

EVENTO PORTAS ABERTAS: A ABORDAGEM POE COMO ESTRATÉGIA DE INTERAÇÃO E INVESTIGAÇÃO EM AÇÕES DE EXTENSÃO

PORRAS ABERTAS EVENT: THE POE APPROACH AS A STRATEGY FOR INTERACTION AND RESEARCH IN EXTENSION ACTIONS

Willian Axl Espindola  

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

 willian.espindola668@gmail.com

Isabel Conceição Brida  

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

 bel.brida@gmail.com

Laura Rodrigues Reischak de Oliveira  

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

 lauroliveira@gmail.com

Marisa Longo  

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

 nina.longoo@gmail.com

Carla Sirtori  

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

 carla.sirtori@ufsm.br

Camila Greff Passos  

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

 camila.passos@ufrgs.br

RESUMO: No evento de extensão Portas Abertas de 2024, no Instituto de Química, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, foram realizadas atividades experimentais investigativas, como experimentos da cianotipia e aquarela do repolho roxo, sendo estas atividades focadas na temática cor, em que se utilizou o método POE para fomentar a interação entre os participantes, assim como a compreensão conceitual dos experimentos desenvolvidos durante a ação de extensão. Com o objetivo de identificar tal interação, foi elaborado um instrumento de coleta de dados para registro dos apontamentos dos participantes sobre os experimentos, considerando as etapas do POE (Prever, Observar e Explicar). Ao todo, 48 participantes realizaram apontamentos sobre as atividades experimentais desenvolvidas. Essa atividade de extensão foi ministrada por oito licenciandos do curso de Química da Universidade. Com a análise descritiva realizada nos registros produzidos pelos visitantes, verificaram-se potencialidades do uso de experimentos que envolvem a mudança de cor em ações de extensão, para favorecer a interação dos participantes com os licenciandos, com a possibilidade de investigação com a elaboração de hipóteses, registro de dados observados e da análise destes dados sobre os experimentos, em contraponto com a mediação realizada por parte dos licenciandos, a partir das previsões, curiosidades e conhecimentos espontâneos dos participantes. Assim, buscou-se integrar as relações entre os níveis macroscópico, submicroscópico e simbólico, além de possibilitar reflexões e fomentar discussões sobre o espaço acadêmico e as características do curso de licenciatura em Química.

PALAVRAS-CHAVE: Ação extensionista. Atividades experimentais investigativas. Cor.

ABSTRACT: At the 2024 Portas Abertas annual extension event, at the Institute of Chemistry of a Federal University of Rio Grande do Sul, investigative experimental activities were carried out, such as cyanotype

experiments and red cabbage watercolor painting. These activities focused on the theme of color and used the POE (Predict, Observe, Explain) method to encourage interaction among participants, as well as to promote conceptual understanding of the experiments developed during the outreach action. In order to identify this interaction, a data collection instrument was developed to record participants' notes about the experiments, taking into account their records for each stage of the POE (Predict, Observe, and Explain). In total, 48 participants made entries regarding the experimental activities. This extension activity was taught by eight undergraduate students from the Chemistry course at the University. A descriptive analysis of the records produced by the visitors revealed the potential of using color-changing experiments in outreach actions to enhance participant interaction with the student instructors. This also allowed for scientific inquiry through the development of hypotheses, recording of observed data, and analysis of this data in relation to the mediation provided by the student instructors, based on participants' predictions, curiosities, and spontaneous knowledge. Thus, the initiative sought to integrate the macroscopic, submicroscopic, and symbolic levels, while also encouraging reflection and stimulating discussions about the academic environment and the characteristics of the Chemistry teaching degree program.

KEY WORDS: Extension action. Experimental investigative activities. Color.

Introdução

Nas últimas décadas, a experimentação é descrita na literatura como sendo uma importante abordagem para o Ensino de Ciências, visto que favorece o aprendizado de conceitos, procedimentos e habilidades (Gonçalves & Goi, 2022). A literatura destaca o interesse dos alunos por atividades experimentais, além de relatos de professores que acreditam na sua relevância como abordagem para incitar a aprendizagem nas aulas de Química (Giordan, 1999, Kraisig & Braibante, 2019).

Entretanto, as aulas de Química no Ensino Médio vêm sendo desenvolvidas de maneira predominantemente teórica. As atividades experimentais não são frequentes e muitas vezes caracterizam a Ciência como neutra, objetiva e empírica, por apresentarem um perfil de verificação ou ilustração de teorias, leis e/ou fenômenos (Barboza *et al.*, 2021). Segundo Santos e Menezes (2020), os principais entraves da experimentação no Ensino de Ciências são: a visão simplista do seu potencial pedagógico; a dicotomia teoria/prática; a falta de estrutura adequada para sua realização, além das lacunas na formação docente e o desinteresse dos alunos em participar das ações propostas. A literatura da área de Ensino de Química destaca que aprender Ciência é ir além dos conteúdos conceituais, considerando uma abordagem que leve o estudante a construir aprendizados e solucionar problemas, dentro de uma perspectiva cidadã (Suart *et al.*, 2010). Assim, a experimentação pode ser trabalhada de várias formas no ensino, estando diretamente relacionada com os objetivos do professor e sua concepção teórica sobre o processo de ensino e aprendizagem de ciências.

Para Santos e Menezes (2020), as atividades experimentais são classificadas em experimentação demonstrativa, experimentação de verificação (estas compreendem a experimentação tradicional) e experimentação por investigação (que se refere à experimentação inovadora). A experimentação tradicional é vista como aquela em que os alunos são limitados a roteiros ou à mera observação dos fenômenos experimentados, embora esse tipo de prática possa contribuir para despertar o interesse dos alunos pela química, valorizando aspectos como ilustração, demonstração, manipulação de materiais e comprovação de teorias (Santos & Menezes, 2020). De acordo com Brito *et al.* (2021), a experimentação por investigação intenciona superar a visão mecânica das aulas experimentais, que seguem roteiros de maneira sequencial e sem uma aprendizagem significativa, já que se apresenta uma situação problema para instigar os estudantes a buscarem uma solução.

Nesse contexto, uma possibilidade de abordagem é com as atividades experimentais investigativas, as quais tornam as atividades mais dinâmicas e pedagogicamente mais construtivas, contribuindo para o aprendizado dos estudantes. A realização deste tipo de atividade experimental, em especial que envolva a mudança de cor, a expansão de volume ou explosões, desperta a curiosidade nos estudantes (Gama *et al.*, 2017, Liporace *et al.*, 2017).

A abordagem da temática Cor nas aulas constitui uma proposta versátil para o ensino de Química, visto que o conhecimento sobre a relação entre as cores e os compostos químicos que as originam serve para explicar uma extensa gama de fenômenos e materiais do nosso dia a dia (Barboza *et al.*, 2021). Assim, proporciona a contextualização dos conceitos científicos, podendo-se favorecer as relações entre os níveis macroscópico, submicroscópico e simbólico (Kraisig & Braibante, 2019).

Existem diversos trabalhos na literatura que abordam o tema cor no ensino de Química, uma vez que essa temática ajuda a despertar o interesse pela ciência. Santos (2016) utilizou a técnica da Cianotipia, uma prática bem simples que produz imagens fotográficas, com intuito de tornar a aula mais atrativa e estudar conceitos referentes a luz, cor, reação de oxirredução etc. Gracetto *et al.* (2006) apresentaram uma proposta simples para se obter chamas de duração prolongada, de execução fácil e barata, muito útil para a realização de testes de chamas de cátions. Devido à presença de alguns cátions em estado excitado, foi possível verificar a coloração típica das chamas. Cunha e Lima (2021) mostraram um panorama geral das publicações sobre o uso do repolho roxo no ensino de Química. A maioria dos trabalhos apresentou o repolho roxo como indicador ácido-base (64%), em substituição a indicadores comerciais.

Diante do contexto das Instituições de Ensino Superior, há um movimento crescente no oferecimento de atividades de extensão, incluindo as que envolvem atividades experimentais e com a temática Cor (Autores *et al.*, 2020; Teixeira *et al.*, 2021). Dentre as ações de extensão que ocorrem em uma Universidade Federal do Rio Grande do Sul, destaca-se o evento Portas Abertas. O evento Portas Abertas é realizado anualmente, desde 2003, em todos os *campi* da Universidade. O evento tem por finalidade favorecer o contato dos visitantes (vestibulandos e a comunidade em geral) com a Universidade, além da integração com a comunidade por meio da apresentação das atividades de ensino, pesquisa e extensão (Universidade, 2024).

Uma das atividades que é oferecida no Instituto de Química da Universidade nos eventos desta natureza é a “Atividade Magia ou Ciência”. Esta atividade é oferecida desde 2018 pelos estudantes do curso de Licenciatura em Química que estão cursando os estágios de docência no Instituto de Química. Desta forma, são selecionados experimentos que permitam a visualização de fenômenos, para favorecer a discussão entre teorias, representações e efeitos visuais, como a mudança de cor, para discutir com os visitantes sobre os conhecimentos químicos em nível de educação básica, além dos aspectos relacionados ao curso de Licenciatura e as formas de ingresso na Universidade (Autores *et al.*, 2020).

Neste ano, foram desenvolvidas atividades experimentais a partir da estratégia Predizer-Observar-Explicar (POE), como forma de aproximar os experimentos de uma abordagem investigativa e para fomentar a interação entre os visitantes e os licenciandos. Dessa forma, este trabalho tem o objetivo de relatar e analisar as potencialidades da utilização da abordagem POE para atividades experimentais de Química, ao longo do evento Portas Abertas de 2024. Para tal, foi utilizado um instrumento de coleta de dados que foi validado ao longo deste estudo, a fim de ser implementado em ações de pesquisa e extensão futuras sobre a abordagem POE e atividades experimentais investigativas que envolvam a temática Cor. Ademais, foi realizado um levantamento de opinião com os licenciandos que desenvolveram as atividades experimentais no evento, após momentos de formação sobre a POE e atividades experimentais investigativas, sobre as potencialidades e limitações do conjunto de atividades.

Fundamentação Teórica

Estudos apontam que as atividades investigativas contribuem para o desenvolvimento e a ampliação de habilidades cognitivas de mais alta ordem (Suart *et al.*, 2010; Longo, 2023). Segundo Barboza *et al.* (2021), o conhecimento é construído mediante a participação ativa do aluno em atividades que promovem o desenvolvimento de habilidades cognitivas, tais como: levantar hipóteses, formular questões, resolver problemas, tomar decisões e pensamento crítico.

A compreensão de conceitos e resolução de atividades investigativas pode requerer do aluno diversos graus de demandas cognitivas, que podem aparecer em processos mais complexos, como os de análise e reflexão ou processos mais simplificados, como o de trabalhar com algoritmos ou memorização (Suart *et al.*, 2010). Assim, o professor ao elaborar/selecionar exercícios, problemas ou atividades experimentais precisa observar as demandas cognitivas e identificá-las, para a melhor análise da resolução proposta pelos alunos (Longo, 2023).

Duschl (2008) propôs um equilíbrio entre os objetivos de aprendizagem relacionados aos domínios conceitual, epistêmico e social do conhecimento científico. O domínio conceitual está relacionado às explicações científicas sobre o mundo natural e o corpo de conhecimentos que representa tais explicações. O domínio epistêmico está relacionado ao uso de critérios epistêmicos que a comunidade científica utiliza para construir o conhecimento. O domínio social, por fim, está relacionado às oportunidades de compreender processos e contextos que dão forma aos modos como o conhecimento científico é comunicado, representado, argumentado e debatido. Segundo Sasseron (2018), uma potencial alternativa para promover um trabalho integrado entre os três domínios do conhecimento científico é o ensino de Ciências por investigação.

Dessa forma, uma possibilidade de abordagem inclui atividades experimentais investigativas, as quais tornam as atividades mais dinâmicas e pedagogicamente mais construtivas (se bem planejadas e bem conduzidas), contribuindo para o aprendizado dos estudantes/participantes. Por isso, o estudante deve estar engajado intelectualmente na atividade, e não apenas realizar um trabalho de manipulação de vidrarias (Sasseron, 2018). Portanto, conforme Barboza *et al.* (2021), o estudante é desafiado a mobilizar o seu conhecimento prévio e formular uma estratégia, individual ou em pequenos grupos, para resolver problemas cotidianos utilizando a cultura científica.

O uso da abordagem Predizer-Observar-Explicar (POE) pode contribuir para a organização didática das atividades experimentais investigativas. Para Tahir (2020), o caráter investigativo da POE permite que os alunos sejam estimulados a assumirem uma postura ativa, o que pode favorecer o processo de ensino e aprendizagem.

Segundo Hilário (2015), em 1979, Champagne, Klopfer e Anderson foram os primeiros a projetar a estratégia 'demonstrar-observar-explicar' (DOE) para sondar o pensamento de alunos do primeiro ano de física na Universidade de Pittsburgh. Em 1981, Gunstone e White reformularam a ideia de 'DOE' em 'POE'. Inicialmente, a abordagem POE era utilizada como teste para a avaliação prévia dos conhecimentos. A estratégia objetiva que os participantes externalizem de forma eficiente suas ideias por meio de previsões do resultado de uma demonstração ou da execução de determinada atividade, discutindo as razões de suas previsões, observando a execução e, por fim, explicando quaisquer discrepâncias entre suas previsões e observações (Brito *et al.*, 2021; Hilário, 2015).

De acordo com Hilário (2015), a estratégia de ensino POE exige que os alunos/participantes realizem três tarefas: primeiro, eles devem prever o resultado de algum evento e justificar sua previsão; segundo, os alunos precisam descrever o que veem acontecendo; terceiro, eles devem reconciliar qualquer conflito entre previsão e observação. Além disso, a abordagem POE faz com que os alunos apliquem seu conhecimento para raciocinar uma resposta, e, neste processo, a sua compreensão é revelada (Chin, 2001). Ainda, existe outra variável, que é o "explorar", o que dá origem a um novo nome, tendo por base o Prever-Observar-Explicar-Explorar (POEE). O experimento é então realizado e as observações feitas pelos alunos são sondadas. Quando as previsões e observações são inconsistentes entre si, as explicações dos alunos são exploradas (Hilário, 2015).

A abordagem POE tem sido empregada na condução de atividades experimentais para o ensino de diferentes áreas (Brito *et al.*, 2021), como no ensino focado em atividades experimentais para os conteúdos de biomoléculas (Bilen *et al.*, 2016) e para conceitos físicos como a primeira lei da termodinâmica (Souza e Ribeiro, 2024). Embora a POE seja bem pesquisada, poucos estudos investigaram o seu uso no diagnóstico da compreensão dos alunos sobre conceitos de Química.

Mthembu (2001) usou a POE para melhorar a compreensão dos alunos sobre reação redox. Liew (2004) investigou a eficácia da POE no diagnóstico da compreensão dos alunos, usando tarefas relacionadas ao calor e à expansão da água, à solubilidade do sal e à potência de globos de luz. Ipek *et al.* (2010) investigaram a compreensão dos alunos sobre solubilidade, dissolução e o efeito do tipo de substância na solubilidade (Sesen, 2013).

No contexto da utilização de simuladores computacionais sobre o conteúdo de Cinética Química, com a abordagem POE como suporte para melhorar a compreensão dos estudantes de uma escola secundária, Jere e Mpeta (2024) verificaram que os estudantes conseguiram definir propriamente o conceito de tempo de reação após o uso das simulações com o auxílio do POE. Segundo os autores, a resolução de problemas reflete o entendimento conceitual depois do uso das simulações computacionais (Jere e Mpeta, 2024). De conclusão, o estudo demonstrou que as simulações computacionais, junto com o POE, auxiliam os estudantes na construção de entendimento conceitual de conceitos fundamentais para a cinética química (Jere e Mpeta, 2024).

Na Indonésia, um estudo buscou investigar o potencial de eficácia da aprendizagem baseada em problemas (ABP), do POE e da junção de ambas (ABPPOE), para verificar as habilidades de solução de problemas e as crenças sobre si mesmo no conteúdo de Biologia (Fitriani *et al.*, 2020). Os resultados mostraram que a combinação de POE com a ABP tem um efeito significativo positivo na resolução de problemas dos estudantes. O estudo provou que a orientação do problema permitiu que os estudantes compreendessem questões relacionadas aos conteúdos, pois as mesmas questões foram formuladas para que os estudantes pudessem construir seu conhecimento a partir da identificação e resolução posterior dos problemas. Diferentemente da POE, a ABPPOE permite a construção do problema, enquanto na POE o problema é introduzido pelo professor (Fitriani *et al.*, 2020). O estudo concluiu que a ABP, a POE e a combinação de ambas as abordagens possuem um efeito significativo para os estudantes de Ensino Médio na questão de desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas e crenças sobre si mesmos (Fitriani *et al.*, 2020).

Percorso Metodológico

A presente pesquisa de abordagem qualitativa caracteriza-se, segundo Moreira (2002), com seis aspectos importantes, tais como: a interpretação dos próprios participantes da pesquisa; a subjetividade, ou seja, a perspectiva sobre estas informações tida pelos entrevistados; a versatilidade na condução do estudo; o interesse pela ação que o estudo terá; o contexto inerente à formação das pessoas; o reconhecimento de que a pesquisa tem persuasão sobre determinado estudo; e a observação de o pesquisador ter ou não influência.

Dessa forma, este estudo contemplará a análise da contribuição de uma ação extensionista a partir de atividades experimentais investigativas, inter-relacionando a Química com a temática Cor. Para tal, foram selecionadas atividades experimentais que apresentassem um potencial educativo em diversos aspectos do conhecimento científico: o desenvolvimento de práticas investigativas com a coleta e reflexão de dados, a interação entre os participantes, a construção coletiva de conhecimentos, assim como a comunicação e discussão dos resultados, a partir da temática Cor, como a Cianotipia (Manual do Mundo, 2014) e a Aquarela do Repolho Roxo (Cunha & Lima, 2021). A abordagem Predizer-Observar-Explicar (POE) teve como objetivo favorecer a interação entre licenciandos e os visitantes, registro de suas hipóteses e curiosidades, por meio da previsão e explicação de resultados durante a realização das atividades experimentais.

Dessa forma, com o intuito de analisar as potencialidades da abordagem POE, elaborou-se um instrumento de coleta de dados para ser utilizado no evento de extensão Portas Abertas 2024, que consiste em um quadro com três perguntas relacionadas às etapas da POE, sendo elas:

- Predizer: “depois da apresentação sobre o experimento, fale brevemente o que tu esperas que aconteça no experimento?”

- Observar: “durante a atividade, anote as observações que você achou pertinente sobre o que aconteceu.”
- Explicar: “conforme o que foi anotado anteriormente, explique o que aconteceu comparando com o que tu esperavas que acontecesse no experimento.”

O instrumento utilizado foi preenchido com auxílio dos licenciados que atuaram como moderadores dos experimentos, devido ao frequente ciclo de pessoas que transitavam entre os espaços do evento. O instrumento foi respondido por grupos de pessoas que entravam no laboratório em cada sessão da atividade Magia ou Ciência. Cada sessão contou com a presença de até oito visitantes. No total, foram 48 participantes entre as 13 sessões oferecidas, com duração de aproximadamente 30 minutos cada, tempo médio que os visitantes levaram para participar dos experimentos. Destaca-se que o uso do instrumento no evento Portas Abertas compõe a etapa de validação do mesmo (Marconi & Lakatos, 2003), para ser implementado em projetos de pesquisa sobre ações de extensão futuras que envolvam a POE e atividades experimentais com a temática Cor.

Neste trabalho, serão abordados os resultados construídos com as três questões relacionadas ao POE, assim como as impressões dos oito licenciandos que desenvolveram as atividades experimentais da ação de extensão. Os licenciandos vivenciaram momentos de discussão e estudos teóricos sobre a abordagem POE, experimentação investigativa, assim como sobre os experimentos desenvolvidos ao longo das aulas de estágio de docência da Licenciatura em Química da Universidade. Para tal, foi elaborado um questionário para identificar as percepções dos licenciandos, conforme o Quadro 1.

Quadro 1: Questionário Final sobre a Abordagem POE.

1. Qual a contribuição da ação extensionista para sua formação profissional?
2. Quais vantagens e desvantagens do uso da abordagem investigativa POE nas atividades experimentais? Cite e explique essas vantagens e/ou desvantagens.
3. Assinale a(s) alternativa(s) sobre o momento de formação prévio ao evento Portas Abertas: <input type="checkbox"/> Contribuiu para o êxito das atividades realizadas na ação de extensão. <input type="checkbox"/> Não contribuiu para o êxito das atividades realizadas na ação de extensão. <input type="checkbox"/> Contribuiu para eu conhecer o método POE. <input type="checkbox"/> Contribuiu para eu conhecer sobre cianotipia. <input type="checkbox"/> Contribuiu para eu conhecer sobre indicadores naturais. <input type="checkbox"/> Contribuiu para eu conhecer sobre o teste de chama.
4. Quais as dificuldades enfrentadas ao longo da ação de extensão?
5. Indique comentários e sugestões para o curso de formação.

Fonte: Elaborado pelos autores.

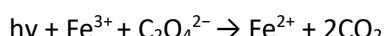
A análise do conjunto de dados seguirá abordagem qualitativa descritiva (Marconi & Lakatos, 2003). Os participantes (visitantes e licenciandos) concordaram em participar da pesquisa de opinião, visto que as questões éticas foram respeitadas, como o voluntariado na participação, garantia de anonimato das identidades e apresentação dos objetivos acadêmicos das atividades.

Resultados e Discussão

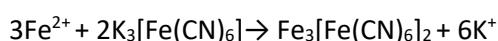
O público que participou das duas atividades experimentais analisadas neste trabalho possuía diversos níveis de escolaridade, desde o público do Ensino Infantil até estudantes de Graduação,

sendo os respondentes do instrumento de pesquisa: Ensino Médio (21), Graduação (11), Ensino Fundamental (14), um de Ensino Técnico e um formado em Graduação.

Uma das atividades experimentais realizadas foi a cianotipia. A cianotipia trata-se de uma reação fotoquímica de oxidação-redução entre os sais férricos com o ácido oxálico. Os sais férricos mais usuais para a preparação da solução é o nitrato férrico — $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ — e o ferricianeto de potássio — $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ — devido à sua característica comum: serem fotossensíveis. Com isso, a radiação ultravioleta proveniente de fontes de iluminação provoca reações químicas que originam o pigmento azul (Ware, 2014). Ocorre primeiramente a formação do complexo ferroso, em que o nitrato férrico reage com o ácido oxálico, reduzindo o ferro (III) a ferro (II), quando a solução entra em contato com a radiação ultravioleta:



Depois, ocorre a formação do azul da Prússia, em que o ferro (II) formado reage com o ferricianeto de potássio para formar o pigmento azul:



O produto final é o azul-da-prússia ($\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$), o qual origina a cor característica das impressões feitas pela cianotipia. Destaca-se que o azul-da-prússia pode ser resultado de diversos tipos de sais férricos, a partir de diferentes processos de produção devido a essa diversidade de sais que o originaram, assim como os tipos de azul-da-prússia (Ware, 2014).

A seguir, apresentam-se os dados obtidos no formato de um quadro analítico, com a indicação das respostas apontadas pelos visitantes para a atividade experimental Cianotipia (Quadro 2).

Quadro 2: Dados da Cianotipia.

Grupo	Predizer	Observar	Explicar
1	Achamos que vai virar uma foto, vai marcar na folha.	Não tem.	Ficou marcado o objeto.
2	Que mude de cor e que o objeto absorva, dependendo do material.	Se misture do líquido do papel.	Absorver o líquido (iria pra baixo do objeto). Volta a ficar azul (se tirar o objeto). Deixar o objeto ficar pra sempre sobre.
3	Que fique azul e ocorra a reação de óxido redução.	Observar antes para a análise final estar correta.	Em contato com a luz solar, colore. Azular (vai ficar azul com a luz). Não entrar em contato com a luz para não azular.
4	Que mude de cor onde o objeto não está. Vai ficar a marca do objeto.	Na hora de gotejar, para que o experimento ocorresse de forma certa e explicação feita.	O que não reagiu ficou amarelo e o que reagiu ficou azul, a parte amarela para conservar deve dobrar.
5	Que mude de cor e fique com a imagem refletida. Reação redox aconteça.	Espalhamento do líquido, achou interessante (cor verde).	Verde para azul, oxirredução.

6	Vai ficar refletido o objeto.	Achou que ao gotejar seria a mesma cor.	Tem a ver com a luz, sobre o objeto não reage.
7	Vai criar a coloração ciano.	Na hora irá gotejar (verde), acha que vai mudar de cor.	Tava verde e mudou para azul. As bordas ficaram mais coradas. Ao tirar o objeto, se manteria a cor.
8	Vai ficar azul.	O porquê de mexer (espalhar) o líquido no papel.	Cores diferentes devido à luz (verde -> azul).
9	Que o objeto forme uma imagem e vai ficar azul, mudando de cor.	A quantidade para eles foi importante para o experimento ocorrer.	Formou uma imagem do objeto.
10	Que a imagem fique refletida, tons mais claros.	O líquido do frasco (a cor e não tem cheiro). As gotas tocando no papel e espalhando-se.	Foi igual ao esperado (a imagem ficou refletida).
11	Espera que a imagem fique refletida no papel. E que o papel fique azul.	Em contato com o papel já mudou de cor. Gostou do aspecto das gotas no papel.	-
12	Eles esperam que dê para visualizar a imagem.	Ela não esperava que o pigmento verde se espalhasse da forma que se espalhou.	Deu para observar a imagem bem nítida.
13	Acham que vai virar uma foto, vai marcar na folha.	Elas surpreenderam com a cor.	Elas esperavam a mesma coisa, que ficaria azul e ficou, além de refletida a imagem. A chave ficou mais marcada e a tampa da caneta ficou borrada.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Para a cianotipia, os dados obtidos pelos participantes do evento (Quadro 2) demonstram que, na previsão, após a apresentação inicial do experimento, a maioria compreendeu o resultado que iria acontecer, porém sem a profundidade de relacionar com os conceitos científicos apresentados durante o experimento, pois apenas um grupo (um estudante de Ensino Fundamental e outro estudante de Técnico em Química) citou que a reação envolvida era uma reação de oxirredução.

Quanto à observação, nota-se a possibilidade de desenvolvimento de outros conceitos que envolvem a química (solubilidade, mudança de cor etc.), além dos relacionados às reações de oxirredução envolvidas na cianotipia. Também se percebe que a metade dos grupos cita a mudança de cor como sendo a observação frequente, uma menor parcela dos grupos (cinco grupos) cita a interação do papel com a solução, evidenciando que o papel tem impacto no resultado da cianotipia.

Por fim, na explicação, uma minoria dos grupos (três grupos) cita a luz como o principal fator determinante para o resultado da cor e a intensidade do pigmento. Brito et al. (2021) destacam que é no momento da explicação que há o conflito cognitivo entre a previsão e a explicação, fato que possibilita o desenvolvimento da aprendizagem. Verificou-se que a abordagem de perfil

investigativo favoreceu a mediação dos conceitos científicos sobre a reação redox envolvida na cianotipia, a partir das relações entre os níveis macroscópico, submicroscópico e simbólico, no decorrer da realização dos experimentos e com as etapas da POE, como defendido pela literatura da área (Kraisig & Braibante, 2019).

A outra atividade experimental desenvolvida foi a Aquarela do Repolho Roxo. A atividade de Aquarela do Repolho Roxo trata-se de um experimento em que o pigmento violeta e azul (antocianina) presente no repolho roxo apresentam cores diferentes de acordo com o valor do pH do meio, assim, sendo utilizados como um indicador natural de pH, muito empregados para o estudo da escala de pH e para exemplificar a questão de titulação ácido-base (Cunha & Lima, 2021). Para o experimento utilizado na atividade da aquarela, inicialmente, prepare-se uma solução de repolho roxo, que é aplicada em um papel próprio para desenho, e espera-se secar. Depois, conforme se pincela certos tipos de soluções (ácido cítrico, vinagre etc.), surgem, como resultado, cores diferentes devido à variação de pH que estas soluções ocasionam na solução de repolho roxo (Flower Power, 2019).

A seguir, apresentam-se os dados referentes à aquarela de repolho roxo (Quadro 3).

Quadro 3: Dados da Aquarela de Repolho Roxo.

Grupo	Predizer	Observar	Explicar
1	Mudança de cor verde -> ácido.	Mudança de cor rosa -> HCl.	Mudança de pH.
2	Tira a cor, raspa cor, colorir.	Mudando de cor sabão -> verde (básico), vinagre -> rosa (ácido).	Mudança de cor com o meio ácido e básico.
3	Vai mudar de cor, cores esperadas: branco, azul (mais básico).	Está reagindo, o ácido ficou rosa. Bicarbonato ficou azul/verde. NaOH amarelo.	Variação de pH.
4	Vai mudar a cor, cores esperadas: mais claras (sabão), ex. rosa; mais escuras (vinagre), ex. roxo para azul.	Sabão (esverdeado), vinagre não era esperado a cor rosa.	Trocaram as cores ácida -> rosa, básica -> verde.
5	Mudança de cor, vai aparecer um rosa.	As cores se transformam revelando a cor mais ácida (mais amarelo) = cores mais fortes.	Mudança nas cores pela variação de pH.
6	Mistura de cores, vai aparecer roxo.	As cores estão mudando quando passam no papel.	Sabão mais básico. Mudou a cor.
7	Mudança de cor: roxo, azul, verde.	Esperavam outras cores.	Mudança de cor com variação do pH.
8	Mais ácido -> mais roxo, mais básico -> verde	Cada substância mudou de cor.	Mudança de cor.
9	Vai mudar a cor dependendo da substância.	-	Os compostos mais ácidos: cor mais próxima do rosa. Os compostos mais básicos: cor

			mais próxima do amarelo.
10	Mudança de cor.	Mudou de cor, relacionaram com a escala do pH.	-

Fonte: Elaborado pelos autores.

Para a aquarela do repolho roxo, os dados apresentados no quadro analítico (Quadro 3) demonstram que, na previsão, após a explicação inicial do experimento, a totalidade dos grupos cita a mudança de cor e uma parcela (três grupos) cita a mudança de cor ocasionada pela acidez ou basicidade da solução utilizada.

Quanto à observação, a totalidade dos participantes observou a ocorrência da mudança de cor e outros grupos (quatro grupos) mencionaram que as soluções envolvidas no experimento (ex. sabão e bicarbonato de sódio, vinagre e NaOH) mudaram de cor quando em contato com a solução de repolho roxo, e um grupo indicou sobre a escala de pH, de acordo com a cor obtida. Por fim, na explicação, uma parcela menciona a variação do pH, provavelmente devido ao fato de a solução ter ficado mais ácida ou mais básica, gerando uma coloração mais ou menos intensa no papel. A totalidade destes grupos cita a mudança de cor.

Neste segundo experimento, houve maior participação dos visitantes, o que pode ser explicado pela considerável difusão do uso do repolho roxo como indicador ácido-base (Cunha & Lima, 2021). Também cabe citar que dois grupos indicaram que nunca tinham ido a um laboratório, o que salienta a importância de ocorrerem eventos de extensão desta magnitude para fomentar a possibilidade de interação dos visitantes com o ambiente acadêmico, e práticas desenvolvidas neste contexto extensionistas, a fim de que os graduandos tenham contato com a comunidade em geral.

Percepções dos Licenciandos

Com o questionário sobre as percepções dos licenciandos, verificou-se que os oito respondentes mencionaram que a vivência da ação extensionista contribuiu para sua formação profissional, pois está diretamente relacionada com a possibilidade de conectar a teoria com a prática, considerando que, na parte teórica, os participantes estudaram sobre a abordagem POE e as atividades experimentais investigativas. Além disso, a ação estimula o trabalho em equipe e permitir a interação com o público de idades variadas, assim como permite que os participantes aprendam a lidar com um público externo à universidade.

Os licenciandos mencionaram como vantagens da abordagem do POE, nas atividades experimentais, o favorecimento da compreensão dos participantes em relação ao conteúdo, a oportunidade de formular hipóteses sobre o experimento, possibilitando uma participação ativa dos participantes e a busca por aproximar as percepções dos estudantes com as teorias e representações das reações visualizadas. Para a formação, a maioria dos respondentes considera que a atividade contribuiu para conhecer a abordagem POE e alguns indicadores naturais. Também mencionaram que o momento de formação prévia contribuiu para conhecer sobre a cianotipia e para o êxito da ação extensionista. Quanto às dificuldades enfrentadas na ação, relataram que o contexto afetou a ação, por ter um grande fluxo de participantes, o que gerou dificuldade na coleta de dados e na elaboração de hipóteses. Nesse sentido, sugeriram que o uso de um formulário on-line facilitaria na coleta de dados.

Os licenciandos ainda indicaram que foi uma experiência significativa, por ser possível perceber o interesse dos participantes nas atividades da ação extensionista com atividades que envolvam

mudança de cor. Também sugeriram adequações na execução das atividades futuras, apontando que o momento de formação do qual participaram deveria ter sido oferecido antes do estágio de docência com regência de classe, por ser uma abordagem pedagógica interessante de ser utilizada em sala de aula.

O Plano Nacional de Educação (PNE) propõe a curricularização da extensão em sua meta 12.7, determinando que seja creditado, no currículo dos cursos de graduação, no mínimo 10% do total de créditos curriculares em programas e projetos de extensão universitária (Lupatini *et al.*, 2022). Essa perspectiva abre caminho para incorporar ações extensionistas educativas na área das Ciências e Química focadas na experimentação investigativa, como a descrita neste estudo.

Em muitos casos, a extensão universitária foi assumida como prestação de serviços de caráter assistencial ou mercantil. Numerosas Instituições de Educação Superior (IES) vêm construindo consensos em busca da superação da tradição assistencialista e produzindo conhecimento acadêmico e científico de alto nível em favor dos cidadãos (Gadotti, 2017). A LDB de 1996 (Lei 9.394/96), de acordo com o preceito constitucional de 1988, reforça o princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão. Entretanto, a práxis extensionista continua sendo desvinculada da função acadêmica, como curso não regular, serviço e prestação de serviço, responsabilidade social ou como ação política (Assumpção & Leonardi, 2016). Considera-se que estudos da natureza do relatado neste trabalho possam colaborar para a difusão de um maior número de investigações sobre ações extensionistas e suas potencialidades.

Considerações Finais

Por meio da atividade do evento de extensão Portas Abertas, pôde-se validar o instrumento de coleta de dados sobre o uso do método POE como abordagem investigativa dos experimentos desenvolvidos, assim como apontamentos sobre as potencialidades das atividades que envolvem cor, como a Cianotipia e a Aquarela do repolho roxo. Observa-se que os experimentos e as perguntas do instrumento incitam a reflexão sobre os conhecimentos científicos necessários para compreensão dos fenômenos visualizados, possibilitando aos visitantes maior interação com os licenciandos no desenvolvimento das atividades. Compreende-se que a abordagem POE favoreceu a interação pelo número de respostas correspondentes às previsões, observações e explicações apresentadas, assim como pela coerência conceitual que foram utilizadas pelos participantes. Ademais, possibilitam ações investigativas futuras para responder aos questionamentos e reflexões levantados ao longo dos experimentos. A abordagem POE também se destacou por ser versátil, pois o tempo de permanência dos grupos no ambiente em que os experimentos foram realizados foi curto, comparado a outras abordagens investigativas que envolvem etapas prévias ou posteriores para sua efetivação, como a Resolução de Problemas (Longo, 2023).

Notou-se que os dados indicam que ações de extensão que envolvam a interação entre o ambiente acadêmico e comunidade em geral contribuem para que esses estudantes/visitantes conheçam e compreendam mais o que é produzido nas IES, como o caso dos visitantes que descreveram que nunca tiveram acesso a um laboratório de Química. Há, assim, uma democratização do conhecimento e do espaço universitário. Ademais, os licenciandos que atuaram na condução das atividades experimentais investigativas destacaram contribuições para sua formação profissional, assim como potencialidades da abordagem POE para o processo de ensino e aprendizagem dos conceitos científicos, discutidos nos experimentos da cianotipia e aquarela do repolho roxo.

Referências

- Assumpção, R., & Leonardi, F. (2016). Educação popular na universidade, uma construção a partir das contradições, reflexões e vivências, a partir do PET (Programa de Educação Tutorial) educação

popular da UNIFESP-Baixada Santista. *Revista e-Currículum*, 14(2), 437-462. *Ciências*, 18(2), 327-346.

Autores (2020). Suprimida para evitar a identificação.

Barboza, D. A., Merlo, A. A., & Pazinato, M. S. (2021). Plano Orientador “Grupos Cromóforos e sua Relação com a Cor”: produto Educacional para uma abordagem experimental investigativa da Química Orgânica no Ensino Médio. *Rev. Virtual Quím.*, 13(3), 650-660.

Bilen, K., Özal, M., & Köse, S. (2016). Using action research based on predict-observe-explain strategy for teaching enzymes. *Turkish Journal of Education*, 5(2), 72-81.

Brito, R. da C., Czolpinski, A. de L., Vaz, A., & Raupp, D. T. (2021). Reações químicas na cozinha: o uso do Google Sala de Aula na realização de experimentos investigativos fundamentados na técnica Predizer-Observar-Explicar. *Revista Prática Docente*, 6(3), 1-16.

Chin, C. (2001). Eliciting students' ideas and understanding in science: diagnostic assessment strategies for teachers. *Teach. Learn.*, 21 (2), 72-85.

Cunha, M. B. da, & Lima, F. O. (2021). A saga do repolho roxo no ensino de química. *Quím. Nova Esc.*, 43(3), 295-304.

Duschl, R. A (2008). Educação científica em harmonia de três partes: equilibrando conceitos, objetivos de aprendizagem epistêmicos e sociais. *Revisão de Pesquisa em Educação*, 32, 268-291.

Fitriani, A., Zubaidah, S., Susilo. H., Al Muhdhar, M. H. I. (2020). The Effects of Integrated Problem-Based Learning, Predict, Observe, Explain on Problem-Solving Skills and Self-Efficacy. *Eurasian Journal of Educational Research*, 85, 45-64.

Flower Power. (2019). Cores naturais 4 - pintar com repolho roxo. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=hEvkXca7onI>

Gama, E. G., Silva, K. A., & Sousa, M. H. (2017). Cirquim: motivando o interesse pela química. *Encyclopédia Biosfera*, 11(21), 2654-2675.

Gadotti, M. (2017). Extensão universitária: Para quê? *Instituto Paulo Freire*, 15, 1-18.

Giordan, M. (1999). O papel da experimentação no ensino de ciências. *Química Nova na Escola*, (10), 43-49.

Gonçalves, R. P. N., & Goi, M. E. J. (2022) Experimentação como proposta metodológica para o ensino de química na educação básica. *Revista Educar Mais*, 6, 687-703.

Gracetto, A. C., Hioka, N., & Filho, O. S. (2006). Combustão, Chamas e Testes de Chama para Cátions: proposta de experimento. *Química Nova na Escola*, (23), 43-48.

Hilario, J. S. (2015). The Use of Predict-Observe-Explain-Explore (POEE) as a New Teaching Strategy in General Chemistry-Laboratory. *Journal of Education and Research*, 3(2), 37-48.

Ipek, H., Kala, N., Yaman, F., & Ayas, A. (2010). Using POE strategy to investigate student teachers' understanding about the effect of substance type on solubility. *Procedia Soc. Behav. Sci.*, 2(2), 648–653.

Jere, S., Mpeta, M. (2024). Enhancing Learners' Conceptual Understanding of Reaction Kinetics Using Computer Simulation – A Case Study Approach. *Research in Science Education*, 54, 999-1023.

Kraisig, A. R., & Braibante, M. E. F (2019). A química e as cores no ensino de ciências. In: Braibante, M. E.; Braibante, H. *Temáticas para o ensino de Química: contribuições com atividades experimentais*. Curitiba: CRV, 186 p.

Liporace, A., Tamiasso-Martinhon, P., Rocha, A. S., & Souza, C. (2017). Colorindo o ensino de química: o efeito da cor no aprendizado de Química. *Revista Scientiarum Historia*, 1(1), 1-6.

- Liew, C. (2004). *The effectiveness of predict–observe–explain technique in diagnosing students' understanding of science and in identifying their levels of achievement*. PhD thesis, Curtin University of Technology.
- Longo, Marisa (2023). *Metodologia de Resolução de Problemas aliada à temática Agrotóxicos: Avaliação de uma Proposta de Educação CTS para disciplinas da área de Química Analítica Instrumental com Ênfase em Técnicas Cromatográficas*. 133 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2023.
- Lupatini, P., Lauxen, A. A., Vaniel, A. P. H., & Favreto, G. (2022). A curricularização da extensão e as ações no território: um processo vivenciado em uma escola municipal de Passo Fundo. *41º Encontro de Debates Sobre o Ensino de Química*, (41), 1-8.
- Manual do Mundo (2014). Como fazer tinta fotográfica (experiência de química). YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=8unLlp9hwtc&t>
- Marconi, M. de A., & Lakatos, E. M. (2003). *Fundamentos da metodologia científica*. São Paulo: Atlas, 126-155.
- Moreira, D. A. (2002). *O método fenomenológico na pesquisa*. São Paulo: Pioneira Thomson.
- Mthembu, Z. (2001). Using the predict–observe–explain technique to enhance the students' understanding of chemical reactions (short report on pilot study). *Paper presented at the Australian Association for Research in Education*.
- Portas Abertas. (2024). UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. *Evento Magia ou Ciência*, <https://www.ufrrgs.br/portasabertas/>.
- Santos, A. R. dos (2016). *A Química da Fotografia e a Fotografia da Química*. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Instituto de Química da Universidade de Brasília, Brasília, 2016.
- Santos, L. R. dos, & Menezes, J. A. de (2020). A experimentação no ensino de Química: principais abordagens, problemas e desafios. *Revista Eletrônica Pesquiseduca*, 12(26), 180-207.
- Sasseron, L. H. (2018). Ensino de ciências por investigação e o desenvolvimento de práticas: uma mirada para a base nacional comum curricular. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 18(3), 1061-1085.
- Sesen, B. A. (2013). Diagnosing pre-service science teachers' understanding of chemistry concepts by using computer-mediated predict–observe–explain tasks. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 14, 239-246.
- Souza, F. de J., & Ribeiro, T. N. (2024). As simulações educacionais no ensino de Física: aplicando uma UEPS sobre a primeira lei da termodinâmica utilizando a abordagem POE. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática*, 7(1).
- Suart, R. de C., Marcondes, M. E. R., & Lamas, M. F. P. (2010). A estratégia "laboratório aberto" para a construção do conceito de temperatura de ebulição e a manifestação de habilidades cognitivas. *Química Nova na Escola*, 32(3), 200-207.
- Tahir, F. M., Nasri, N. M., & Halim, L. (2020). The effectiveness of predict-observe-explain-animation (POE-A) strategy to overcome students' misconceptions about electric circuits concepts. *Learning Science and Mathematics*, 15(1), 1-15.
- Teixeira, Y. B. da S., Jesus, A. S. L. de, Moraes, J. N., & Antunes, E. P. (2021). Projeto pensar, ação investigativa de extensão: relato de experiência. *Caderno Amazonense de Pesquisa em Ensino de Ciências e Matemática*, 1(1), e202108.
- Ware, M. (2014). *Cyanomicon. History, science and art of cyanotype: photographic printing in prussian blue*. Buxton: University of Manchester. 298.