos>. Acesso: 15 ago, 2024.

SILVA, Israel Firmino da; SILVA, Alceu Júnior Paz da. A experimentação na educação em Química: Estudo Exploratório Sobre as Percepções de Licenciandos. **Revista Virtual de Química**, Volta Redonda, v.11, n.3, p. 937-957, 2019.

SILVA, Lenice Heloísa de Arruda; ZANON, Lenir Basso. A Experimentação no ensino de ciências. In: DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria. Ensino de Ciências: fundamentos e métodos. 5. ed. Cortez, 2018. Cap. 6.

SILVA, Paulo Sérgio Araújo; LIMA, Josiel Oliveira de. O. Concepções de experimentação de professores de Ciências. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, São Paulo, v. 11, n. 7, p. 159–179, 2020. DOI: 10.26843/10.26843/rencima.v11i7.2156.

SILVA, Roberto Ribeiro; MACHADO, Patrícia Fernandes Lootens; TUNES, Elizabeth. Experimentar Sem Medo de Errar. In: SANTOS, Wildson Luiz Pereira Dos; MALDANER, Otávio Aloisio; MACHADO, Patrícia Fernandes Lootens (org). Ensino de Química em Foco. 2. ed. Editora Unijuí, 2019. Cap. 10.

STOLL, Vitor Garcia; BICA, Alessandro Carvalho; COUTINHO, Cadidja.; OSÓRIO, Ticiane de Rosa. A Experimentação no Ensino de Ciências: um Estudo no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 3, n. 2, p. 292-310, 25 ago. 2020.

TAHA, Marli Spat; LOPES, Cátia Silene Carrazoni; SOARES, Emerson de Lima; FOLMER, Vanderlei. EXPERIMENTAÇÃO COMO FERRAMENTA PEDAGÓGICA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS. **Experiências em Ensino de Ciências**, Uruguaiana, v. 11, n.1, p. 138-154, 2020.

UNB AGÊNCIA. UOL, 09/10/2012. Disponível em: <https://educacao.uol.com.br/noticias/2012/10/09/acidente-em-laboratorio-da-unb-fere-dois-alunos.htm>. Acesso em: 28/11/2023.

UNITED NATIONS ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE (UNECE). Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS Rev. 9, 2021). 2021. Disponível em: <<https://unece.org/transport/standards/transport/dangerous-goods/ghs-rev9-2021>>. Acesso em: 28/08/2024.

VASCONCELLOS, Rui Antônio Jucá Pinheiro de. O Brasil e o Regime Internacional de Segurança Química. 1. ed. Brasília: FUNAG, 2014

WAHAB, Nor Aimi Abdul *et al.* A Systematic Review on Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control in Academic Laboratory. **Journal of Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology**, v. 24, n. 1, p. 47–62, 2021. DOI: <https://doi.org/10.37934/araset.24.1.4762>.

WALLAU, Wilhelm Martin; JÚNIOR, José Augusto dos Santos. O sistema globalmente harmonizado de classificação e rotulagem de produtos químicos (GHS): uma introdução para sua aplicação em laboratórios de ensino e pesquisa acadêmica. *Química Nova*, v. 36, n. 4, p. 607–617, 2013.

# ANEXO

ANEXO A – Imagem de artigo publicado sobre a versão presencial do curso sobre Segurança Química

## ARTIGO

---

### **Segurança em Laboratório no Contexto da Extensão Universitária**

Laboratory Safety In The Context Of University Extension

---

Luis Henrique Carvalho Portela <sup>[1]</sup>

Fernanda Amorim de Lima <sup>[2]</sup>

Renata Pascoal Illanes Tormena <sup>[3]</sup>

Davi Alessandro Cardoso Ferreira <sup>[4]</sup>

Evelyn Jeniffer de Lima Toledo <sup>[5]</sup>

---

[1] - Clube de Ciências Gêneas, Instituto de Química, UnB - (luis@henriqueportela@gmail.com)

[2] - Clube de Ciências Gêneas, Instituto de Química, UnB - (fernandaamorim@gmail.com)

[3] - Clube de Ciências Gêneas, Instituto de Química, UnB - (renatallanes@gmail.com)

[4] - Clube de Ciências Gêneas, Programa de Pós-Graduação em Química (PPGQ - UnB) Instituto de Química, UnB - (davi@unb.br)

[5] - Clube de Ciências Gêneas, Programa de Pós-Graduação em Química (PPGQ - UnB) Instituto de Química, UnB - (jeniffer.tolado@gmail.com)

---