

Melhorando a aprendizagem na disciplina de Química Geral com o trabalho do monitor: uma experiência com Ambientes Virtuais de Aprendizagem

Improving learning in the General Chemistry discipline with the work of the monitor: an experience with Virtual Learning Environments

Mejorar el aprendizaje en la disciplina de Química General con el trabajo del monitor: una experiencia con Entornos Virtuales de Aprendizaje

Misael Santini de Freitas¹ , Julliane Yoneda¹ 

¹ Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda, Rio de Janeiro, Brasil.

Autor correspondente:

Julliane Yoneda

Email: jullianeyoneda@id.uff.br

Como citar: Freitas, M. S., & Yoneda, J. (2024). Melhorando a aprendizagem na disciplina de Química Geral com o trabalho do monitor: uma experiência com Ambientes Virtuais de Aprendizagem. *Revista Tempos e Espaços em Educação*, 17(36), e20765. <http://dx.doi.org/10.20952/revtee.v17i36.20765>

RESUMO

O projeto “Melhorando a aprendizagem de Química Geral com o trabalho do Monitor” foi pensado visando o estímulo à participação nos atendimentos de monitoria e à aprendizagem significativa de conceitos importantes para o bom andamento do curso de Química. As atividades de monitoria foram estruturadas em caráter investigativo, lançando mão de recursos digitais, como ambientes virtuais de aprendizagem e *softwares* educacionais como laboratórios virtuais. A partir das atividades realizadas, observou-se um aumento da frequência nos encontros de monitoria, bem como uma melhora no desempenho dos estudantes que participavam assiduamente dos atendimentos.

Palavras-chave: Química geral. Ensino por investigação. Ambientes virtuais.

ABSTRACT

The project “Improving the learning of General Chemistry with the work of the Monitor” was designed to encourage participation in monitoring sessions and the significant learning of important concepts for the smooth running of the Chemistry course. The monitoring activities were structured on an investigative basis, using digital resources, such as virtual learning environments and educational software as virtual laboratories. From the activities carried out, an increase in the

frequency of monitoring meetings was observed, as well as an improvement in the performance of students who regularly participated in the sessions.

Keywords: General chemistry. Teaching by investigation. Virtual environments.

RESUMEN

El proyecto “Mejorando el aprendizaje de Química General con el trabajo del Monitor” fue diseñado para fomentar la participación en las sesiones de seguimiento y el aprendizaje significativo de conceptos importantes para el buen desarrollo de la carrera de Química. Las actividades de seguimiento se estructuraron con base investigativa, utilizando recursos digitales, como entornos virtuales de aprendizaje y software educativo como laboratorios virtuales. De las actividades realizadas se observó un aumento en la frecuencia de las reuniones de seguimiento, así como una mejora en el desempeño de los estudiantes que participaron regularmente en las sesiones.

Palabras clave: Química General. Enseñar por la investigación. Entornos virtuales.

INTRODUÇÃO

A disciplina de Química Geral é o primeiro grande contato dos ingressantes com a Química de nível superior e enfrenta dificuldades variadas relacionadas, principalmente, aos conhecimentos prévios dos alunos. Especialmente após a pandemia de COVID-19, quando os professores precisaram tentar encontrar novas metodologias e práticas pedagógicas (Dias-Trindade et al., 2020; Yoneda & Huguenin, 2021), o acompanhamento dos ingressantes por parte das instituições de ensino superior é primordial, considerando, dentre outros fatores, a defasagem de conhecimentos prévios, a autonomia para o aprendizado e as mudanças significativas em suas vidas oriundas da transição do Ensino Básico para o Ensino Superior (Carneiro et al., 2022; Maciel et al., 2022). Neste contexto, o intuito do projeto “Melhorando a aprendizagem de Química Geral com o trabalho do Monitor” é não apenas prestar auxílio com os conteúdos específicos da disciplina, mas também estimular e orientar os alunos ingressantes em suas rotinas de estudo e apoiá-los neste momento de grandes mudanças.

Considerando a necessidade de estimular a presença dos estudantes na monitoria, bem como assisti-los com os conteúdos (Nigre et al., 2022), uma série de atividades foi pensada de forma a instigá-los a participar dos atendimentos. Sem perder de vista os objetivos pedagógicos, as atividades foram desenvolvidas de maneira dinâmica, de modo que os estudantes assumissem protagonismo de seu processo de aprendizagem e fossem capazes de refletir e argumentar criticamente sobre os conteúdos.

Com tais objetivos em mente, optou-se por modelos de atividades investigativas, uma vez que, no ensino por investigação, é possível que os estudantes tragam suas próprias experiências e estas condicionem sua interpretação e elaboração de argumentos acerca de um dado problema, além de possibilitar trocas individuais ou coletivas e induzir ao processo de construção de sentidos (Borssoi et al., 2020).

Conforme demonstram Zômpero e Laburú (2011), existem diferentes concepções acerca do que se caracteriza como ensino por investigação, além de diversas formas de se desenvolver atividades investigativas com os alunos, não havendo consenso entre os pesquisadores da área sobre esta perspectiva de ensino. No entanto, algumas características fundamentais devem estar presentes neste tipo de atividade: o engajamento dos alunos para realizar as atividades; a emissão de hipóteses, nas quais é possível a identificação dos conhecimentos prévios dos mesmos; a busca por informações, tanto por meio de experimentos, como na bibliografia que possa ser consultada; a comunicação dos estudos realizados pelos alunos, para que possam compreender, para além do conteúdo, a natureza do conhecimento científico (Zômpero & Laburú, 2011).

No escopo deste trabalho, optou-se pela utilização de *softwares* educacionais inseridos em um ambiente virtual de aprendizagem como ferramenta para a realização de experimentos na etapa

de pesquisa de informações do processo investigativo. A relevância desta metodologia de ensino pode ser entendida em termos da teoria vygotskyana, dentro do conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), caracterizada como:

A distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de um problema, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes (Vygotsky, 1998, p. 97 *apud* Paula & Mendonça, 2018, p. 44).

Tendo em vista o conceito de ZDP, o *software* pode ser pensado como o par mais capaz, assim como o professor, atuando como mediador do conhecimento em uma atividade colaborativa, proporcionando o acesso dos estudantes à sua herança cultural e permitindo que o sistema simbólico da Química seja manipulado e assimilado pelo aluno, culminando em efeitos significativos para a aprendizagem (Fiori & Goi, 2021).

Desta forma utilizou-se esta abordagem para as atividades desenvolvidas nos atendimentos de monitoria, e em especial, para a aula ministrada pelo monitor, o tema escolhido foi o equilíbrio químico. A escolha foi feita devido às dificuldades apresentadas pelos estudantes neste conteúdo, percebidas pela experiência docente ao longo da história da disciplina de Química Geral, mas que é fundamental para a compreensão dos processos químicos e construção de bases importantes para o prosseguimento de estudos nas demais disciplinas do curso. Em meio à diferentes abordagens encontradas na literatura para o ensino do tema (Silva et al., 2022; Santos & Locatelli, 2021; da Silva & Yoneda, 2023), optou-se pelo uso de *softwares* educacionais com a intenção superar as barreiras conceituais e a dificuldade de visualização do conteúdo químico, devido ao alto grau de abstração normalmente requerido dos estudantes para esse tema.

Segundo as pesquisas de Machado e Aragão (1996), as ideias dos estudantes acerca do conceito de equilíbrio químico evidenciam uma deficiência na compreensão de aspectos importantes desse conceito, e este fato parece estar atrelado à ênfase na realização de exercícios quantitativos em detrimento de aspectos conceituais e qualitativos.

Concepções alternativas associadas à aceção de “equilíbrio” no geral também se mostram empecilhos para o processo de aprendizagem de equilíbrio químico. Machado e Aragão (1996) apontam que muitos estudantes parecem não compreender a reversibilidade da reação, como se o sistema permanecesse estático ao atingir o equilíbrio; parecem pensar que as quantidades de reagentes e produtos necessariamente se igualam no ponto de equilíbrio; ou, ainda, que as espécies envolvidas na reação se encontram em recipientes distintos, de modo ser possível alterar as concentrações apenas de reagentes ou produtos, separadamente. As referidas autoras ainda defendem a importância de se mudar o foco no ensino de equilíbrio químico e conceitos químicos no geral:

Isto significa desfocalizar um pouco o quadro negro ou a lousa, desfocalizar um pouco a palavra onipotente do professor, o profundo domínio do livro didático. Significa, então, focalizar o fenômeno. Trazer o fenômeno para o centro de nossa sala de aula, observá-lo. Dar a palavra a nossos alunos e alunas e tentar perceber o que eles pensam sobre o que observam e como podem explicar o que observam utilizando modelos para a constituição das substâncias (Machado & Aragão, 1996, p. 20).

Para Bertotti (2011), uma abordagem com forte predominância conceitual do equilíbrio químico é mais vantajosa e produtiva em cursos introdutórios, como é o caso do curso de Química Geral, já que o tratamento de problemas sobre o tema exige uma prévia compreensão do sistema estudado e como ele responde a influências exercidas mediante a mudanças nas concentrações de seus componentes. O autor ainda ressalta a importância do uso de analogias e simulações na

construção de modelos para o aprendizado em Química, com consequentes ganhos para a compreensão do assunto por parte dos estudantes.

Tendo em vista o exposto até aqui, buscou-se, com a realização da atividade, desenvolver o raciocínio lógico e pensamento científico dos alunos, decorrentes do processo investigativo; potencializar, nos estudantes, a capacidade de interpretar e prever as respostas do sistema frente a perturbações externas, priorizando aspectos qualitativos; e promover a compreensão sobre como fatores, tais quais concentração e temperatura, afetam o sistema em equilíbrio químico e a constante de equilíbrio.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho é descrever a realização das atividades de cunho investigativo realizadas e apresentar argumentos a favor da priorização, em cursos introdutórios como é o caso de Química Geral, de aspectos qualitativos e conceituais para a aprendizagem dos tópicos abordados na disciplina.

METODOLOGIA

O projeto desenrolou-se durante os horários de atendimento da monitoria de Química Geral, que acompanha alunos ingressantes dos cursos de Licenciatura em Química e Bacharelado em Química Tecnológica, no primeiro semestre letivo do ano de 2023. Tendo em vista a baixa frequência dos estudantes aos atendimentos e a necessidade de estimulá-los a participar, optou-se pela utilização de atividades mais dinâmicas e atraentes, além da distribuição de pontos extras na respectiva prova da disciplina em função da realização das atividades de monitoria.

Várias atividades de caráter investigativo foram realizadas para cada conteúdo abordado, buscando propiciar o protagonismo dos estudantes na realização, a investigação e argumentação com os colegas e a predominância do enfoque conceitual de cada tema. Realizou-se, por exemplo, uma atividade prática de construção de moléculas com balas de goma para o conteúdo de geometria molecular que obteve boa aceitação dos discentes; laboratório virtual para investigação de propriedades de ácidos e bases em materiais cotidianos; *softwares* de perguntas e respostas no estilo *quiz* para termodinâmica e cinética química, entre outras.

A atividade investigativa foco do presente trabalho, intitulada Laboratório de Equilíbrio, teve lugar na aula de duas horas que o monitor da disciplina deve ministrar a cada semestre e faz uso de um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) e um laboratório virtual. O ambiente em questão é a plataforma *Graasp.eu*¹, de iniciativa pública e gratuita, que permite aos seus usuários construir espaços investigativos com diversos aplicativos, tais como questionários, tabelas, gráficos e ferramentas de elaboração de hipóteses. Além disso, permite hospedar no próprio espaço de investigação laboratórios virtuais como o utilizado nesta atividade, a saber, o *Cloreto de cobalto e princípio de Le Chatelier*, do *ChemCollective*². A problemática do equilíbrio do cloreto de cobalto foi escolhida devido à disponibilidade do referido laboratório virtual e de uma questão proposta pela professora da turma que envolvia o clássico Galo do Tempo, que tem sua coloração alterada em função da umidade do ar e trata exatamente do equilíbrio químico descrito pela reação (1).



A aula se iniciou com a apresentação, para os estudantes, do Ambiente Virtual de Aprendizagem que seria utilizado e seu funcionamento (Figura 1). Os alunos foram orientados sobre como proceder a atividade investigativa, seguindo o roteiro proposto no próprio AVA, e seu uso concomitante ao espaço investigativo do laboratório virtual (Figura 2). Em seguida, o tema da aula

¹ Este domínio está em processo de descontinuidade e encerrará seu funcionamento em 31/12/2023, migrando para *Graasp.org*: <https://graasp.org/>.

² Disponível em: <https://chemcollective.org/vlab/85>.

foi socializado e contextualizado com os alunos: a investigação do princípio de Le Chatelier através da problematização do equilíbrio do cloreto de cobalto. Por fim, os estudantes iniciaram as atividades no ambiente virtual, em duplas ou trios, alternando entre as questões e orientações propostas no AVA e os procedimentos experimentais no laboratório virtual. Durante todo o tempo de realização da atividade, os alunos receberam acompanhamento do monitor responsável.

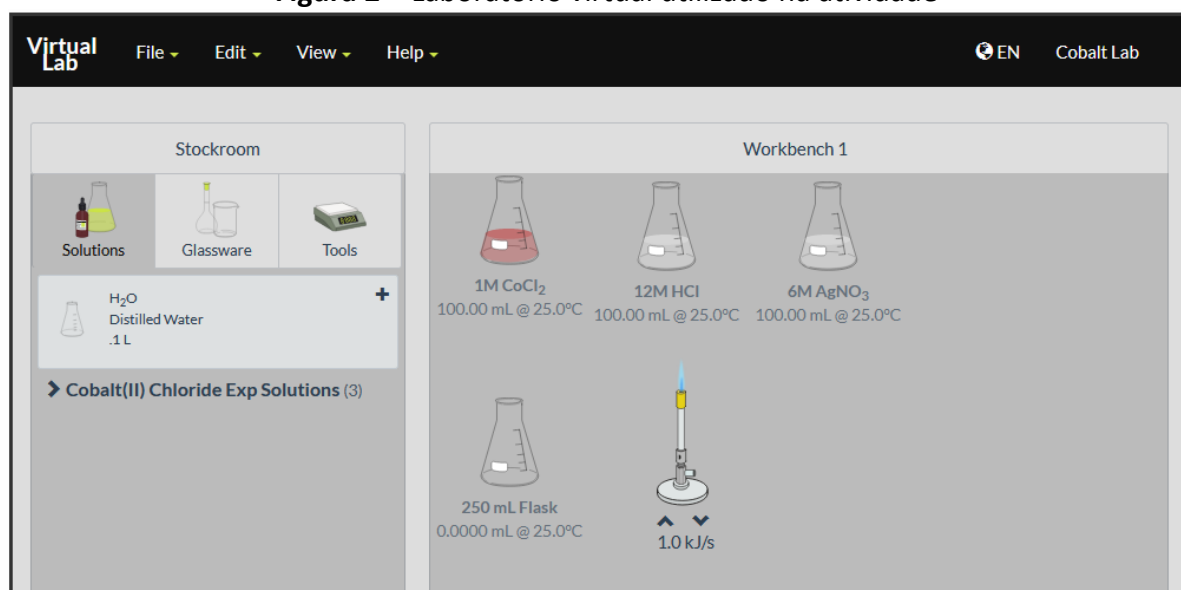
Figura 1 – Estrutura do AVA e destaque de algumas seções: a) Orientações e Contextualização; b) Investigação do Efeito das concentrações.

a)

b)

Fonte: Os autores, 2024.

Figura 2 – Laboratório virtual utilizado na atividade



Fonte: ChemCollective, 2024.

A estrutura do AVA idealizada para cumprir as propostas da atividade está sintetizada no Quadro 1.

Quadro 1 – Descrição da estrutura e objetivos de cada seção do AVA.

Seção do AVA	Objetivos específicos
Orientações	Apresentar a proposta de atividade e fornecer orientações gerais sobre como os alunos devem proceder para sua realização (Figura 1a).
Contextualização	Explicar as características do equilíbrio do cloreto de cobalto (Figura 1a).
Investigação	Abrigar o laboratório virtual em que os alunos fariam os experimentos propostos (Figura 2).
Efeito das concentrações	Investigar o efeito da concentração das substâncias constituintes do equilíbrio a partir de experimentos envolvendo a adição e remoção delas (Figura 1b).
Efeito da temperatura (I)	Investigar o efeito da temperatura sobre o equilíbrio em estudo e classificação das reações direta e indireta como endotérmica ou exotérmica conforme a modificação da coloração da solução mediante aquecimento/resfriamento (Figura 3).
Efeito da temperatura (II)	Levantar dados sobre as concentrações de cada constituinte do equilíbrio conforme a mudança de temperatura (Figura 3).
Constante de Equilíbrio	Investigar a variação da constante de equilíbrio K_c conforme a mudança de temperatura, utilizando os dados obtidos na seção anterior e planilhas eletrônicas para calcular a constante em cada temperatura indicada (Figura 4 e Tabela 1).
Testando conhecimentos	Aplicação dos conhecimentos construídos através dos experimentos em problemas propostos (Figura 5).

Fonte: Os autores, 2024.

A Figura 3 mostra os procedimentos a serem seguidos pelos estudantes para determinar, a partir das mudanças observadas no sistema mediante o aquecimento e o resfriamento da solução, se a reação em estudo é exotérmica ou endotérmica, conjecturando sobre as possíveis alterações e, em seguida, testando-as no laboratório.

Figura 3 – Seções do AVA para investigação do efeito da temperatura sobre o equilíbrio.

Adicione 25 mL da solução de cloreto de cobalto a um erlenmeyer vazio e, em seguida, 10 mL de HCl 12M.
Com o auxílio de um bico de Bunsen, aqueça esse erlenmeyer.

Aplicativo de questionário

1. O que você observou ao aquecer a solução? Descreva.
2. Analise a reação do equilíbrio: que substância foi formada ao aquecer o erlenmeyer?
3. Com base nestas observações, conclua: a reação direta é endotérmica ou exotérmica? Justifique.

Tabela

Temperatura	Concentração de $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$	Concentração de Cl^-	Concentração de CoCl_4^{2-}
60 °C			
50 °C			
40 °C			
30 °C			
20 °C			
10 °C			
0 °C			

Fonte: Os autores, 2024.

O laboratório virtual ainda fornece os valores das concentrações de cada espécie para quaisquer condições especificadas pelo usuário. Utilizando os dados obtidos do laboratório para diversas temperaturas selecionadas, os estudantes deveriam registrar as concentrações de cada espécie para, em seguida, constatar a influência da temperatura sobre o valor da constante de equilíbrio (Figura 3). Os alunos foram orientados a utilizar planilhas no programa *Libre Office Calc* para facilitar os cálculos e familiarizá-los com a ferramenta, amplamente utilizada neste tipo de tarefa (Figura 4 e Tabela 1).

Figura 4 – Seção do AVA dedicada ao estudo da constante de equilíbrio

Laboratório de Equilíbrio
Misael

Vamos estudar a expressão da constante de equilíbrio.

- Escreva a expressão da constante de equilíbrio em função das concentrações (K_c) para o equilíbrio em estudo.
- Utilize os valores das concentrações que você registrou na Tabela 1 anteriormente e calcule o valor de K_c para cada temperatura. Dica: você pode usar uma planilha de Excel para facilitar seus cálculos. Registre os valores de K_c na Tabela 2 abaixo.

Aplicativo de questionário

1. Qual a expressão da constante de equilíbrio, K_c , para o equilíbrio em estudo?

a) $K_c = \frac{[[Co(H_2O)_6]^{2+}] \times [Cl^-]^4}{[CoCl_4^{2-}]}$

b) $K_c = \frac{[CoCl_4^{2-}]}{[[Co(H_2O)_6]^{2+}] \times [Cl^-]^4}$

c) $K_c = \frac{[CoCl_4^{2-}]}{[[Co(H_2O)_6]^{2+}] \times [Cl^-]}$

A
 B
 C
 D
 E

d) $K_c = \frac{[[Co(H_2O)_6]^{2+}]}{[CoCl_4^{2-}] \times [Cl^-]}$

e) $K_c = \frac{[[Co(H_2O)_6]^{2+}]}{[CoCl_4^{2-}] \times [Cl^-]^4}$

2. Você espera que os valores de K_c aumentem ou diminuam conforme a temperatura aumenta? Justifique.

Tabela

Temperatura	Valor de K_c
60 °C	
50 °C	
40 °C	
30 °C	
20 °C	
10 °C	
0 °C	

Fonte: Os autores, 2024.

Tabela 1 – Planilha de cálculo construída para determinação do valor de K_c a cada temperatura, com dados retirados do laboratório virtual.

Temperatura (°C)	[CoCl4]	[Co(H2O)6]	[Cl-]	(Cl-) ^ 4	K
60	0,601	0,113	2,452	36,147799	0,147134
50	0,531	0,183	2,732	55,708669	0,052086
40	0,438	0,275	3,101	92,471322	0,017224
30	0,326	0,387	3,55	158,82301	0,005304
20	0,204	0,509	4,039	266,13097	0,001506
10	0,096	0,617	4,47	399,23636	0,00039
0	0,031	0,682	4,731	500,97008	9,07E-05

Fonte: Os autores, 2024.

Por fim, os estudantes deveriam resolver cinco questões na seção “Testando Conhecimentos” para aplicar os conceitos em problemas sobre equilíbrio químico e o princípio de Le Chatelier (Figura 5).

Figura 5 – Fragmento da seção “Testando Conhecimentos” do AVA

Aplicativo de questionário

1. Sobre o estado de equilíbrio, marque as alternativas verdadeiras:

- Sempre que uma reação atinge o equilíbrio, toda a reação para.
- Se mais reagente é utilizado é uma reação em equilíbrio, sua constante terá um valor maior.
- A reação inversa não se inicia até que todos os reagentes sejam convertidos em produtos.
- Um catalisador não afeta a composição em equilíbrio de uma mistura reacional.
- Aumentando a temperatura de uma reação exotérmica em equilíbrio, haverá favorecimento da formação de reagentes.

2. Uma das aplicações do equilíbrio do cobalto que estudamos é no Galinho do Tempo, que era muito popular e utilizado para prever a incidência de chuvas com base na umidade do ar. Seu funcionamento é devido ao deslocamento do equilíbrio conforme a temperatura e a quantidade de moléculas de água no ar (umidade) variavam. Analise o equilíbrio de cobalto estudado e explique, sucintamente, como poderíamos prever a possibilidade de chover (ou não chover) com base nas cores que o Galinho do Tempo assume.

Fonte: Os autores, 2024.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos dados de frequência, observou-se um aumento de 22% para 36% na assiduidade dos estudantes aos atendimentos de monitoria no primeiro semestre letivo de 2023, em relação ao ano anterior, após o início do projeto. Em relação às aprovações, 78% do total de alunos aprovados no semestre frequentava assiduamente os atendimentos. Dezenove alunos, de um total de trinta e nove na turma, participaram da aula do monitor e realizaram a atividade do Laboratório de Equilíbrio em ambiente virtual no referido semestre.

No que se refere à investigação, conforme observado na Figura 1, após a apresentação da problemática, os alunos foram convidados a refletir previamente sobre as possíveis respostas do sistema frente à adição ou remoção de substâncias, para em seguida testar suas hipóteses no laboratório virtual. Após realização do experimento no laboratório e observações feitas, eles deveriam confirmar ou não suas hipóteses iniciais e elaborar justificativas, confrontando ideias e discutindo-as entre si, de acordo com seus conhecimentos prévios do tema e as constatações do experimento.

A Figura 6 exemplifica o trabalho realizado pelos estudantes em uma das etapas da atividade. A resposta à primeira pergunta deu-se pela elaboração de hipóteses pelos integrantes do grupo, seguida da testagem dessa hipótese a partir da experimentação no laboratório virtual e posterior confronto entre a suposição inicial e a observação dos resultados experimentais.

Figura 6 – Recorte de uma das etapas do roteiro investigativo

O que você espera que ocorra caso íons Cl^- sejam removidos? Qual cor a solução irá assumir, neste caso? Justifique. *

Caso os íons Cl^- sejam removidos, terá a formação de mais íons cloreto para reagir com o cloreto de cobalto; Neste caso, a solução irá assumir a cor rosa.

Adicione sucessivamente 1 mL de nitrato de prata, AgNO_3 , para remover os íons Cl^- . Sua previsão estava correta? Justifique. *

Sim, ao adicionarmos nitrato de prata, a coloração foi de roxo para rosa, resultando ainda em um corpo de fundo no erlenmeyer.

Fonte: Os autores, 2024.

Nota: Recorte de uma das etapas do roteiro investigativo, com perguntas e respectivas respostas dos alunos, exemplificando o processo de formulação de hipóteses, testagem e argumentação e conclusões acerca do experimento.

A possibilidade de argumentar e trocar ideias, oriunda de um processo investigativo, contribui significativamente para o aprendizado de conceitos em ciências:

Duschl (2008) aponta cinco potenciais contribuições da argumentação na sala de aula de ciências: acesso ao raciocínio cognitivo e metacognitivo, desenvolvimento da comunicação e do pensamento crítico, desenvolvimento da alfabetização científica, participação em práticas de cultura científica e crescimento do raciocínio com emprego de critérios coerentes (Barbosa & Souza, 2021, p. 75).

Todas as tarefas do espaço investigativo foram estruturadas dessa forma, de modo a enquadrarem-se como atividades investigativas segundo os critérios apresentados por Zômpero e Laburú (2011), orientadas para o desenvolvimento de “habilidades cognitivas nos alunos, a realização de procedimentos como elaboração de hipóteses, anotação e análise de dados e o desenvolvimento da capacidade de argumentação” (Zômpero & Laburú, 2011, p. 73).

Cabe salientar ainda que, em virtude do caráter quantitativo da Química, os cursos superiores frequentemente priorizam a resolução de problemas por meio de cálculos em detrimento do uso da linguagem e escrita, dentre outras habilidades qualitativas (Queiroz, 2001). Em favor do uso da linguagem escrita em atividades de Química, Queiroz (2001) argumenta que o professor se torna mais inteirado sobre o nível de assimilação dos conteúdos trabalhados por parte dos estudantes, além de que pensamento e linguagem estão intimamente relacionados, de modo que o exercício de um fomenta o aprimoramento do outro. Freire (2019) defende que estes aspectos são importantes na reflexão do professor sobre sua própria prática, já que permitem, a partir de suas observações sobre o aprendizado dos alunos e a autoavaliação de seu trabalho, melhorar suas futuras práticas.

Em resposta a um questionário não identificado enviado posteriormente, que visava analisar qualitativamente as percepções dos estudantes acerca das atividades de monitoria, eles relataram como positiva a experiência de utilizar um ambiente virtual em um roteiro investigativo, afirmando que gostariam de realizar mais atividades nestes moldes. Os estudantes também relataram que compreenderam melhor e se sentiram próximos ao cotidiano da pesquisa e da investigação científica, o que abre caminhos para suscitar neles reflexões mais profundas sobre a percepção que possuem acerca da natureza da ciência e do trabalho científico, contribuindo para a superação da

visão mistificada sobre a produção do conhecimento e a imagem deformada do cientista (Mota et al., 2023).

Cumprir relatar que os alunos enfatizaram as contribuições do *software* educacional como facilitador na “visualização” dos processos químicos envolvidos. No questionário, 100% dos alunos afirmaram que o uso do material concreto (palitos e balas de goma) e laboratórios virtuais utilizados foram valiosos para a apreensão dos conceitos trabalhados.

A pertinência da visualização e da investigação para a aprendizagem foram também ressaltadas nas falas de alguns estudantes, em resposta a uma pergunta aberta, com respostas não identificadas, em que poderiam expressar livremente suas opiniões acerca das atividades de monitoria como um todo:

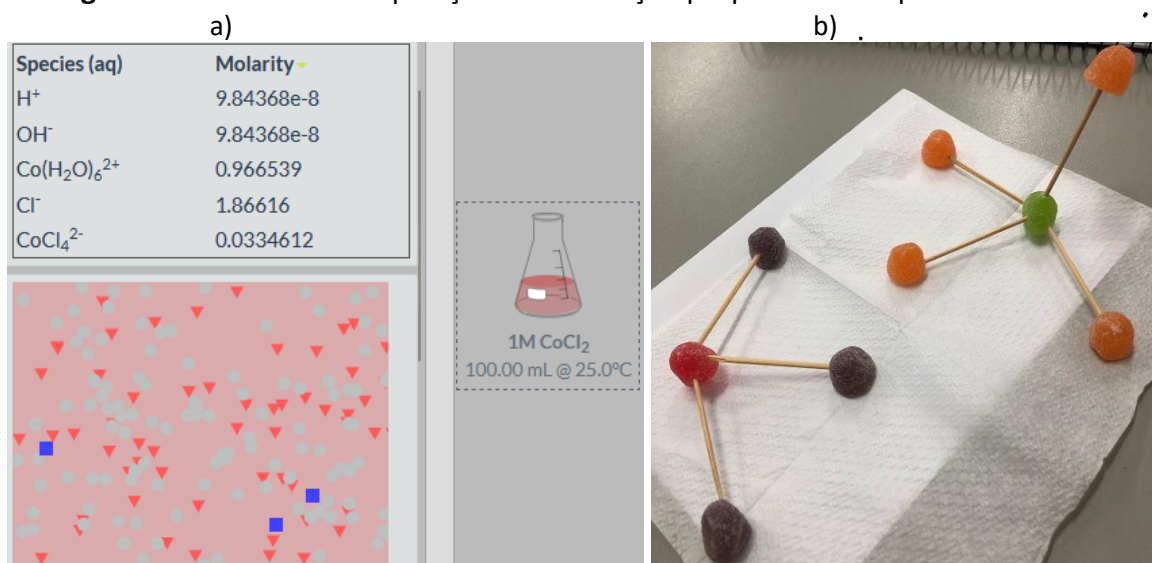
Estudante A: “Me ajudou bastante a compreender o conteúdo que estava sendo abordado. Gostei bastante da atividade com a jujuba pois ajudou a ver melhor a matéria de uma forma mais “física”.”

Estudante B: “A melhor atividade foi no laboratório de informática pois além de ajudar a aplicar os conceitos da aula, tinha um aspecto investigativo que achei muito interessante.”

Entendendo a “visualização” como a “formação de uma representação interna a partir de uma representação externa, de tal modo que a essência e as relações temporais e espaciais características da representação externa são retidas” (Gilbert et al., 2010 *apud* Teruya et al., 2013, p. 561), torna-se clara a relevância de materiais concretos, como o *software* e as balas de goma (Figura 7 - (a) e (b), respectivamente), para a visualização de fenômenos que não são captados pela nossa visão, considerando sua importância, no contexto do ensino de Química, da construção de conhecimentos a partir do uso de modelos e representações mentais sem as quais os estudantes podem ter dificuldades de aprendizado (Justi & Gilbert, 2002 *apud* Teruya et al., 2013). Neste sentido, Silva (2022) ainda salienta que:

(...) também observa-se que a tarefa de tornar “visível” o invisível domínio submicro prescinde de representações visuais não para reduzir o pensamento dos estudantes ao nível do concreto e do sensível porque, ontologicamente, seus entes não são observáveis, mas para servirem como mediadoras da construção e da mobilização dos conceitos abstratos e complexos da Química por meio do processo de visualização (Silva, 2022, p. 89).

Figura 7 – Ênfase da manipulação e visualização proporcionadas pelas atividades.



Fonte: a) ChemCollective, 2023; b) Os autores, 2024.

Nota: atividades: a) captura de tela das concentrações e modelo de visualização de partículas fornecidas pelo laboratório virtual; b) modelos geométricos moleculares construídos com balas de goma.

CONCLUSÃO

Existem diversos fatores que culminam na baixa assiduidade dos estudantes ingressantes aos atendimentos de monitoria em Química Geral e seu desempenho e aprovação na disciplina. Algumas destas circunstâncias foram comentadas aqui, como as dificuldades oriundas do Ensino Médio, os impactos da pandemia de COVID-19 e as significativas mudanças de realidade enfrentadas pelos ingressantes ao adentrarem o Ensino Superior, o que reflete diretamente em sua organização, rotina e desempenho nas disciplinas.

Jamais presumindo sanar todas estas dificuldades e limitações, esse projeto de monitoria teve como objetivo estimular a participação dos alunos ingressantes nas monitorias de Química Geral, visando uma aprendizagem mais significativa através de seu protagonismo na realização das atividades investigativas propostas ao longo do semestre e conseqüente melhora no desempenho acadêmico. A avaliação dos estudantes e as taxas de frequência e aprovação na disciplina mostraram uma relação positiva de crescente frequência aos atendimentos da monitoria conforme o projeto se desenrolava, bem como a correlação entre o número de aprovados que frequentavam a monitoria no primeiro semestre letivo de 2023.

Considerando o exposto até aqui, observou-se que o ensino por investigação e o uso de softwares educacionais constituíram-se em ferramentas valiosas, que ao mesmo tempo estimularam o aprendizado e mobilizaram o pensamento para construção de conhecimentos mais sólidos. As possibilidades oriundas da utilização de ambientes virtuais e *softwares* educacionais também contribuem com o aprendizado dos conceitos químicos através da visualização e a manipulação das simulações diretamente pelos estudantes, priorizando o enfoque conceitual e qualitativo dos sistemas químicos para formação de bases mais sólidas que podem ser exploradas com maior rigor quantitativo em disciplinas mais avançadas do curso, como Química Analítica, em que os estudantes estarão mais maduros e familiarizados com a linguagem química (Bertotti, 2011).

Espera-se que esse trabalho provoque reflexões acerca da forma como o ensino de Química é conduzido em cursos introdutórios no Ensino Superior, suscitando discussões sobre novas possibilidades e propostas de ensino que estejam mais alinhadas à aprendizagem significativa de conceitos chave para o bom prosseguimento do curso e melhora no desempenho acadêmico dos ingressantes.

Contribuições dos Autores: Freitas, M. S.: concepção e desenho, aquisição de dados, análise e interpretação dos dados, redação do artigo, revisão crítica relevante do conteúdo intelectual; Yoneda, J.: concepção e desenho, aquisição de dados, análise e interpretação dos dados, redação do artigo, revisão crítica relevante do conteúdo intelectual. Todos os autores leram e aprovaram a versão final do manuscrito.

Aprovação Ética: Não aplicável.

Agradecimentos: À PROGRAD (UFF), pela concessão de bolsa do Programa de Monitoria.

REFERÊNCIAS

Barbosa, S. M. & Souza, N. S. (2021). Investigação Orientada por Argumentos no Ensino de Química de Nível Médio: uma proposta em cinética. *Química Nova na Escola*, 43(1), 74-85.

Bertotti, M. (2011). Dificuldades conceituais no aprendizado de equilíbrios químicos envolvendo reações ácido-base. *Química Nova*, 34(10), 1836-1839.

Borssoi, A. H., da Silva, A. A. P. & Ferruzzi, E. C. (2020). Ensino por investigação mediado por tecnologias digitais em aulas de matemática. *VIDYA*, 40 (1), 297-313.

Carneiro, A. M., Andrade, C. Y. & SAMPAIO, H. (org). (2022). Impactos da pandemia de COVID-19 no ensino superior: tendências e desafios. *Caderno de Pesquisa NEEP*, 92, 1-101.

Fiori, R. & Goi, M. E. J. (2021). Teoria de Vygotsky: reflexões sobre o uso do ambiente virtual de aprendizagem e da Resolução de Problemas no Ensino de Química. *Research, Society and Development*, 10(13), e507101321405.

Freire, P. (2019). *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra.

Machado, A. H.; Aragão, R. M. R. (1996). Como os estudantes concebem o estado de equilíbrio químico. *Química Nova na Escola*, 4, 18-20.

Maciel, R. G. et al. (2022). Transição do ensino médio para o ensino superior: uma análise sobre os fatores que influenciam no processo de aprendizagem. In: Dendasck, C., Dias, C. A. G. M. & Nassiri, R. Reflexões, proposições e desafios na construção do conhecimento acadêmico e científico no Brasil. 1ª ed. São Paulo: CPDT.

Mota, S. de A., Santana, B. dos S. & Costa, O. M. B. (2023). Concepções dos alunos da terceira série sobre a química e o cientista: um estudo qualitativo. *Revista De Estudos Em Educação E Diversidade - REED*, 4(11), 1-13.
<https://doi.org/10.22481/reed.v4i11.14048>

Nigre, M. A. C., Ramos, R. R. G., Huguenin, J. A. O., & Yoneda, J. (2022). Uso de Tecnologias Digitais em Projeto de Monitoria da Disciplina de Química Geral. *Revista Debates Em Ensino De Química*, 8(3), 204–217.
<https://doi.org/10.53003/redequim.v8i3.4793>

Paula, E. M. A. T. & Mendonça, F. W. (2018). *Psicologia do desenvolvimento*. 4. ed. Curitiba: IESDE.

Queiroz, S. L. (2001). A linguagem escrita nos cursos de graduação em Química. *Química Nova*, 24(1), 143-146.

Santos F.S. & Locatelli, S.W. (2021). Análise de pesquisas envolvendo equilíbrio químico -uma revisão das três primeiras edições do jalequim. *Revista Eletrônica Ludus Scientiae*, 5, 212-222.

Silva, A. J. P. da. (2022). Visualização em Química e temporalidade: um estudo de caso sobre práticas e percepções na formação inicial de professores. 314 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo. <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48136/tde-26042022-105756/en.php>

Silva, D. de L., Miranda, A. C. G. & FRANCO-PATROCÍNIO, D. de O. (2022). Equilíbrio químico: tendências do ensino e aprendizagem em publicações científicas a partir da análise de periódicos nacionais e internacionais, *Ciência e Natura*, 44, e53, 1-28.

Silva, J. F. M. & Yoneda, J. (2023). Melhorando a Aprendizagem de Química Geral a Partir do Uso de Jogos. *Cadernos de Docência e Inovação no Ensino Superior*, 2(2), 8-16.

Teruya, L. C. et al. (2013). Visualização no ensino de química: apontamentos para pesquisa e desenvolvimento de recursos educacionais. *Química Nova*, 36(4), 561-569.

Trindade, S.D., Correia, J.D. & Henriques, S. (2020). O ensino remoto emergencial na educação básica brasileira e portuguesa: a perspectiva dos docentes. *Revista Tempos e Espaços em Educação*, 13(32), e-14426.
<https://dx.doi.org/10.20952/revtee.v13i32.14426>

Yoneda J. D. & Huguenin, J. A. O. (2021). Sala de aula invertida no ensino remoto de Química Geral. *Revista Docência do Ensino Superior*, 11, e034550, 1-23. <https://doi.org/10.35699/2237-5864.2021.34550>

Zômpero, A. F. & Laburú, C. E. (2011). Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. *Revista Ensaio*, 13(3), 67-80.

Recebido: 6 de março de 2024 | **Aceito:** 22 de outubro de 2024 | **Publicado:** 19 de dezembro de 2024



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.