

APRENDENDO AS REGRAS DE SEGURANÇA DO LABORATÓRIO DE QUÍMICA NA PERSPECTIVA DA SALA DE AULA INVERTIDA

LEARNING CHEMISTRY LABORATORY SAFETY RULES FROM THE FLIPPED CLASSROOM PERSPECTIVE

Claudia Smaniotto Barin

Universidade Federal de Santa Maria

Ricardo Machado Ellensohn

Universidade Federal do Pampa

RESUMO

As metodologias ativas vêm sendo discutidas na literatura na última década, no entanto, pouco se tem falado sobre o uso desta metodologia no desenvolvimento de conteúdos experimentais. Neste sentido, o presente trabalho apresenta um relato de experiência sobre o uso da sala de aula invertida na abordagem das regras de segurança de um laboratório de Química. Apoiados na metodologia do Design Science Research, planejou-se e implementou-se uma atividade para 62 alunos regularmente matriculados no primeiro semestre de um curso na área das Ciências Rurais. Foram instrumentos de coleta de dados um questionário incluído na própria atividade, bem como o diário de bordo dos pesquisadores. Os dados retornantes da pesquisa apontam para uma grande aceitabilidade dos estudantes em relação a metodologia e ferramenta utilizada, o passeio virtual consorciado com questionário online. Os estudantes destacaram em sua análise a potencialidade da metodologia, bem como a possibilidade de se instrumentar para a conduta no laboratório experimental.

Palavras-chaves: Laboratório virtual; Ensino de Química; Tecnologias Digitais.

ABSTRACT

Active methodologies have been discussed in the literature in the last decade, however, little has been said about the use of this methodology in the development of experimental content. In this sense, the present work presents an experience report on the use of the flipped classroom in addressing the safety rules of a Chemistry laboratory. Supported by the Design Science Research methodology, an activity was planned and implemented for 62 students regularly enrolled in the first semester of a course in the area of Rural Sciences. Data collection instruments were a questionnaire included in the activity itself, as well as the researchers' logbook. The data returned from the research points to great acceptability among students in relation to the methodology and tool used, the virtual tour combined with an online questionnaire. The students highlighted in their analysis the potential of the methodology, as well as the possibility of being equipped to conduct it in the experimental laboratory.

Keywords: Virtual Laboratory; Chemistry Teaching; Digital Technologies.

INTRODUÇÃO

O uso de metodologias ativas vem sendo relatado na literatura ao longo da última década. Estas metodologias têm como centro o estudante e o desenvolvimento deste. Segundo Filatro e Cavalcanti (2023), as metodologias que têm se destacado nos últimos anos podem ser agrupadas em quatro categorias: a) metodologias criativas, com foco no desenvolvimento do raciocínio, de uma postura criativa para solucionar problemas como na cultura Maker e na aprendizagem baseada em problemas, por exemplo; b) metodologias ágeis, que tem como foco principal a economia de tempo e de atenção, como por exemplo, no microlearning; c) metodologias imersivas, com foco em experiências únicas de aprendizado, como os jogos imersivos, a realidade virtual e a realidade aumentada; d) metodologias analíticas, que tem como princípio a análise de dados e a capacidade computacional de coletar, organizar e transformar dados em informações e personalizar aprendizagens.

A sala de aula invertida (SAI) é outra opção viável para a condução de uma aprendizagem mais ativa. Para Oliveira, Macedo e Rauta (2023), a SAI consiste de um modelo rotacional, onde os estudantes têm uma interação prévia com o conteúdo de forma online. Assim, segundo os autores, a sala de aula presencial pode ocupar-se de resolver problemas, discutir questões ou ainda executar projetos.

Oliveira et al. (2020), afirmam que a SAI proporciona uma aprendizagem cognitiva de ordem superior no ambiente presencial, ou seja, de aplicabilidade do conhecimento para solução de problemas, análises, desenvolvimento de produtos, etc. Isto é possível, visto que as atividades de ordem inferior, como a aquisição do conhecimento e a compreensão podem ser trabalhadas antecipadamente fora do ambiente escolar.

Consortar a sala de aula invertida numa perspectiva de aprendizagem imersiva, utilizando elementos de Realidade Virtual (VR), pode contribuir para a aprendizagem dos estudantes, visto que amplia a sala de aula, além de despertar o interesse dos estudantes pelo aprendizado. Segundo Aguiar et al. (2021), “A Realidade Virtual pode ser definida como um ambiente real ou simulado, que oferta diversos estímulos simultâneos, permitindo ao usuário se sentir imerso neste ambiente”.

O uso de elementos de VR no contexto educacional vem sendo explorado na literatura nos últimos anos com resultados interessantes, principalmente no que se refere ao engajamento dos estudantes no processo de aprendizado (REZENDE et al., 2012; BOS; PIZZATO, ZARO, 2019; LEITE, 2020; MIGUEL, 2017). Assim, a RV pode propiciar o acesso a lugares distantes, como museus ou espaços geográficos. Ademais, essa ferramenta surge como uma das alternativas viáveis tanto para imersões virtuais em ambientes culturais, como para mediar a aprendizagem em um cenário de ensino remoto, ou ainda para o lazer, por meio dos jogos como Roblox.

Vieira (2022) afirma que o treinamento de segurança ocupacional e riscos é um dos grandes desafios do setor produtivo e que muitas instituições vêm adotando a RV como uma abordagem inovadora para

substituir os treinamentos tradicionais. Esse fato é corroborado por Braz, Catapan e Reibeyka (2022), que avaliaram a imersividade no treinamento de normas regulamentadoras no Mundo do Trabalho. Os autores apontam para o potencial da ferramenta e a preferência dos usuários pelo uso desta para formação de forma online.

Como afirmam Da Silva e De Melo Fiori (2022, p. 1831),

Sabe-se que um laboratório numa instituição de ensino, tem a função de promover a prática do conteúdo abordado em sala de aula como fonte essencial do desenvolvimento pedagógico do educando. Para tanto, existem procedimentos, normas, condutas que necessitam ser executadas na rotina destes laboratórios, a fim de tornar este espaço um ambiente seguro.

O aprendizado sobre a segurança ocupacional em um laboratório de Química é de suma importância, principalmente para estudantes ingressantes na universidade, visto que grande parte das vezes esses estudantes não possuem nenhuma experiência sobre as regras de segurança do laboratório. Lino, Da Silva Trindade e Oliveira (2020) afirmam que “Diversos fatores podem provocar eventos indesejáveis nos laboratórios de ensino e pesquisa, como por exemplo o desconhecimento da existência inerente do risco/perigo”, ou seja, aprender as regras de segurança de um laboratório é essencial para a segurança dos estudantes.

Carvalho e Teixeira (1998), diferenciam risco de perigo e afirmam que o risco pode ser significativamente minimizado, desde que tomadas as medidas de segurança necessárias, tal qual o uso de equipamentos de proteção individual (EPI) ou equipamento de proteção coletivo (EPC). Segundo as autoras, os riscos não consistem apenas na manipulação de substâncias tóxicas ou perigosas, mas também, podem ser decorrentes do mau uso de equipamentos ou vidrarias, ou ainda pelo desconhecimento da incompatibilidade de alguns reagentes. Machado e Mol (2008) corroboram com Carvalho e Teixeira (1998):

As causas de acidentes em laboratórios podem estar relacionadas com: não conhecimento de normas de segurança, falta de clareza ou aplicação inadequada dessas normas, condutas impróprias, inexistência de supervisão e cobrança ou ainda devido ao desrespeito consciente e intencional de procedimentos de segurança (MACHADO; MOL, 2008, p.58).

Neste sentido, o presente trabalho visa compreender se um passeio virtual (artefato) consorciado com uma atividade via Google Forms podem contribuir para o aprendizado das Regras de Segurança de um laboratório de Química na modalidade de sala de aula invertida.

METODOLOGIA

O trabalho apoia-se na metodologia do Design Science Research (DSR), ou pesquisa em design educacional. A DSR é uma metodologia que busca potencializar, fundamentar e apoiar a pesquisa que envolve a produção de artefatos que, embora muitas vezes seja pensado de forma

genérica, possam ser analisados, validados e aplicados em outros cenários (ANGELUTTI et al., 2020).

Lacerda et al. (2013) apontam que a DSR em parte se assemelha ao Estudo de Caso, em outra, com a pesquisa-ação. Os autores discutem em seus estudos as similaridades e antagonismos entre as metodologias e a DSR, sendo o comparativo apresentado no Quadro 1 a seguir.

Quadro 1: Comparativo entre as metodologias DSR, Estudo de caso e Pesquisa-ação.

Características	Design Science Research	Estudo de caso	Pesquisa ação
Objetivos	Desenvolver artefatos que permitam soluções satisfatórias aos problemas práticos	Auxiliar na compreensão de fenômenos sociais complexos	Resolver ou explicar problemas de um determinado sistema, gerando conhecimento para a teoria e prática
Principais atividades	Sugerir Desenvolver Avaliar e concluir	Definir estrutura conceitual Planejar o caso Conduzir o piloto	Planejar a ação Coletar os dados
Resultados	Artefatos (constructos, modelos, métodos ou instanciações)	Constructos Hipóteses Descrições Explicações	Constructos Hipóteses Descrições Explicações e Ações
Tipo de conhecimento	Como as coisas deveriam ser	Como as coisas são ou como se comportam	Como as coisas são ou como se comportam
Papel do pesquisador	Construtor e avaliador do artefato	Observador	Múltiplo, em função do tipo de Pesquisa-ação
Base empírica	Não obrigatória	Obrigatória	Obrigatória
Colaboração Pesquisador-Pesquisado	Não obrigatória	Não obrigatória	Obrigatória
Implementação	Não obrigatória	Não se aplica	Obrigatória
Avaliação dos resultados	Aplicações, simulações, experimentos	Confronto com a Teoria	Confronto com a Teoria
Abordagem	quali-quantitativa	Qualitativa	Qualitativa

Fonte: Adaptado de Lacerda et al., (2013, p.754).

Como pode-se observar no Quadro 1, a DSR apresenta particularidades e é uma metodologia que propicia as pesquisas quali e quantitativas, sendo o pesquisador mais que um mero observador, mas um construtor ou avaliador de artefatos. No presente trabalho entendemos como artefato, o passeio virtual associado a atividade de estudo na perspectiva de sala de aula invertida.

O público-alvo consistiu de 62 alunos (calouros) regularmente matriculados na disciplina de Química de um curso na área das Ciências Rurais. A disciplina é composta de um componente teórico e um experimental e ocorre de forma presencial, tendo como ambiente virtual, de apoio ao ensino e aprendizagem dos estudantes, o Google Classroom.

Foram instrumentos de coleta de dados um questionário incluído na atividade proposta, bem como o diário de bordo dos pesquisadores. A atividade continha quatro questões fechadas, de caráter investigativo, que tinham como objetivo mapear o que os estudantes compreenderam sobre as regras de segurança, e assim poder reforçar em sala de aula os conceitos de segurança e normas de conduta. A atividade contou ainda com três questões de análise do artefato, de forma a propiciar aos pesquisadores, a análise do artefato e coletar elementos para seu redesign.

As duas primeiras questões da análise do artefato foram construídas com base na Escala Likert, a qual, segundo Aguiar, Correia e Campos (2011, p.2).

é uma das escalas de autorrelato mais difundida, consistindo em uma série de perguntas formuladas sobre o pesquisado, onde os respondentes escolhem uma dentre várias opções, normalmente cinco, sendo elas nomeadas como: Concordo muito, Concordo, Neutro/indiferente, Discordo e Discordo muito.

Por fim, foi proposta uma questão aberta, sendo os resultados analisados por uma nuvem de palavras, que é uma representação visual da frequência de termos e expressões em um texto (VASCONCELLOS-SILVA e ARAUJO-JORGE, 2019).

Os resultados são apresentados a seguir.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando os pressupostos da DSR descritos por Lacerda et al. (2013), o presente trabalho partiu de um problema real: Como apresentar o laboratório de Química e instruir alunos do primeiro semestre de um curso na área das Ciências Rurais, sobre as regras de segurança de laboratório? Valendo-se do uso de recursos de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), buscou-se, no período pandêmico (2020-2021), criar um passeio virtual ao laboratório de Química Real, de forma que proporcionasse aos estudantes compreender o espaço físico onde deveriam ocorrer as aulas experimentais.

Com o retorno à presencialidade, o passeio virtual passou a ser meramente ilustrativo. Deste modo, no segundo semestre de 2023, buscou-se explorar a potencialidade deste artefato tecnológico na construção de saberes sobre as regras de segurança de laboratório, visando instrumentar os estudantes antes mesmo destes adentrarem no ambiente onde ocorrem as aulas práticas. Assim, disponibilizou-se no ambiente virtual, que serve de apoio à disciplina de Química, uma atividade onde os estudantes, durante a semana de recepção aos calouros, deveriam

realizar o passeio e responder algumas questões sobre as regras de segurança, conforme pode ser observado na Figura 1.

Figura 1: Atividade de estudo sobre as Regras de Segurança do Laboratório.

The screenshot shows a digital interface for a virtual tour. At the top, there is a blue header with a document icon and the title 'Passeio virtual'. Below the header, it indicates 'Item postado: 6 de ago. (editado: 7 de ago.)'. The main text provides instructions: 'Acesse ao passeio virtual e depois responda ao questionário. Clique nos pontos interativos para poder saber um pouco mais sobre o que você encontrará no laboratório. Ah, no ponto sobre a lousa...temos algumas orientações sobre segurança no laboratório. Elas são importantíssimas para evitarmos os acidentes. Confira lá!'. At the bottom, there are two interactive buttons: one with a camera icon and the text 'Conhecendo o laborató...' with the URL 'https://tour.klapy.com/DIP0jLl', and another with a document icon and the text 'Navegando pelas norma...' with the URL 'https://docs.google.com/form'.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A atividade foi proposta numa perspectiva de sala de aula invertida. A SAI consiste de um modelo metodológico de ensino e aprendizagem que apoia-se nas ferramentas tecnológicas de forma a ampliar o espaço-tempo de sala de aula. Assim, a SAI propicia ao estudante conhecer antecipadamente um pouco mais sobre o conteúdo que será discutido em sala de aula, este fato pode contribuir para a compreensão do mesmo e para o aprofundamento dos questionamentos dos estudantes, sendo o professor o mediador do processo de ensino e aprendizagem dos estudantes, e não o único detentor do saber (VALENTE, 2014).

A Figura 2 apresenta um recorte do passeio virtual, que reproduz um dos laboratórios didáticos utilizados pelos estudantes.

Figura 2: Print do passeio virtual ao laboratório de Química¹



Fonte: Elaborado pelos autores.

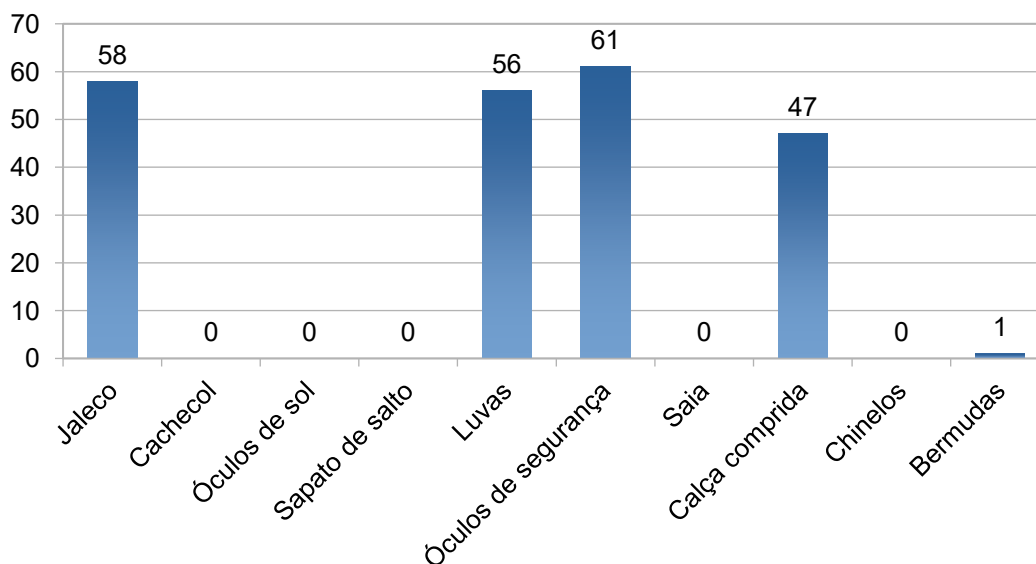
¹ Após a avaliação do trabalho será disponibilizado o link de acesso ao laboratório. O mesmo foi suprimido neste momento no intuito de garantir a avaliação às cegas

Como pode-se observar na Figura 2, o passeio ao laboratório é repleto de itens de interação marcados pela letra “i”. Os itens “i” contêm informações sobre o laboratório, nomenclatura das vidrarias, soluções químicas, equipamento de proteção coletiva (capela de exaustão), bem como as normas de segurança do laboratório.

Após acessarem o passeio virtual e percorrerem todos os pontos de informação do laboratório, os alunos acessaram o questionário proposto no Google Forms <https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdZNhrqGAEQStjGuIZ0C0dzo4IrEcFGIRAcJmcc7UXxwrpMSw/viewform> e responderam a quatro questões fechadas sobre o laboratório e regras de segurança, bem como avaliaram a ferramenta proposta. Os dados retornantes do questionário são apresentados a seguir.

Inicialmente questionou-se os estudantes se já haviam trabalhado em um laboratório de Química. Pouco mais da metade dos estudantes (59,7%; 37 estudantes) afirma já ter participado de atividades em laboratório. Este dado é um indicativo da possibilidade de os estudantes já terem ouvido falar em algumas regras de segurança e condutas no laboratório. Assim, foram arguidos quando ao uso de Equipamentos de proteção individual (EPI) e vestimentas adequadas para o trabalho em laboratório. Os dados retornantes podem ser visualizados no Gráfico 1.

Gráfico 1: Equipamentos de proteção individual e vestimenta adequada ao laboratório de Química.



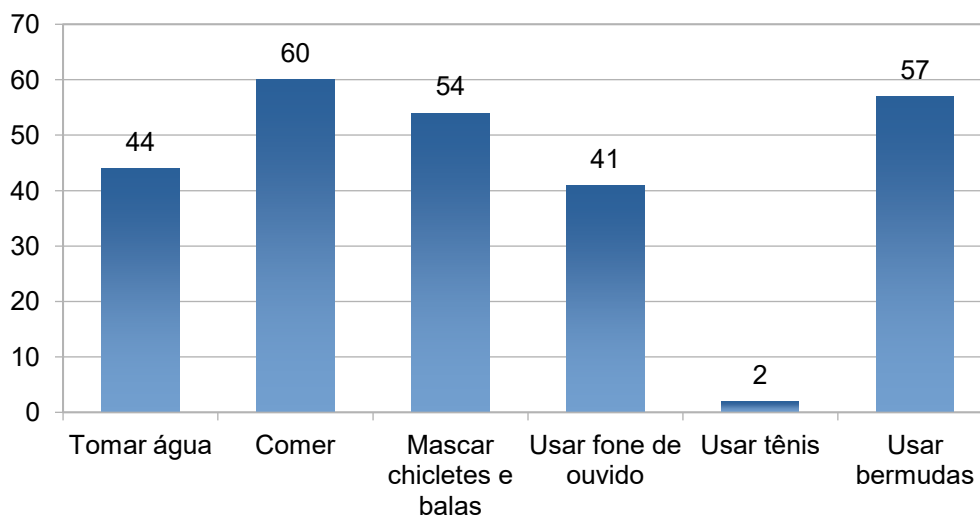
Fonte: Elaborado pelos autores.

No Gráfico 1, pode-se verificar que a única alternativa marcada pela grande maioria dos estudantes foi o uso de óculos de proteção (98,4%; 61 estudantes), sendo seguida das alternativas jaleco e luvas, com 93,5% (58 estudantes) e 90,3% (56 estudantes) respectivamente. Observa-se ainda que apenas 75,8% (47 estudantes) marcou o item calça

comprida, enquanto que 1,6% (apenas 1 estudante) marcou o item bermuda. Esse fato demonstra que embora reconheçam alguns EPI, nem todos os estudantes têm ciência sobre a vestimenta adequada para as atividades em laboratório de Química. Na literatura há poucos estudos sobre o ensino da segurança do laboratório de química (BENEDETTI FILHO; MARTINS; BENEDETTI, 2020), o que demonstra uma grande lacuna neste contexto.

No intuito de avaliar se haviam realmente lido as regras de segurança e compreendido que além dos EPI a conduta e a indumentária utilizada nos laboratórios didáticos são questões de relevância para a segurança destes, questionou-se o que é proibido no laboratório, como pode-se observar no Gráfico 2.

Gráfico 2: Opinião dos estudantes sobre condutas e indumentárias inadequadas.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Como é possível inferir a partir dos dados apresentados no Gráfico 2, 96,8% (60 estudantes) tem ciência que não é permitido comer no laboratório, enquanto que 87,1% (54 estudantes) tem ciência que num ambiente insalubre não se deve mascar chicletes ou balas e nem mesmo tomar água (71,0% - 44 estudantes). No que se refere a indumentária e uso de acessórios, 91,9% (57 estudantes) sabe da importância de não usar bermudas, enquanto que 66,1% (41 estudantes) compreende que não se deve fazer uso de fones de ouvido, no entanto, 3,2% (2 estudantes) acredita que não se deva utilizar tênis. Com base nestes dados, pode-se afirmar que embora a atividade proporcione aos estudantes uma noção básica sobre as regras ou normas de segurança do laboratório, faz-se necessário abordá-las na sala de aula presencial constantemente, possibilitando assim fixar estas informações na memória de longo prazo dos estudantes, ou seja, ultrapassando a memória de trabalho que é temporária.

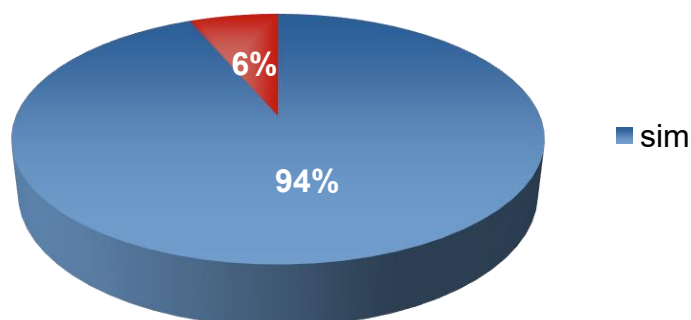
Os resultados aqui obtidos são diferentes dos apresentados por Benedetti Filho, Martins e Benedetti (2020), onde apenas 10% dos

estudantes identificaram de forma correta o uso dos EPI. Este fato pode estar relacionado ao nível de ensino dos estudantes (ensino médio), bem como a proposta metodológica apresentada pelos autores, que era identificar em uma Figura de um Laboratório fictício, os erros na perspectiva de um Jogo dos 8 erros. Planeja-se para um próximo redesign inserir na atividade uma imagem com erros comuns de segurança para que os estudantes possam aprender de forma lúdica.

Ademais, podemos inferir que associação do artefato proposto com a metodologia da sala de aula invertida, propiciou uma melhor organização dos estudantes na chegada ao laboratório e uma redução do número de estudantes com vestimentas inadequadas. De todos os respondentes, apenas dois deles vieram na primeira aula utilizando bermudas, sendo que ambos não haviam realizado a atividade até o momento da aula presencial, mesmo com a atividade tendo sido disponibilizada com uma semana de antecedência.

Na sequência, questionou-se os estudantes quanto ao descarte dos resíduos químicos gerados ao final dos experimentos didáticos. Os dados retornantes são apresentados no Gráfico 3.

Gráfico 3: Opinião dos estudantes quanto ao descarte dos resíduos do laboratório.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Como pode-se observar no Gráfico 3, 94% (58 estudantes) sabe que o descarte de resíduos gerados em um laboratório tem dispensação diferente dos resíduos comuns, enquanto que apenas 6% dos respondentes (4 estudantes), não sabiam sobre as orientações para o descarte correto de produtos resultantes dos experimentos. Este dado é relevante, visto que ao final de cada aula, os alunos devem descartar adequadamente seus resíduos antes de efetuarem a lavagem das vidrarias.

Mesmo com o elevado número de respostas positivas, na aula prática verificou-se que muitos estudantes possuíam dúvidas sobre como descartar adequadamente os resíduos. Este fato requereu maior atenção dos pesquisadores para minimizar as dúvidas e garantir o descarte correto de resíduos a cada prática, visto que são gerados não apenas resíduos líquidos de neutralização, mas também resíduos contendo metais

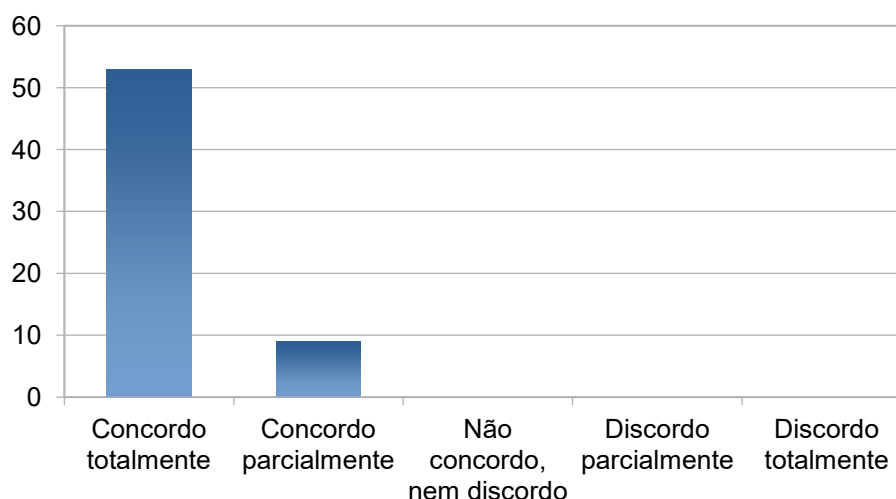
e também resíduos sólidos. Estes dados sugerem que o descarte de resíduos deve ser melhor discutido ao longo do passeio virtual, de forma a consolidar estas informações.

AVALIAÇÃO DA FERRAMENTA

Após analisar o conhecimento dos estudantes acerca das regras de segurança do laboratório, os mesmos foram convidados a avaliar a proposição da atividade do passeio virtual (artefato criado visando propiciar o aprendizado dos estudantes na perspectiva da sala de aula invertida). Para isso, inicialmente os estudantes foram arguidos sobre a contribuição da ferramenta para a compreensão do espaço laboratorial e a organização do mesmo.

Realizou-se a análise por meio de uma escala Likert, sendo os dados retornantes deste questionamento apresentados no Gráfico 4.

Gráfico 4: Avaliação dos estudantes quanto a contribuição do passeio virtual para o aprendizado.



Fonte: Elaborado pelos autores.

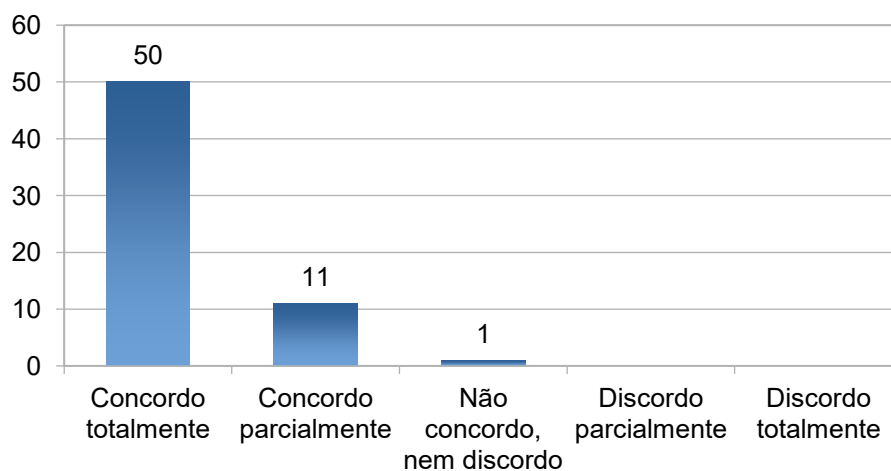
Como pode-se observar no Gráfico 4, todas as respostas foram positivas, sendo que 85,5% (53 estudantes) concorda totalmente que o uso deste recurso das TDIC contribui para a compreensão do laboratório e de sua organização, enquanto que 14,5% (9 estudantes) concordam parcialmente. Com base neste resultado pode-se afirmar que o artefato contribui, em sua maioria, para o aprendizado dos estudantes.

Assim, com base nestes resultados, observa-se a importância de propiciar aos estudantes momentos de reconhecimento do laboratório como forma de estimular os mesmos a não apenas compreender sua estrutura, mas os cuidados necessários para sua segurança durante as aulas experimentais. Outro fator que, embora não avaliado, pode ter contribuído para o processo é a estética do artefato. Ademais, cabe

salientar que os estudantes, se possuírem óculos de RV, podem fazer o passeio de forma imersiva. No entanto, cabe salientar que o uso de óculos de RV, neste caso, não permitirá o acionamento dos pontos de interação.

Após solicitar-se que os estudantes avaliassem a ferramenta, ou artefato, os mesmos foram questionados sobre a potencialidade da mesma para a aprendizagem das regras de segurança do laboratório. Os dados retornantes são apresentados no Gráfico 5.

Gráfico 5: Análise da potencialidade do passeio virtual para a aprendizagem das regras de laboratório.



Fonte: Elaborado pelos autores.

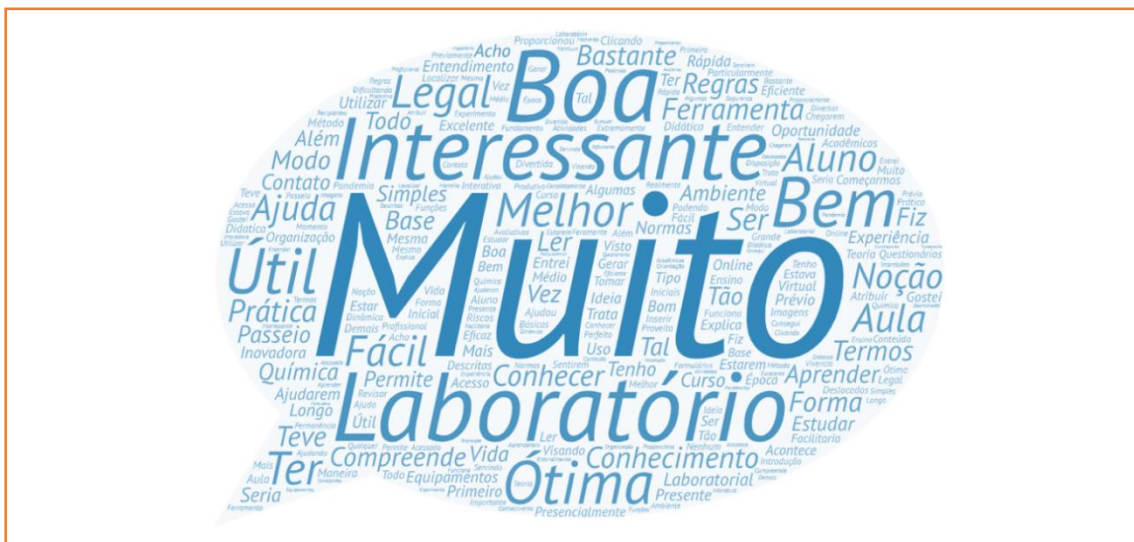
Como pode-se observar no Gráfico 5, apenas 1 estudante não soube opinar (1,6%), enquanto que 50 estudantes (80,6%) concordam totalmente e 11 estudantes (17,7%) concordam parcialmente. Estes dados nos permitem inferir que o artefato construído tem potencial para trabalhar conceitos básicos na perspectiva da sala de aula invertida.

Com base nestas respostas pode-se inferir que o artefato proposto contribui para expandir o conhecimento dos estudantes acerca das normas ou regras de segurança de laboratório. Além disso, fazê-lo antes dos estudantes adentrarem o ambiente laboratorial é uma forma de aumentar a segurança dos mesmos nos primeiros dias de aula, visto que grande parte deles nunca experienciou a vivência num laboratório didático de química. Acredita-se que discutir sobre as regras de segurança no primeiro dia de aulas é importante, mas não suficiente para garantir a segurança dos estudantes ao longo do semestre letivo. No entanto, a apresentação prévia destas, via Realidade Virtual, e posterior retomada de forma presencial, ampliam significativamente a sua compreensão e internalização.

Ao final do questionário, inseriu-se uma pergunta aberta, onde os estudantes deveriam comentar sua opinião acerca do

artefato/ferramenta. A figura 3 apresenta a nuvem de palavras resultante da coleta de dados da questão.

Figura 3: Nuvem de palavras a partir da questão “O que você achou dessa ferramenta?”



Fonte: Elaborado pelos autores.

Com base na nuvem de palavras apresentada na Figura 3, é possível afirmar que os estudantes acharam o artefato interessante, sendo uma ótima ferramenta didática que possibilita uma boa noção do laboratório de Química, além de ajudar no processo de construção do conhecimento. Além disto os estudantes apontam outras características como a inovação, a interação e a perspectiva didática da mesma. A seguir são descritos alguns excertos dos estudantes quanto a avaliação da ferramenta. Cabe ressaltar que atribuiu-se uma letra a cada um, de forma a garantir a não identificação dos mesmos.

Nos ajuda a se inserir no laboratório e aprender regras básicas de permanência e uso do ambiente laboratorial. (Estudante A)

Achei muito boa. Como não tenho experiência em um laboratório de química não tenho uma noção muito boa da disposição de todos os equipamentos, mas consegui compreender bem pelo passeio. (Estudante B)

Eu achei essa ferramenta muito eficaz, porque proporciona várias oportunidades para aprender sobre as normas de segurança e sobre os diversos recipientes do laboratório, ajudando principalmente quem não pode estar presente no dia da aula e até mesmo para os que estiveram presentes dando oportunidades para revisar o que aprenderam. (Estudante C)

Muito boa essa experiência, pois assim nos dá uma noção de como é o laboratório e algumas regras e equipamentos

que utilizaremos ao longo do curso ou vida profissional.
(Estudante D)

Achei excelente para termos noção do que acontece e dos riscos que podem acontecer em um laboratório químico.
(Estudante E).

Achei interessante a maneira de atribuir o conhecimento para os alunos de forma online, assim visando, quando eles chegarem em um laboratório não se sentirem tão deslocados.
(Estudante F).

Como pode-se verificar por meio dos excertos, os estudantes corroboram os dados numéricos anteriormente citados ao afirmarem que a atividade os auxilia a compreender as regras do laboratório, principalmente para àqueles que nunca estiveram em um ambiente deste tipo. Pelos excertos, é possível verificar ainda, que o artefato também proporciona aos estudantes explorar o nome e utilidade de algumas vidrarias do laboratório.

Embora neste trabalho traga-se apenas 10% dos excertos, pode-se inferir a aprovação dos estudantes acerca deste tipo de artefato para mediação pedagógica, principalmente na perspectiva da SAI, corroborando com o que diz Oliveira et al. (2020) que a aquisição de conhecimento pode ser abordada de forma antecipada fora do ambiente escolar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A atividade proposta teve grande aceitabilidade pelos estudantes, conforme pode-se observar na avaliação da mesma. Neste sentido pode-se inferir que a utilização do passeio virtual consorciado com questões acerca das regras de segurança do laboratório é uma estratégia de mediação pedagógica que pode ser utilizada em qualquer contexto, seja no ensino remoto ou presencial.

A abordagem do artefato, na perspectiva da sala de aula invertida, demonstrou ser uma interessante alternativa para a introdução ao laboratório, visto que o número de estudantes que já conheciam as regras ao ingressarem no mesmo foi superior ao esperado. Este dado é corroborado pelo fato de apenas dois estudantes irem na primeira aula prática com indumentária inadequada, justamente os estudantes que não haviam realizado a atividade proposta antes da aula presencial.

Conforme os dados da pesquisa, pode-se afirmar que a ferramenta/artefato proposto, despertou o interesse dos estudantes e contribuiu para o conhecimento das normas de laboratório de uma forma interessante, eficiente, inovadora e interativa. No entanto, cabe ressaltar que o uso da SAI ou de RV, por si só, não são garantia da promoção da aprendizagem, mas contribuem para a internalização e aprofundamento dos conceitos abordados. Destaca-se ainda, que o uso de ferramentas das tecnologias requer inicialmente uma intencionalidade bem definida, um planejamento, o acompanhamento da implementação e por fim, uma reflexão contínua do docente sobre suas práxis e sobre as propostas pedagógicas utilizada. Tem-se, por fim, que a proposta aqui descrita.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, Brenda; GOMES, Matheus; LINS, Anthony; MUNIZ, Maria. T., Utilização da realidade virtual para o ensino em saúde. **REIN - Revista Educação Inclusiva**, v. 5, n. 1, 2021. <https://revista.uepb.edu.br/REIN/article/view/325>.
- AGUIAR, Bernardo; CORREIA, Walter; CAMPOS, Fábio. Uso da escala Likert na análise de jogos. Salvador: SBC - **Proceedings of SBGames ANAIS**, v. 7, n. 2, 2011.
- ANGELUCI, Alan Cesar Belo; REDIGOLO, Gabriela Leal; ARAKAKI, Patricia Jaqueline; DA SILVA, Paulo Sergio Felix. Design Science Research como método para pesquisas em TDIC na Educação. In: **Anais do CIET: EnPED: 2020** - (Congresso Internacional de Educação e Tecnologias| Encontro de Pesquisadores em Educação a Distância). 2020.
- BENEDETTI FILHO, Edeimar; MARTINS, Alexandre Donizeti; BENEDETTI, Luzia Pires dos Santos. Um Jogo Didático para Revisão de Conceitos Químicos e Normas de Segurança em Laboratórios de Química. **Química Nova na Escola**. v. 42, p. 37-44, 2020.
- BOS, Andreia Solange; PIZZATO, Michelle Câmara; ZARO, Milton Antônio. Investigação da atenção do estudante: o uso da realidade virtual no ensino de computação. # Tear: **Revista de Educação, Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 2, 2019.
- BRAZ, Silvio M.; CATAPAN, Márcio F.; REBEYKA, Claudimir J. TREINAMENTOS DE NORMAS REGULAMENTADORAS USANDO A VIRTUALIZAÇÃO IMERSIVA. **Revista Foco** (Interdisciplinary Studies Journal), v. 15, n. 4, 2022.
- CARVALHO, Maria Fernanda N. N; TEIXEIRA, Clementina. **Segurança em Laboratórios de-Ensino ou Investigação em Química II** – Aplicação a Casos Concretos. *Química* 69. pp7-13, 1998.
- DA SILVA, Carlos Miranda; DE MELO FIORI, Ana Paula Santos. Estudo sobre as boas práticas de laboratório no campus Ifal Penedo. **Revista Científica do Instituto Federal de Alagoas**, v. 13, n. 1, p. 1831-1841, 2022. Disponível em: <https://periodicos.ifal.edu.br/educte/article/view/2023>. Acesso em: 20 set. 2023.
- FILATRO, Andrea; CAVALCANTI, Carolina Costa. **Metodologias Inov-Ativas**. 2ª edição. Saraiva Educação SA, 2023.
- LACERDA, Daniel Pacheco; DRESCH, Aline; PROENÇA, Adriano; JÚNIOR, José Antônio V. Antunes. Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção. **Gestão & produção**, v. 20, p. 741-761, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/gp/a/3CZmL4JJxLmxCv6b3pnQ8pq/?lang=pt>. Acesso em: 12 ago. 2023.

LEITE, Bruno Silva. Aplicativos de realidade virtual e realidade aumentada para o ensino de Química. *Educitec - Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico*, v. 6, p. e097220-e097220, 2020.

LINO, Adan Santos; DA SILVA TRINDADE, Joana D.'Arc; OLIVEIRA, Charlion Cosme. Uma ferramenta para o ensino das boas práticas de laboratório e segurança química na formação de profissionais. *Educação Química em Ponto de Vista*, v. 4, n. 2, 2020.

MACHADO, Patricia Fernandes Lootens; MÓL, Gerson de Souza. Experimentando química com segurança. *Química nova na escola*, v. 27, n. 1, p. 57-60, 2008.

MIGUEL, Lucas de Castro. **Utilização de um Ambiente virtual de aprendizagem com realidade virtual interativa no auxílio de ensino de engenharia de reatores**. 2017. Dissertação de Mestrado em Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Nucleares - Instituto de Engenharia Nuclear da Comissão Nacional de Energia Nuclear, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/49/020/49020741.pdf. Acesso em 13 ago. 2023.

OLIVEIRA, João Lucas dos Santos; LIMA, Priscila da Silva Neves; CARVALHO, Cedric Luiz; FONSECA, Amanda Vitória Silva. Sala de aula 4.0- Uma proposta de ensino remoto baseado em sala de aula invertida, gamification e PBL. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 28, p. 909-933, 2020.

OLIVEIRA, Cristiano Matos de; MACEDO, Suzana da Hora; RAUTA, Marcelo. Ensino e aprendizagem de instrumentos de teclas: contribuições da sala de aula invertida. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, Porto Alegre, v. 21, n. 1, p. 45-56, 2023. DOI: 10.22456/1679-1916.134321. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/134321>. Acesso em: 17 ago. 2023.

REZENDE, Flavio; BISOL, Renata Attanasio de Rezende; BISOL, Tiago, REZENDE, Flávio Attanasio. Simulador cirúrgico e realidade virtual no ensino de cirurgia de catarata. *Revista Brasileira de Oftalmologia*, v. 71, p. 147-148, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbof/a/Ddftj4jGFpzkZQ573hYttVM>. Acesso em 29 set. 2023.

VALENTE, José Armando. Blended learning e as mudanças no ensino superior: a proposta da sala de aula invertida. *Educar em Revista*, p. 79-97, 2014.

VASCONCELLOS-SILVA, Paulo; ARAUJO-JORGE, Tania. **Análise de conteúdo por meio de nuvem de palavras de postagens em comunidades virtuais: novas perspectivas e resultados preliminares**. *CIAIQ2019*, v. 2, p. 41-48, 2019. Disponível em: <https://proceedings.ciaiq.org/index.php/CIAIQ2019/article/view/2002>. Acesso em 22 set. 2023

VIEIRA, Leandro Roberto Vaz. **Treinamento de segurança do trabalho na indústria**: comparação entre os métodos de realidade virtual e tradicional em sala de aula. 2022. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Contato dos autores/as:

Autor: Claudia Smaniotto Barin
e-mail:claudiabarin@ufsm.br

Autor: Ricardo Machado Ellensohn
e-mail:ricardoellensohn@unipampa.edu.br

Manuscrito aprovado para publicação em: 26/06/2025