

GRAPHICAL ABSTRACT



MÉTODO JIGSAW E WORKSHOP: ARTEFATOS PARA A ABORDAGEM DA TEMÁTICA AMBIENTAL UTILIZANDO ADSORÇÃO

JIGSAW METHOD AND WORKSHOP: ARTIFACTS FOR ADDRESSING ENVIRONMENTAL THEMES USING ADSORPTION FILTERS

Michelle Bins Tassara Ferreira ^{1*}, Lorena de Bortoli Lecchi De Souza¹^{id}, Joselito Nardy Ribeiro²^{id}, Araceli Veronica Flores Nardy Ribeiro¹^{id}

¹ Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Vila Velha, 29106-010, Vila Velha – ES, Brasil.

² Departamento de Ciências Fisiológicas, Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Biomédico 29043910 - Vitória, ES.

* e-mail do autor correspondente: michellebinsferreira@gmail.com

Artigo submetido em 01/12/2023, aceito em 10/01/2024 e publicado em 25/03/2024.

ORCID – Lorena de Bortoli Lecchi De Souza: <https://orcid.org/0000-0001-5986-1188>

ORCID – Joselito Nardy Ribeiro: <https://orcid.org/0000-0003-0285-2832>

ORCID – Araceli Veronica Flores Nardy Ribeiro: <https://orcid.org/0000-0001-9223-6894>

Resumo: O ensino da química muitas vezes está baseado na aprendizagem por memorização, o que torna o conteúdo de difícil compreensão. Uma das maneiras de tornar as aulas mais interessantes é por meio de experimentos e metodologias ativas de aprendizagem. Por isso, este trabalho apresenta a aplicação da metodologia de ensino Jigsaw em um desenvolvimento de um experimento de baixo custo, empregando materiais acessíveis. O trabalho foi desenvolvido com alunos da 2ª série do Ensino Médio em uma escola da rede pública do município de Cariacica, no Espírito Santo. O objetivo foi trabalhar a temática ambiental, promovendo a aprendizagem a partir de uma metodologia ativa, e, da produção de filtros de adsorção, tendo o método Jigsaw como pressuposto principal. Como materiais adsorventes foram utilizados o mesocarpo de coco verde com granulometrias diversas, quitosana, e carvão ativado, em que foi observada por análise visual, a remoção de tinta guache em águas de dejetos produzidos em ambiente escolar. A verificação da aprendizagem foi obtida a partir da aplicação de um pré-teste que mostrou os conhecimentos prévios dos alunos sobre a temática, e, um pós-teste, constatando a aquisição de novos conceitos.

Palavras-chave: ensino de química; adsorção; tinta guache; educação ambiental.

Abstract: Chemistry teaching is often based on learning by memorization, which makes the content difficult to understand. One of the ways to make classes more interesting is by using experiments and active learning methodology. This work presents the application of the Jigsaw teaching methodology, and the development of a low-cost experiment, using accessible materials, which was presented by students in a workshop. The work was developed with students in the 2nd year of High School of a public school at the district of Cariacica, at Espírito Santo. The objective was to work on environmental issues, promoting learning based on an active methodology, and the production of adsorption filters, using the Jigsaw method. Green coconut mesocarp with different particle sizes, chitosan, and activated carbon were used as adsorbent materials, where the removal of gouache paint in water produced in a school environment was observed by visual analysis. Verification of learning was obtained through the application of a pre-test that showed the students' prior knowledge on the topic, and a post-test, verifying the acquisition of new concepts.

Keywords: chemistry teaching; adsorption; gouache paint; environmental education.

1 INTRODUÇÃO

O ensino da química muitas vezes está baseado na aprendizagem por memorização, ocorrendo apenas a transmissão do conhecimento sem a contextualização. Esse fato acaba por tornar o conhecimento químico abstrato e sem sentido (Porto *et al.*, 2018).

As metodologias ativas e a experimentação são recursos de ensino que apresentam resultados significativos na aprendizagem. A prática experimental é uma metodologia que proporciona ao estudante concretizar os conceitos e conhecimentos teóricos. Segundo Moreira *et al.* (2022), a utilização de experimentos na aula de química beneficia a aprendizagem, pois a união da teoria e prática favorecem esse processo.

Nesse sentido, é fundamental o desenvolvimento de aulas experimentais e da prática investigativa, visto que nessas abordagens, o discente pode visualizar as reações e suas transformações, que por sua vez, permitem a compreensão da química como uma ciência totalmente ligada à sua realidade. Dessa forma, o aluno vira um protagonista em seu processo de aprendizado. Sobretudo, essa abordagem, colabora para o desenvolvimento de habilidades e competências, que na visão do aluno possui utilidade e importância (Oliveira, 2010).

Um outro ponto importante a se considerar, é o engajamento. Lima (2012) argumenta que os alunos enxergam a química como antigamente se via a alquimia, ou seja, como algo que envolve magia. Com isso, a realização de experimentos auxilia na motivação, no interesse, no estímulo em participar das aulas, na curiosidade e no desejo em compreender e reproduzir o fenômeno observado.

Portanto, as metodologias ativas permitem que os estudantes se tornem protagonistas, e, torna a disciplina mais atrativa, demonstrando o real sentido em aprender (Paiva *et al.*, 2016). Nessa perspectiva, a metodologia de Jigsaw está

entre as mais ativas metodologias de aprendizagem (Felix e Lima, 2021).

Uma das questões que chamam a atenção ao no ensino e aprendizagem de Química é o uso de materiais de diversas naturezas para a execução de experimentos. Dentre eles a tinta guache é protagonista, sendo usada em diferentes disciplinas escolares para a confecção de trabalhos (Zanoni e Yamanaka, 2016).

O uso desses materiais, como a tinta, quando usado em excesso pode gerar alguns impactos ambientais. Alguns autores inclusive defendem que o descarte inadequado de corantes contribui de maneira significativa para o crescimento dos problemas ambientais relacionados à água (Antunes *et al.*, 2018).

Nesse contexto, há métodos físico-químicos capazes de minimizar esses impactos (Martins, 2020). Destaca-se nesse bojo a adsorção empregando como adsorventes o carvão ativado (Müller, Raya-Rodriguez e Cybis, 2009), adsorventes sintéticos (Pessoa *et al.*, 2016) e naturais (Xavier *et al.*, 2021). Os dois últimos apresentam além de elevada eficiência adsorptiva, baixo custo e abundância. Alguns exemplos desses materiais podem ser citados, como é caso do bagaço de cana-de-açúcar (Dallago, Smaniotto e Oliveira, 2005), mesocarpo de coco verde (Xavier *et al.*, 2021), serragem de madeira (Rodrigues *et al.*, 2006) e casca de banana (Nascimento *et al.*, 2022) que, por sua vez, são resíduos do agronegócio. Sendo assim, seu uso como adsorvente proporciona uma alternativa para reaproveitamento dessa biomassa. (Cordeiro e Fiuza Junior, 2019).

Pensando nisso, o presente trabalho apresenta a aplicação de um experimento, com materiais de baixo custo para o ensino de química, aliado à temática ambiental, a partir da descontaminação de águas por corante de tinta guache azul, tendo em vista que os problemas ambientais têm se tornado cada vez mais preocupantes e a ação humana tem intensificado a degradação e a contaminação de recursos essenciais à vida

(Tiburtius, Peralta-Zamora e Leal, 2004). Foram empregadas as biomassas do mesocarpo de coco verde, o pó da quitosana e o carvão ativado nas montagens dos filtros de adsorção. Para o desenvolvimento do trabalho a metodologia Jigsaw foi utilizada como base no trabalho com discentes da 2ª série do Ensino Médio de uma escola da rede pública do município de Cariacica, região da Grande Vitória. Os próprios alunos montaram os filtros e realizaram a apresentação em um workshop desenvolvido na escola. Por fim, houve uma evolução significativa nas respostas entre o pré e o pós teste aplicados durante a pesquisa, em que foi validado o processo da aprendizagem.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. ENSINO DE QUÍMICA NO BRASIL

No ensino médio, as disciplinas relacionadas às Ciências Exatas e Naturais: Física, Matemática, Biologia e Química são entendidas como ciências experimentais ou demonstrativas, de comprovação dos fatos científicos, articuladas a pressupostos teóricos (Penaforte e Santos, 2014). Assim, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino médio em Química (PCN+ de Química) defendem a contextualização e a interdisciplinaridade como eixos centrais organizadores das dinâmicas interativas no ensino, principalmente, das disciplinas de ciências. Isso se faz, baseando-se em situações cotidianas e na investigação por meio da experimentação (Brasil, 2002).

Lima (2012) afirma que para isso, o ensino de Química “deve ser problematizador, desafiador e estimulador, de maneira que seu objetivo seja o de conduzir o estudante à construção do saber científico” (Lima, 2012). Isso requer que o professor seja crítico e reflexivo acerca de sua práxis, desenvolvendo estratégias de ensino para despertar nos alunos a busca pelo saber.

2.1.1 TEMÁTICA AMBIENTAL NA EDUCAÇÃO BÁSICA

O homem se relaciona com a natureza há milhares de anos. Tais ações, por muitas vezes, podem ter o caráter predatório, pois podem gerar conflitos socioambientais relacionados às questões de ordem: ambiental, ética, cultural, social, política e econômica. Segundo Carvalho (2012), a educação ambiental surge da preocupação da sociedade com o futuro da vida e com a qualidade da existência da geração presente e de futuras gerações. Por esse motivo, não restam dúvidas de que os padrões de produção e consumo vêm gerando grandes impactos ambientais e sociais, que podem comprometer o futuro do planeta.

Segundo a resolução Conama N°001 (1986), o impacto ambiental é definido como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, resultante das atividades antrópicas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança, atividades sociais, atividades econômicas, a biota, condições estéticas e sanitárias do meio ambiente, além da qualidade dos recursos ambientais.

Nesse sentido, a Educação se coloca como um meio que propicia, de maneira única, o envolvimento da coletividade, devendo ser considerada uma atividade social internacionalizada, que promove a relação com o outro, revelando modos de convivência entre si e com o meio, o que, de acordo com Santana (2005), faz dessa, uma atividade política necessária.

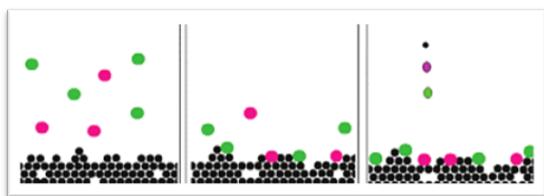
2.2 ADSORÇÃO

A adsorção é uma técnica de separação que ocorre pela retenção de um componente do adsorvato na superfície de um sólido chamado adsorvente. Vidal *et al.* (2020) definem a adsorção como uma propriedade físico-química na qual ocorre um processo de separação de componentes de um fluido

líquido ou gasoso através da transferência de massa de um adsorvato e um adsorvente.

O último, de acordo com as propriedades de cada adsorvato, fará separação ou purificação retendo material em sua superfície. A figura 1 ilustra o processo adsorativo.

Figura 1: Processo de adsorção



Fonte: Mimura, Sales e Pinheiro (2010).

A adsorção pode ser classificada em física ou química, recebendo os nomes de fisissorção e quimissorção, respectivamente. Na fisissorção as interações que ocorrem entre o adsorvente e o adsorvato são caracterizadas como fracas, não havendo alteração molecular entre as substâncias e ocorre através das forças de Van Der Waals. Na quimissorção há a formação de ligações químicas, em que os átomos ou íons se unem ao adsorvente com troca de elétrons (Penha, Moura e Paz, 2021).

Ainda, segundo Oliveira *et al.* (2013), as interações intermoleculares acontecem devido a uma polarização nas moléculas apolares, relacionada à eletronegatividade, apresentando uma maior tendência a atrair os elétrons. Quando ocorre essa atração formam-se polos induzidos momentâneos. Essas interações são classificadas como fracas quando comparadas a ligações iônicas, ligações covalentes e ligações metálicas.

Quando há formação de ligações químicas, a adsorção se classifica como quimissorção. Como os corantes são em geral orgânicos assim como os adsorventes, geralmente, não há a formação de ligações metálicas. De acordo com Mimura, Sales e Pinheiro (2010), na quimissorção a união ocorre por meio de ligações químicas que tendem a um número de coordenação máximo entre adsorvente e adsorvato.

A adsorção, por sua vez, por ser um processo de retenção em superfície para separação ou purificação de uma espécie, tem sua aplicabilidade em diversos setores, dentre os quais destaca-se o tratamento de água para remoção de corantes (Pessoa *et al.* 2016); (Vidal *et al.*, 2020). Esse processo de separação pode ser reproduzido em laboratório, e em ambiente escolar através da construção de filtros, na forma de colunas, que utilizem um adsorvente para um determinado adsorvato (Mimura, Sales e Pinheiro, 2010).

2.3 WORKSHOP COMO PRÁTICA EXPERIMENTAL EM AMBIENTE ESCOLAR

Workshops são eventos em que são combinados conhecimentos teóricos e práticos, podendo, dessa forma, ser desenvolvidas habilidades relacionadas a um tema específico. A intenção da aplicação desse tipo de evento no ambiente escolar é de que transmitidos de uma forma prática e dinâmica. O workshop também possibilita a comunicação, a interação entre os participantes e pode ser uma ferramenta importante de motivação, de engajamento já que estimula um novo olhar sobre um determinado assunto (Vitorino, Alta, e Ortega, 2021).

Além disso, a experimentação química contribui para a compreensão de conceitos químicos, tanto por meio do manuseio e transformações de substâncias, quanto na atividade teórica, ao explicar os fenômenos ocorridos (Carvalho, 2012). A construção do conhecimento pode ser bastante enriquecida por uma abordagem experimental, já que a formação do pensamento e das atitudes do sujeito é dada principalmente no decorrer da interação com os objetos (Silva, 2016).

Com isso, a experimentação potencializa o que é estudado teoricamente com a manipulação prática, os estudantes podem

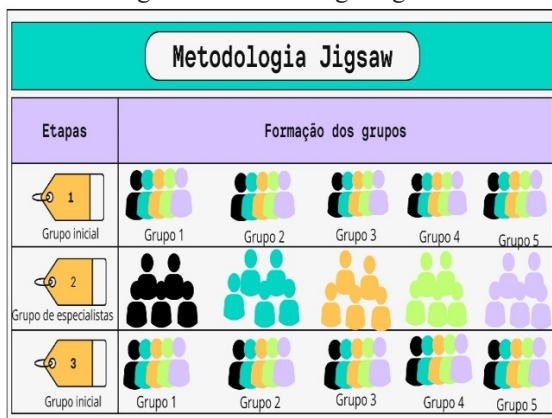
alcançar uma aprendizagem que não será perdida em sequência e que irão torná-la significativa. A própria essência da Química destaca o importante papel desse tipo de atividade com o aluno, uma vez que essa ciência se relaciona com a natureza e suas transformações (Amaral, 1996). A experimentação é um dos principais alicerces que sustentam a complexa rede conceitual que estrutura o ensino de Química (Lisboa, 2015).

2.4 METODOLOGIA DE ENSINO JIGSAW

A metodologia de ensino Jigsaw propõe uma aprendizagem cooperativa, que consiste em separar os alunos em pequenos grupos e designar uma pequena parte do conteúdo para cada integrante, devendo ser feito o mesmo em todos os grupos (Silva, Cantanhede e Cantanhede, 2020).

Após essa distribuição, os integrantes que possuem a parte semelhante do conteúdo formam um novo grupo que realiza pesquisas e se especializam no assunto. Em seguida, os grupos originais se reúnem novamente, e, compartilham o que foi aprendido. Essa metodologia tem como objetivo que cada integrante da equipe tenha contato com todo o conteúdo. Na figura 2 há uma ilustração mais detalhada de como funciona essa metodologia:

Figura 2 – Metodologia Jigsaw



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Segundo Silva, Cantanhede e Cantanhede (2020), no método Jigsaw a ação que cada

aluno realiza é essencial para a concretização do trabalho final do grupo, e a sua sistemática de funcionamento se assemelha a de um quebra-cabeça, que somente está concluído quando todas as peças se encaixam.

Além disso, essa metodologia apresenta um aprendizado baseado no cooperativismo que é embasado na aprendizagem por meio das relações sociais. Segundo Santos (2021), para Vygotsky, o desenvolvimento cognitivo de um sujeito se dá pela sua interação com o meio e com outros indivíduos. Segundo Vygotsky (2007, p. 107) apud Alves, Sanches e Tavares (2016), a imitação é indispensável para se aprender a falar, assim como para se aprender as matérias escolares. A criança fará amanhã sozinha aquilo que é capaz de fazer em cooperação.

Dessa maneira, o relacionamento com outras pessoas interfere no cognitivo e na construção do conhecimento (Alves, Sanches e Tavares, 2016).

3 PROCESSOS METODOLÓGICOS

A experiência com o método Jigsaw foi realizada com estudantes do Ensino Médio da rede pública em uma escola do município de Cariacica, no Espírito Santo. Para o seu desenvolvimento, foram necessárias 10 aulas com os estudantes, duas para aplicação de dois testes, quatro para desenvolvimento do conteúdo, uma para a demonstração da prática experimental, e, três, para a realização do workshop.

A primeira aula foi utilizada para a aplicação de um pré-teste, com o intuito de identificar os conhecimentos prévios dos alunos. Um questionário foi formatado no *Google Forms*, com questões fechadas sobre a temática ambiental contendo os conteúdos de filtração, adsorção, adsorventes, corantes e impactos ambientais causados por corantes. Após o pré-teste foi introduzido o conteúdo de química utilizando a aprendizagem cooperativa através da metodologia Jigsaw,

em que foram separados 5 grupos com 5 alunos, e cada aluno do grupo recebeu um tema.

Após essa distribuição, os integrantes que possuíam a parte semelhante do conteúdo formaram um novo grupo, e, realizaram pesquisas na internet utilizando *Chromebook*, se especializando no assunto. Em seguida, os grupos originais se reuniram novamente e compartilharam o que aprenderam.

Em seguida, a apresentação do conteúdo foi ministrada uma aula experimental. Nessa aula experimental, os estudantes montaram as colunas de adsorção, empregando garrafas de Polietileno Tereftalato (PET). Para a montagem das colunas foram utilizadas garrafinhas PET de suco com bico dosador, uma vez que essa tampa favorece o controle da vazão do filtrado. Foi cortado o fundo da garrafa, a qual foi suspensa em um suporte universal.

Em cada coluna adicionou-se 2 colheres de sopa de cada um dos materiais: cascalho grosso, cascalho fino, adsorvente (mesocarpo de coco verde, quitosana ou carvão ativado) e areia, para evitar que houvesse elevação do adsorvente. Em cada filtro de adsorção foi percolada água residual contendo tinta guache azul da própria escola. Esse líquido foi passado pelas colunas e o filtrado recolhido em béqueres. Por se tratar de um experimento qualitativo, em que objetivo foi a visualização da remoção da coloração azul, a quantidade de tinta dissolvida em água não precisou ser quantificada.

Após a filtragem, utilizou-se o aplicativo gratuito de celular *Red Green Blue* (RGB). O aplicativo apresenta valores correspondentes à coloração do material. Ao tirar uma foto da solução, um raio de detecção fez a leitura quantitativa da luz refletida naquele ponto direcionado, apresentando no cabeçalho a cor identificada e os valores de vermelho, verde e azul presentes.

Para a apresentação no workshop, os estudantes construíram os filtros utilizando os mesmos materiais apresentados na aula experimental, e, criaram os suportes das colunas a partir de materiais como isopor, náilon e caixas de calçados de papelão. A figura 3 apresenta os filtros montados para o workshop.

Figura 3 – Suportes confeccionados pelos alunos



Fonte: Acervo do autor (2022).

Durante o workshop, os alunos construíram os filtros, apresentaram o conteúdo, realizaram a prática experimental, fizeram a análise dos resultados obtidos pelo aplicativo e responderam aos questionamentos levantados pelos visitantes.

Em uma última aula foi aplicado um questionário pós-teste com as mesmas questões do teste inicial, além de perguntas discursivas sobre os questionamentos que surgiram no workshop, e, a opinião dos estudantes sobre o que foi mais atrativo no desenvolvimento da atividade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 RESULTADOS OBTIDOS NA PRÁTICA EXPERIMENTAL DURANTE O WORKSHOP

A prática experimental realizada no workshop foi desenvolvida exclusivamente pelos alunos. Os estudantes foram os responsáveis pela organização do espaço para o workshop (figura 4) e por todas as

etapas das apresentações (figura 5). A professora responsável assumiu o papel de mediadora, orientando quando necessário e acompanhando as ações dos estudantes.

Figura 4 – Organização do espaço para o workshop



Fonte: Acervo do autor (2022).

Figura 5 – Apresentação aos visitantes

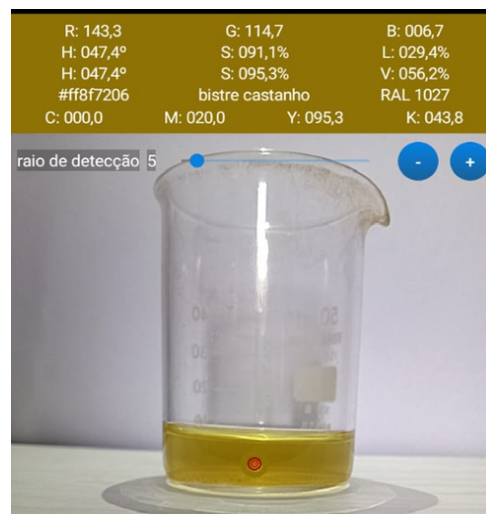


Fonte: Acervo do autor (2022).

Durante as apresentações foram abordados os resultados obtidos no aplicativo RGB dos filtrados a partir do coco de granulometria maior (1,19 – 2,38mm), e o coco de granulometria menor (<0,425mm), quitosana e carvão ativado.

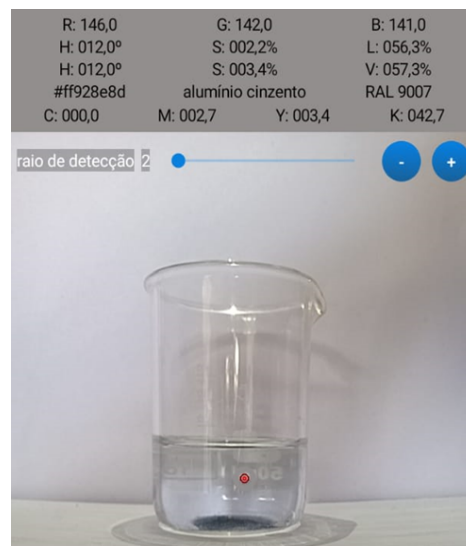
Para exemplificar, os resultados da quitosana são mostrados na figura 6, e do carvão ativado que foi empregado para comparação, já que ele é usado nas estações de tratamento de água na figura 7.

Figura 6 – RGB do filtrado com quitosana



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Figura 7 – RGB do filtrado com carvão ativado



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Nas figuras é perceptível a coloração do filtrado após a adsorção da tinta guache azul e os quantitativos numéricos de reflexão das cores vermelho, verde e azul, indicados pelas letras R, G e B, respectivamente. O carvão ativado apresentou valores elevados para as três colorações pois o branco reflete todas as cores.

Outro resultado importante no decorrer do desenvolvimento da metodologia de ensino foi a participação de alguns alunos em atividades em casa. Mesmo sem a solicitação da professora, alunos solicitaram participar de maneira mais protagonista. Eles coletaram coco,

descascaram, secaram, trituraram em liquidificador, entre outras ações. O resultado dessa participação foi a utilização desse material na prática experimental, proporcionando que o discente vivencie todo o processo.

4.2 RESULTADOS OBTIDOS DA APRENDIZAGEM DOS ESTUDANTES

A turma na qual foi desenvolvido o trabalho se mostrou proativa e disposta a aprofundar e receber novos conhecimentos. É importante ressaltar que a temática ambiental é abordada nas séries anteriores às dos estudantes participantes da pesquisa, a poluição de corpos d'água é um tema presente nos componentes curriculares da área de Ciências da Natureza no segmento do Ensino Fundamental.

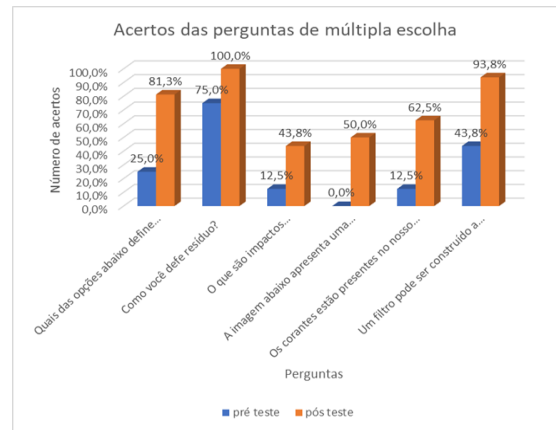
Após aplicação do pré-teste verificou-se que poucos alunos responderam corretamente às perguntas, e, dessa forma, a aula seguinte foi preparada de maneira a atender essa demanda, introduzindo o conteúdo de química por meio da metodologia Jigsaw.

Posteriormente, os alunos executaram os experimentos de filtração por adsorção de tinta guache presente em água residual da própria escola, e, se capacitaram para apresentarem os experimentos e explicações no workshop.

Ao final da exposição dos trabalhos dos alunos no workshop, eles responderam novamente o questionário (pós-teste). A questão abordada nos testes tinha por objetivo verificar o conhecimento do estudante relacionado a possíveis adsorventes. Foram apresentados o carvão ativado, o coco, o plástico e a quitosana, devendo o aluno selecionar a opção que considerava pertinente em relação a capacidade dos materiais em remover coloração de líquidos. As opções apresentadas possibilitavam as respostas de sim, não ou não sei.

O gráfico 1 apresenta as respostas das perguntas antes e após a aplicação de toda a metodologia.

Gráfico 1 – Respostas das perguntas de múltipla escolha no pré-teste e pós-teste

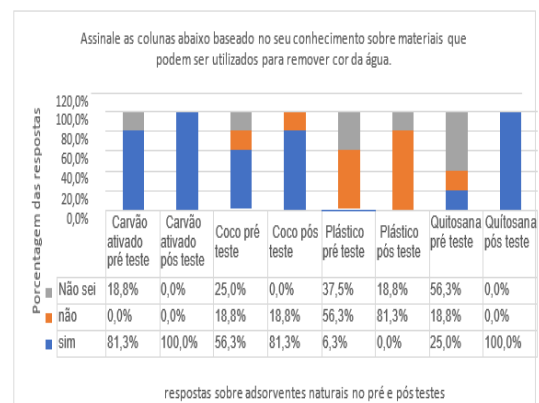


Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Analisando o gráfico percebe-se que o nível de acerto das respostas pós-teste, destacadas nas barras laranjas, foi muito superior.

É perceptível no gráfico 2, através da análise das respostas do pré-teste e do pós teste, que a produção dos filtros de adsorção e a filtração de tinta guache em água promoveu a aprendizagem de novos conhecimentos com a temática ambiental.

Gráfico 2 – Conhecimento sobre remoção de materiais na água



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Nos gráficos 3 e 4 apresentam-se os resultados em quantidade de acertos, do pré-teste, e, do pós-teste, respectivamente.

Gráfico 3 – Resultados do Pré-teste



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Gráfico 4 – Resultados do Pós-teste.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Nos gráficos é perceptível que a média aumentou de 3,88 para 7,94 pontos. Também, a mediana foi de 3 para 8 pontos, antes e após a aplicação de toda metodologia, além de que, o intervalo de respostas corretas, no pré-teste foi de 0 a 7 pontos, e, no pós-teste passou de 5 a 10 pontos. Sendo assim, através desses gráficos é possível deduzir que houve aquisição de conhecimento por parte dos participantes.

No pós-teste foram adicionadas duas perguntas discursivas com a finalidade de verificar o domínio dos conceitos pelos discentes a partir das perguntas realizadas pelos visitantes, e, para confirmar qual etapa do trabalho foi mais motivadora.

Os estudantes registraram as perguntas realizadas pelos visitantes durante o workshop, e, todas foram respondidas pelos próprios estudantes, sob a supervisão da professora, verificando-se que metodologia de Jigsaw provocou um engajamento de todos no desenvolvimento do trabalho.

Foram feitos questionamentos sobre a possibilidade de consumo da água para beber após a filtração, sobre a diferença de remoção de coloração pelos adsorventes, a constituição da quitosana, a importância da remoção de coloração da água, entre outros.

Os estudantes foram avaliados pelo seu desenvolvimento durante a aplicação da metodologia, sua participação em grupo, questionamentos, produções dos filtros, e as habilidades aperfeiçoadas durante o processo.

O grupo de alunos também relatou que as etapas mais interessantes do trabalho foram a construção dos filtros e a observação dos resultados.

5 CONCLUSÕES

Atualmente a temática ambiental vem ganhando grande relevância na sociedade. Essa temática está presente em situações cotidianas, e, em diversos setores, mas infelizmente muitas vezes é estudada na teoria em salas de aula, não sendo aplicada em práticas que possibilitem ao estudante visualizar a sua finalidade.

A produção de filtros de adsorção utilizando resíduos de agronegócio como o mesocarpo de coco e a quitosana, para retirar a coloração de tinta guache em águas proporcionou abordar conhecimentos sobre impacto ambiental, adsorção, adsorventes naturais, corantes, resíduos e os problemas ambientais causados pelo descarte inadequado de água contendo corante.

Em ambiente escolar é muito utilizada a tinta guache para a realização de trabalhos em aulas artísticas, gerando água residual colorida que é descartada pelos próprios estudantes na pia. Por conta dessa demanda, esse trabalho torna viável a utilização da produção de filtros para o ensino da temática ambiental.

Devido ao fato da escola em que foi realizada a experiência estar localizada em

uma região litorânea, a utilização de adsorventes como o coco e a quitosana auxiliam na abordagem de temas voltados à utilização de resíduos vindos desse tipo de local.

Diante da predileção pela construção de filtros de adsorção utilizando adsorventes naturais, e, filtrando resíduo de tinta guache, foram trabalhados os impactos causados por corantes. Também foi possível demonstrar o processo de adsorção a partir da visualização da coloração do líquido filtrado, e, dos resultados observados durante o uso do aplicativo RGB.

A metodologia de ensino escolhida foi a Jigsaw, e, de acordo com os resultados analisados a partir dos testes aplicados verificou-se a aquisição e aprofundamento dos conhecimentos por parte dos estudantes participantes da pesquisa, ou seja, a elaboração dos filtros e a sua apresentação em workshop demonstrou um avanço na aprendizagem dos alunos da 2ª série do Ensino Médio da referida escola.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Instituto Federal do Espírito Santo - Campus de Vila Velha pelo programa Profqui, a UFES pelos experimentos realizados e laboratório e a escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio São João Batista pela aplicação do trabalho.

REFERÊNCIAS

ALVES, Isaura Santos; SANCHES, Isabel Rodrigues; TAVARES, Cláudia Pais. Aprendizagem cooperativa como prática pedagógica inclusiva: aplicação do modelo jigsaw numa turma do 2º ciclo. **Eccos – Revista Científica**, São Paulo, v. 40, n. 0, p. 187-204, mar. 2016.

AMARAL, Luciano. **Trabalhos práticos de química**. Editora Nobel, p. 130, São Paulo, 1996.

ANTUNES, Evelyn Cristine Evangelista da Silva *et al.* Remoção de corante textil utilizando a casca do abacaxi como adsorvente natural. **Holos**, v. 3, p. 81-97, 23 set. 2018. Instituto Federal de Educacao, Ciencia e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN).

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros curriculares nacionais mais para o ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília, 2002.

_____. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução n.001, de 23 de janeiro de 1986**. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental – RIMA. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 17 fev. 1986.

CARVALHO, Isabel Cristina de Moura **Educação ambiental: a formação do sujeito ecológico**. P. 256, São Paulo, 2012.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de e SASSERON, Lúcia Helena. **Sequências de ensino investigativas - SEIS: o que os alunos aprendem? Educação em ciências: epistemologias, princípios e ações educativas**. Curitiba, 2012.

CORDEIRO, José Luiz Cunha; FIUZA JUNIOR, Raildo Alves. Produção de Carvões Ativados Derivados de Biomassa e sua Aplicação em Processos de Adsorção. **Cadernos de Prospecção**, v. 12, n.5, p. 1584-1597, 30 dez. 2019. Universidade Federal da Bahia.

DALLAGO, Rogério Marcos; SMANIOTTO, Alessandra; OLIVEIRA, Luiz Carlos Alves de. Resíduos sólidos de curtumes como adsorventes para a remoção de corantes em meio aquoso. **Química Nova**, v. 28, n. 3, p. 433-437, jun. 2005. FapUNIFESP (SciELO).

FÉLIX, Maria Elisabeth Oliveira; LIMA, Bruna Tayane Silva. As metodologias ativas na construção do conhecimento científico: utilização do método jigsaw (quebra-cabeças) e mapa conceitual para o ensino de funções oxigenadas. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 14, n. 1, p. 139-158, 22 abr. 2021. Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

LEANDRO-SILVA, Emerson *et al.*, Aplicação dos modelos de Langmuir e Freundlich no estudo da casca de banana como bioadsorvente de cobre (II) em meio aquoso. **Matéria (Rio de Janeiro)**, v. 25, n. 2, p. 1-12, 2020. FapUNIFESP (SciELO).

LIMA, José Ossian Gadelha de. Perspectivas de novas metodologias no Ensino de Química. **Revista Espaço Acadêmico**, v. 12, n. 136, p. 95-101, set. 2012.

LISBOA, Julio Cezar Foschini QNEsc e a Seção Experimentação no Ensino de Química. **Química Nova Escola**. v. 37, n. 2, p. 198-202, São Paulo, 2015.

MARTINS, Joana Laura de Castro *et al.* Oficina temática: especiarias, a química presente nos pequenos detalhes. **Research, Society And Development**, v. 9, n. 5, p. 1-19, 30 mar. 2020.

MIMURA, Aparecida Maria Simões; SALES, Janilson Ribeiro Castro; PINHEIRO, Paulo César. Atividades Experimentais Simples Envolvendo Adsorção sobre Carvão. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 1, p. 53-56, fev. 2010.

MÜLLER, Carla Cristine; RAYA-RODRIGUEZ, Maria Teresa; CYBIS, Luiz Fernando. Adsorção em carvão ativado em pó para remoção de microcistina de água de abastecimento público. **Engenharia**

Sanitaria e Ambiental, v. 14, n. 1, p. 29-38, mar. 2009.

NASCIMENTO, Luiza Cristina Peterle *et al.* O pó da casca de banana prata e o pó de serragem de madeira como clareadores de água contaminada com azul de metileno / Banana peel powder and sawdust powder for methylene blue removal in water. **Brazilian Journal Of Development**, v. 8, n. 4, p. 32253-32277, 29 abr. 2022. South Florida Publishing LLC.

OLIVEIRA, Jane Raquel Silva de. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Acta Scientiae**, v. 12, n. 1, p. 139-156, jan. 2010.

OLIVEIRA, Olga Maria Mascarenhas de Faria *et al.* Ligação intermolecular: descrição de alguns tipos (dispersão de London e ligação hidrogênio) e energética de algumas delas. O caso das propriedades da água. In: OLIVEIRA, Olga Maria Mascarenhas de Faria; SCHLÜNZEN JUNIOR, Klaus; SCHLÜNZEN, Elisa Tomoe Moriya. **Química**: coleção temas de formação. 3. ed. São Paulo: : Cultura Acadêmica : Universidade Estadual Paulista : Núcleo de Educação À Distância, 2013. Cap. 12. p. 473-489.

PAIVA, Marlla Rúbya Ferreira *et al.* Metodologias ativas de ensino-aprendizagem: revisão integrativa. **Sanare**, Sobral, v. 15, n. 2, p. 145-153, jun. 2016.

PENAFORTE, Gilmarxe Santana; SANTOS, Vandrezza Souza dos. O ensino de química por meio de atividades experimentais: aplicação de um novo indicador natural de pH com alternativa no processo de construção do conhecimento no ensino de ácidos e bases. **EDUCAmazônia**, v. 13, n. 2, p. 8-21, 2014.

PENHA, Ana Vitória Sousa; MOURA, Karine Oliveira; PAZ, Gizeuda de Lavor da. Contaminated Water Treatment: a review on adsorption of amido black 10b dye. **Revista Virtual de Química**, v. 13, n. 2, p. 581-592, 2021. Sociedade Brasileira de Química (SBQ).

PESSOA, Natália Trindade *et al.* Adsorção de cádmio e níquel em adsorventes preparados a partir de resíduo agroindustrial. In: Congresso Brasileiro De Engenharia Química, 2016, Fortaleza. **Anais [...]**. Fortaleza, v. 1, p. 1-8, 2016.

RODRIGUES, Rafael Falco *et al.* Adsorção de metais pesados em serragem de madeira tratada com ácido cítrico. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 11, n. 1, p. 21-26, mar. 2006. FapUNIFESP (SciELO).

SANTANA, Luiz Carlos, **Educação Ambiental: de sua necessidade e possibilidades**. In: International Workshop on Project Based, 2005. Guaratinguetá, PBL Tech 2005 – International Workshop on Project Based – Learning and and New Technologie, p. 1-14, 2005.

SANTOS, Letícia Rodrigues *et al.* As contribuições da Teoria da Aprendizagem de Lev Vygotsky para o desenvolvimento da competência em informação. **Revista Brasileira de Biblioteconomia e Documentação**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 1-15, fev. 2021.

SILVA, Vinicius Gomes da. **A Importância da Experimentação no Ensino de Química e Ciências**. Universidade Estadual Paulista – UNESP. Graduação em Licenciatura em Química. (Trabalho de Conclusão de Curso). Bauru, 2016.

SILVA, Marco Aurélio da;
CANTANHEDE, Leonardo Baltazar;

CANTANHEDE, Severina Coelho da Silva. Aprendizagem cooperativa: método jigsaw, como facilitador de aprendizagem do conteúdo químico separação de misturas. **Actio: Docência em Ciências**, v. 5, n. 1, p. 1-21, 9 abr. 2020. Universidade Tecnológica Federal do Parana (UTFPR).

TIBURTIUS, Elaine Regina Lopes; PERALTA-ZAMORA, Patricio; LEAL, Elenise Sauer. Contaminação de águas por BTXs e processos utilizados na remediação de sítios contaminados. **Química Nova**, v. 27, n. 3, p. 441-446, jun. 2004. FapUNIFESP (SciELO).

NASCIMENTO *et al.* **Adsorção: aspectos teóricos e aplicações ambientais**. Imprensa Universitária, p. 309, Fortaleza, 2020.

VITORINO, Hector Aguilar; ALTA, Reoxana Yesenia Pastrana; ORTEGA, Priscila. Workshop como uma metodologia para o ensino-aprendizagem de ciências: um estudo de caso com o grupo bioinorganic chemistry environment and medicine (biomet). **Pesquisa e Ensino em Ciências Exatas e da Natureza**, v. 5, n. 1, p. 1-14, abr. 2021.

XAVIER, Cinthia Sany França *et al.* Secagem e avaliação do bagaço de cana de açúcar como adsorvente de corantes têxteis presentes em soluções aquosas. **Matéria (Rio de Janeiro)**, v. 26, n. 1, p. 1-13, 2021. FapUNIFESP (SciELO).

ZANONI, Maria Valnice Boldrin; YAMANAKA, Hideko (org.). **Corantes: caracterização química, toxicológica, métodos de detecção e tratamento**. Cultura Acadêmica, p. 347, São Paulo, 2016.