

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**DIEGO NODARI**

**PROPOSTA DIDÁTICA PARA O FENÔMENO FÍSICO-QUÍMICO DA ADSORÇÃO  
USANDO EXPERIMENTAÇÃO COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO**

**MEDIANEIRA**

**2023**

**DIEGO NODARI**

**PROPOSTA DIDÁTICA PARA O FENÔMENO FÍSICO-QUÍMICO DA ADSORÇÃO  
USANDO EXPERIMENTAÇÃO COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO**

**Didactic proposal for the physicochemical phenomenon of adsorption using  
experimentation as a teaching strategy**

Trabalho de conclusão de curso de graduação, apresentado como requisito para a obtenção do título de Licenciado em Química pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Prof. Dr. Emerson Luis Pires

Coorientador: Prof. Dr. Ismael Laurindo Costa Junior

**MEDIANEIRA**

**2023**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença

**DIEGO NODARI**

**PROPOSTA DIDÁTICA PARA O FENÔMENO FÍSICO-QUÍMICO DA ADSORÇÃO  
USANDO EXPERIMENTAÇÃO COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO**

Trabalho de Conclusão de curso de Graduação  
apresentado como requisito para obtenção do título de  
Licenciado em Licenciatura em Química da  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
(UTFPR).

Data de aprovação: 23 de junho de 2023

---

Emerson Luis Pires

Doutorado

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Medianeira

---

Ismael Laurindo Costa Junior

Doutorado

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Medianeira

---

Juliane Maria Bergamin Bocardi

Doutorado

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Medianeira

---

Shiderlene Vieira de Almeida

Doutorado

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Medianeira

**MEDIANEIRA  
2023**

Dedico este trabalho a minha família e amigos, pelo apoio incondicional na minha jornada acadêmica e mesmo estando distante sempre me apoiaram com palavras e gestos de carinho em momento difíceis.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço em primeiro lugar a Deus pela vida e saúde concedida, pela sabedoria e por sempre me dar forças pra seguir em frente.

A meus familiares de sempre me apoiaram e me incentivaram a dar meu melhor.

Aos meus professores e colegas de curso.

Ao meu orientador, pela paciência e por me guiar durante o trabalho.

A minha prima, a qual sempre tive como referência pois sempre me incentivou e me apoiou de maneira especial.

Agradeço também a uma grande amiga pelo seu apoio em momentos difíceis.

“Ensinar não é transferir conhecimento,  
mas criar as possibilidades para a sua própria  
produção ou a sua construção”

**Paulo Freire**

## RESUMO

Considerando que os processos poluidores da contemporaneidade causam diversos problemas ambientais, existe a necessidade de serem utilizados processos físico-químicos que minimizem os impactos causados pelas atividades humanas. Um desses processos é a adsorção, a qual pode ser aplicada no tratamento de água e também de gases reduzindo as taxas de contaminantes lançados no meio ambiente. Considerando a relevância do fenômeno de adsorção, esta proposta didática visou articular conceitos teóricos e o cotidiano dos estudantes por meio da problematização e experimentação envolvendo o fenômeno físico-químico da adsorção como abordagem temática. Foi elaborado um manual de atividades seguindo como aporte metodológico o Ensino por Investigação. O material foi testado junto a um grupo de ingressantes em um curso de Licenciatura em Química no contexto de uma disciplina de química geral experimental com o intuito de verificar a qualidade do material na mediação de conceitos físico-químicos propostos. Para esse fim, as atividades realizadas pelos participantes foram analisadas e discutidas quanto ao seu conteúdo e alinhamento com os objetivos do manual. Como resultados, foi apresentada a descrição analítica do material didático preparado, as impressões dos participantes e as respostas dos mesmos quando aos conhecimentos mediados. Como considerações finais, trazemos a reflexão de que uma abordagem de ensino experimental e investigativa se apresenta como estratégia relevante no Ensino de Química e que os estudantes apreenderam diversos conceitos mobilizado nas atividades e conseguiram estabelecer relações entre o fenômeno de adsorção e o seu cotidiano.

**Palavras-chaves:** ensino de química; adsorção; abordagem temática.

## ABSTRACT

Considering that contemporary polluting processes cause several environmental problems, there is a need to use physical-chemical processes that minimize the impacts caused by human activities. One of these processes is adsorption, which can be applied in the treatment of water and also gases, reducing the rates of contaminants released into the environment. Considering the relevance of the phenomenon of adsorption, this didactic proposal aimed to articulate theoretical concepts and the daily life of students through problematization and experimentation involving the physical-chemical phenomenon of adsorption as a thematic approach. An activities manual was prepared following Teaching by Investigation as a methodological contribution. The material was tested with a group of freshmen in a Chemistry Licentiate course in the context of a general experimental chemistry discipline in order to verify its qualities in the mediation of proposed physical-chemical concepts. To this end, the activities carried out by the participants were analyzed and discussed regarding their content and alignment with the objectives of the manual. As a result, an analytical description of the prepared didactic material, the impressions of the participants and their responses to the mediated knowledge was presented. As final considerations, we bring the reflection that an experimental and investigative teaching approach is presented as a relevant strategy in Chemistry Teaching and that students apprehended several concepts mobilized in the activities and were able to establish relationships between the phenomenon of adsorption and their daily lives.

**Keywords:** chemistry teaching; adsorption; thematic approach.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação do processo de adsorção física .....	17
Figura 2 - Representação do processo de adsorção química .....	17
Figura 3 - Recortes do Manual de atividades .....	30
Figura 4 - Recortes das atividades do Primeiro momento .....	31
Figura 5 – Questionamentos norteadores da exploração da notícia .....	33
Figura 6 – Orientações para condução de atividade investigativa .....	33
Figura 7 – Roteiro do experimento e as questões de investigação .....	34
Figura 8 - Recortes das atividades do Segundo momento .....	35
Figura 9 – Retomada do experimento na etapa de organização do conhecimento...	36
Figura 10 –Recortes de vídeos usados na organização do conhecimento .....	37
Figura 11 – Produção escrita e ilustração como organização do conhecimento.....	38
Figura 12 – Questionário Final usado na aplicação do conhecimento .....	39
Figura 13 – Participação dos estudantes no primeiro momento da atividade .....	41
Figura 14 – Realização do experimento .....	42
Figura 15 – Resultados dos testes realizados pelos alunos .....	43
Figura 16 – Nuvem de palavras para o Questionário Inicial .....	45
Figura 17 – Nuvem de palavras para o Experimento Investigativo .....	49
Figura 18– Nuvem de palavras para o Questionário Final .....	55

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Tipos de Adsorção .....	16
Quadro 2 – Artigos que apresentam experimentação .....	20
Quadro 3 - Didática dos Três Momentos Pedagógicos .....	26
Quadro 4 - Planejamento do manual de atividades.....	27
Quadro 5 – Objetivos para cada aula do manual .....	28
Quadro 6 – Respostas dos participantes para o Questionário Inicial .....	46
Quadro 7– Respostas dos participantes para as questões do Experimento Investigativo .....	50
Quadro 8 – Respostas dos participantes para a o Questionário Final .....	56

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>14</b>
2.1 Objetivo geral .....	14
2.2 Objetivos específicos.....	14
<b>3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>15</b>
3.1 Fenômeno de adsorção .....	15
3.2 A química e o meio ambiente .....	18
3.3 Experimentação e investigação no Ensino de Química.....	19
3.4 Os três momentos pedagógicos como estratégia de ensino .....	23
<b>4 PERCURSO METODOLÓGICO</b> .....	<b>25</b>
4.1 Fundamentação da pesquisa .....	25
4.2 Elaboração do Manual de atividades.....	26
4.3 Testagem do manual de atividades .....	28
4.4 Produção e análise dos dados .....	29
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>30</b>
5.1 O manual de atividades proposto .....	30
5.2 Implementação do manual de atividades .....	40
5.3 Análise das atividades propostas.....	44
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>60</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>61</b>
<b>APÊNDICE A – MANUAL DE ATIVIDADES</b> .....	<b>66</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A poluição do meio ambiente é um problema global que tem afetado sociedades inteiras causando desde doenças até a morte de pessoas, animais e plantas. Os impactos causados pelos poluentes são enormes e em muitas ocasiões destroem completamente ecossistemas afetando a vida das pessoas que vivem e dependem do mesmo, por exemplo, quando um rio é contaminado e há uma comunidade que depende da pesca nesse local para sua sobrevivência.

Outros casos de poluição podem ser observados em corpos d'água, solo e ar, geralmente causados por grandes indústrias que em seus processos de produção de bens de consumo acabam por rejeitar enormes quantidades de resíduos, como é o caso da indústria têxtil ou alimentícia que despeja milhões de litros de corantes nos efluentes, muitas vezes sem o tratamento adequado ou completo.

Nestes casos podemos utilizar processos físico-químicos que minimizem os impactos causados pelas atividades humanas. Um desses processos é o baseado no fenômeno de adsorção que podem ser aproveitados no tratamento de água e também no tratamento de gases reduzindo as taxas de contaminantes lançados no meio ambiente seja por despejo ou por vapores e fumaça.

Com isso é importante trazer o fenômeno químico da adsorção que para Mckay (1995) é o processo de separação em que certos componentes de uma fase fluida (gás ou líquido) podem ser transferidos (adsorvidos) para a superfície de um sólido adsorvente, a adsorção é um processo da interação do adsorvato com outra superfície contendo sítios adsorventes. O termo "adsorção" lida com processo em que as moléculas se acumulam na camada interfacial, enquanto o termo "dessorção" designa o processo inverso.

Por meio de pesquisas é possível desenvolver métodos ou até mesmo utilizar outros já estudados que tenham uma eficácia comprovada, para serem empregados em problemas ambientais como é o caso da poluição. Pensando em como a educação tem um papel muito importante no desenvolvimento social e cultural dos seres humanos pode-se utilizar a mesma com finalidade de ensinar conhecimentos científicos que ajudem na despoluição ambiental podendo mudar a realidade ambiental de uma comunidade ou cidade.

Com a Educação é possível mudar a realidade de uma sociedade, começando pela base educacional nos primeiros anos de escolarização, onde os alunos têm o primeiro contato com os conhecimentos científicos, é possível apresentar um ensino que relacione a teoria com a prática. Também é muito importante desenvolver experimentos que tornem a ciência mais visível e atrativa para os alunos do ensino médio para que eles possam não só aprender os conceitos, mas também utilizá-los para resolver e entender questões que ocorrem no seu cotidiano como por exemplo em suas casas ou até mesmo no trabalho.

Segundo Berbel (1995) os professores precisam estar cientes em suas escolhas e decisões quanto ao método de ensino, as assertivas podem traçar o relacionamento correto entre professor e aluno com experiências, vivências e conhecimento que influenciaram a vida dos estudantes. A metodologia deverá ser flexível para uma boa assimilação por parte dos alunos, atrelando a teoria com a prática de forma assertiva

Diante disso, este trabalho visa articular conceitos teóricos e o cotidiano dos estudantes por meio da problematização e experimentação envolvendo o fenômeno físico-químico da adsorção como abordagem temática.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Explorar o fenômeno físico-químico da adsorção como abordagem temática no contexto ambiental por meio de atividades envolvendo investigação e experimentação junto a alunos ingressantes em um curso de Licenciatura em Química.

### **2.2 Objetivos específicos**

- a) Propor e organizar um manual contendo atividades investigativas e contextualizadas sobre o fenômeno da adsorção;
- b) Testar o manual elaborado junto a estudantes ingressantes em um curso de Licenciatura em Química;
- c) Abordar o fenômeno físico-químico da adsorção no âmbito de questões ambientais como estratégia de contextualização;
- d) Analisar como se deu a aprendizagem dos conhecimentos e conceitos propostos no manual pelos participantes.

## 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 3.1 Fenômeno de adsorção

Segundo Weber (1972) a adsorção é um fenômeno físico-químico no qual o componente em uma fase gasosa ou líquida é transferido para a superfície de uma fase sólida. Os componentes que se unem à superfície são chamados adsorvato, enquanto a fase sólida que retém o adsorvato é chamada adsorvente.

Para que o fenômeno de adsorção ocorra Banerjee *et al.* (2014) abordam que é necessário utilizar um adsorvente ou seja um sólido de grande área superficial capaz de interagir com a substância que se deseja remover. O adsorvente mais comumente utilizado é o carvão ativado. Ele pode ser obtido através de várias matérias orgânicas como bagaço de cana de açúcar, sabugo de milho, cascas de nozes entre outros.

De acordo com Awoyemi (2011), para que a matéria prima orgânica seja ativada e se torne carbonosa são necessários dois processos, a carbonização e na sequência a ativação. A carbonização ocorre em temperatura inferior a 800°C em atmosfera inerte e a ativação ocorre em uma temperatura de 950 a 1000°C. A carbonização é definida como uma operação de decomposição térmica da madeira ou de outras substâncias como casca de coco que gera resíduos sólidos chamado de carvão vegetal. Após a aplicação desses processos a matéria prima é transformada e obtém uma grande área superficial com isso pode ser utilizado para adsorver partículas ou particulados.

Engleman (2010) contextualiza que no caso das indústrias, o processo de adsorver partículas liberados pelas chaminés ou também para descontaminar a água antes de serem descartadas faz toda a diferença para o meio ambiente, sendo a adsorção uma técnica comumente empregada nesses processos de prevenção ao lançamento de certos poluentes ou para tratamentos. Em residências, é comum o uso de filtros para a purificação da água para consumo humano baseados em adsorção, sendo uma forma de descontaminação *in loco*, como é feito nas indústrias.

No contexto popular, podemos evidenciar alguns costumes que mesmo balizados em senso comum são exemplos de aplicação prática do fenômeno de adsorção. O conhecimento popular de se colocar carvão ou borra de café no interior

da geladeira para se retirar os odores é muito comum e eficaz. A esse respeito, Xavier e Flôr (2015) pontuam que esse procedimento geralmente passa de pai para filho, muitas vezes quando a pessoa não tem nenhum conhecimento científico, acaba passando despercebido que nesse simples ato está ocorrendo um processo físico-químico que pode ser utilizado não só para odores (gases) mas também para líquidos como é o caso dos filtros de água que hoje se encontra em quase todas as residências, filtros esses que são utilizados para a purificação e remoção de pequenas partículas que estão presentes na água.

Em complementação Ruthven (1984), propõe que a adsorção é uma operação de transferência de massa, que estuda a habilidade de alguns sólidos em concentrar na sua superfície determinadas substâncias existentes em fluidos líquidos ou gasosos, na qual possibilitam a separação dos componentes desses fluidos. E uma vez que os componentes adsorvidos, concentram-se sobre a superfície externa, quanto maior for esta superfície externa por unidade de massa sólida, tanto mais favorável será a adsorção. Geralmente os adsorventes são sólidos com partículas porosas.

É importante destacar a classificação dos dois tipos de adsorção (Quadro 1).

**Quadro 1 - Tipos de Adsorção**

<b>Tipo de adsorção</b>	<b>Especificidades</b>
Adsorção física ou fisissorção	A ligação do adsorvato à superfície do adsorvente envolve uma interação relativamente fraca que pode ser atribuída às forças de Van der Waals, que são similares às forças de coesão molecular. É inespecífica. Ocorre em toda a superfície adsorvente, por isso é dita ser não localizada.
Adsorção química ou quimissorção	Envolve a troca ou partilha de elétrons entre as moléculas do adsorvato e a superfície do adsorvente, resultando em uma reação química. Isso resulta essencialmente numa nova ligação química. A adsorção química só pode ocorrer nos sítios ativos, sendo assim, é dita localizada. É exotérmica e irreversível.

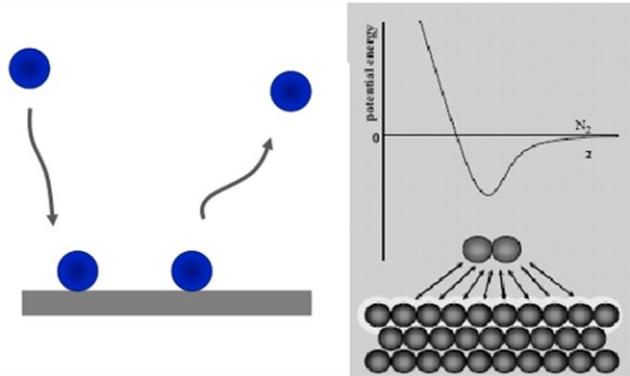
**Fonte: Adaptado de Ruthven (1984)**

Com isso, pode-se fazer a distinção dos dois tipos de adsorção, que são importantes e merecem os devidos estudos em todas as áreas de abrangência, conforme as necessidades, principalmente quando se fala neste quesito de adsorção ambiental.

A Figura 1 representa a interação do adsorbato com a superfície adsorvente, onde ocorre somente uma interação física sendo assim a mesma é reversível e ocorre de forma rápida, as esferas azuis representam as partículas que estão em movimento

e irão ter contato com a superfície adsorvente. como podemos observar o gráfico abaixo a energia envolvida na interação física é baixa, por esse motivo é possível reverter o processo.

**Figura 1 - Representação do processo de adsorção física**

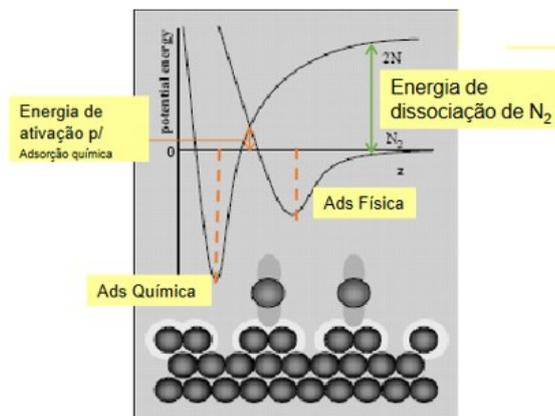


Fonte: Adaptado de Foo; Hameed (2010).

A adsorção física geralmente está relacionada a forças de van der Waals, pois é uma interação mais fraca, onde não há sítios específicos de ligação e não envolve compartilhamento nem transferência de elétrons. É um fenômeno reversível, apresentando energias da ordem de 20-40 kJ/mol. Este fenômeno pode ocorrer sucessivamente com a formação de várias camadas de adsorbato (BUTT *et al.*, 2003).

Na Figura 2 é representada a adsorção química. Pode se observar que o processo que ocorre na quimissorção é tido como irreversível pois através do contato entre adsorvente e adsorbato ocorrem ligações químicas e formação de novos produtos. O processo depende de energia de ativação para ocorrer. A energia requerida nesse processo é significativamente maior que no processo físico.

**Figura 2 - Representação do processo de adsorção química**



Fonte: Adaptado Foo; Hameed (2010)

A adsorção química envolve compartilhamento e transferência de elétrons, e o adsorvato encontra-se fortemente ligado ao adsorvente, não apresentando mobilidade. Geralmente, ocorre a formação de apenas uma camada e as energias envolvidas são da ordem de 100-400 kJ/mol (BUTT *et al.*, 2003).

Com isso, devido as suas propriedades os materiais adsorventes como o carvão ativado possuem diversas aplicações na área do meio ambiente e indústria. Na qual explorar este tema pode auxiliar compreensão de vários conceitos de físico-química abordados na educação básica.

### 3.2 A química e o meio ambiente

O ambiente em que vivemos está em constante transformação devido as atividades humanas causadas pela busca por novas tecnologias e recursos, que acabam impactando os ecossistemas causando transformações não naturais que geram problemas. Com isso, os cuidados com o meio ambiente devem ser constantes e crescentes e por meio da educação ambiental é possível formar cidadãos responsáveis e comprometidos com o meio onde vivem.

A Política Nacional de Educação Ambiental – Lei nº 9795/1999 destaca que:

entende-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à qualidade de vida e sua sustentabilidade (BRASIL, 1999, p. 1).

Além disso, segundo a Constituição Federal de 1988 “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (BRASIL, 1988 p. 28).

Nesse sentido a aproximação da química em relação as questões ambientais podem contribuir para entendimento das mesmas e a proposição de ações que auxiliem na preservação e na busca pela sustentabilidade. Baseada nesse concepção a área de interface entre ambiente e a ciência Química é chamada de Química Ambiental.

A Química Ambiental segundo Manahan (2012) pode ser definida como o estudo das fontes, das reações, do transporte, dos efeitos e dos destinos de espécies

na hidrosfera, na atmosfera, na geosfera e na antroposfera, além dos efeitos das atividades humanas nelas. A complexidade da química ambiental se deve ao intercâmbio contínuo e variável de espécies químicas entre as diversas esferas ambientais.

O autor aborda ainda que a química ambiental aponta claramente para o caminho da minimização dos impactos das emissões e dos subprodutos dos sistemas industriais. Ela é muito útil na concretização da meta mais importante de um sistema de ecologia industrial: a redução de emissões e subprodutos a zero (MANAHAN, 2012). Em complementação, Baird (2011) fala que a química ambiental trata das reações, dos destinos, dos movimentos e das fontes das substâncias químicas no ar, na água e no solo.

Assim, a química ambiental se coloca como um campo onde o fenômeno da adsorção pode ser bastante útil do ponto de vista do tratamento e controle da poluição causada pelo desenvolvimento socioeconômico e industrial. Nessa linha são pesquisadas novas aplicações do processo para poluentes cada vez mais específicos e ainda desenvolvidos materiais adsorventes cada vez mais específicos com amplas aplicações tanto na mitigação ambiental quanto na produção industrial.

### **3.3 Experimentação e investigação no Ensino de Química**

Santos e Schnetzler (2010) pontuam que é necessário que os professores repensem e assumam o seu papel em sala de aula, o papel de mediador entre o conhecimento químico específico da ciência, tecnologia e sociedade apresenta uma perspectiva de aprendizado diferenciada. Os autores contextualizam a importância do ensino voltado a ciência, tecnologia e sociedade na qual os autores na sequência amplia essas perspectivas para a inserção da experimentação no ensino.

A atividade de experimentação segundo Araújo e Abib (2003) pode ser classificada em três tipos: atividades de demonstração, de verificação e de investigação. Nas atividades de demonstração, o professor faz toda a atividade e os alunos apenas observam, as atividades de verificação são realizadas para comprovar uma teoria ou uma lei e somente nas atividades investigativas os alunos participam do processo, interpretando o problema e apresentando possíveis soluções para o

mesmo.

A atividade de investigação, para Azevedo (2004), é como pontapé inicial para a compreensão dos conceitos e teorias, levando o aluno ter uma postura dinâmica, participativa, fazendo ele entender e agir sobre o objeto de estudo procurando uma explicação causal para o resultado.

Considerando a temática do fenômeno da adsorção, no Quadro 2 são apresentados alguns estudos que tem como base a experimentação e a investigação na química como estratégias no âmbito educacional para uma melhor aprendizagem de conceitos químicos e temas que envolve a vida dos alunos. Assim, unem teoria e prática, utilizando dois conceitos para o ensino de química a experimentação e a investigação.

**Quadro 2 – Artigos que apresentam experimentação**

<b>Título</b>	<b>Abordagem</b>	<b>Referências</b>
Atividades experimentais simples Envolvendo a Adsorção sobre o Carvão de churrasco e ativado	Propriedades do carvão em experimentos simples que podem ser feitos em sala de aula explorando o fenômeno da Adsorção.	Mimura; Sales e Pinheiro (2010).
Experimentação sobre adsorção para o ensino	Adsorção de corantes sintéticos utilizando como adsorvente a casca da uva Niagara Rosada.	Cunha; Cimirro; e Pavan (2017).
Ciência, tecnologia e sociedade no ensino de química sobre a adsorção de metais.	experimento simples e de baixo custo seria a utilização de carvão vegetal e o ativado na remoção de corantes. com estudantes do ensino médio.	Lima e Mangini (2022).
Experimentação simples e rápida para estudos de sorção em água envolvendo corante sintético na superfície do bagaço de uva	Experimento de adsorção com casca de uva utilizando tinta guache.	Cunha; Cimirro; e Pavan (2017).

**Fonte: Aatoria própria (2023)**

Para Azevedo (2004) a investigação como ferramenta na aprendizagem contribui de forma significativa para o desenvolvimento do aluno, pois o professor pode pré-determinar um problema a ser investigado com isso o estudante se utiliza dos seus conhecimentos adquiridos durante sua formação para observar e entender o que está acontecendo, e encontrar uma solução.

Também o professor pode propor uma situação e pedir para que os alunos investiguem se realmente tal fenômeno ocorre desta maneira, instigando os alunos a usar seus conhecimentos, e pensar nessa situação.

Só há e só pode haver duas vias para a investigação e para a descoberta da verdade. Uma, que consiste no saltar-se das sensações e das coisas particulares aos axiomas mais gerais e, a seguir, a descobrirem-se os

axiomas intermediários a partir desses princípios e de sua inamovível verdade. A outra, que recolhe os axiomas dos dados dos sentidos e particulares, ascendendo contínua e gradualmente até alcançar, em último lugar, os princípios de máxima generalidade. Este é o verdadeiro caminho, porém ainda não instaurado (BACON, 2000, p. 36).

Ainda sobre abordagem investigativa de uma atividade, Azevedo (2004) afirma que:

[...] a ação do aluno não deve se limitar apenas ao trabalho de manipulação ou observação, ela deve também conter características de um trabalho científico: o aluno deve refletir, discutir, explicar, relatar, o que dará ao seu trabalho as características de uma investigação científica (AZEVEDO, 2004, p. 21).

A sociedade e a educação, como aborda Souza (2015) têm muitos momentos históricos, na qual a sociedade utiliza de um sistema educacional que seja apropriado para formar cidadãos capazes de desenvolver suas funções da melhor forma possível, independente do ambiente ao qual ele esteja inserido.

E essa preocupação segundo Souza (2015) adentra as escolas, na qual os recursos de ensino são esse elo, entre a formação e desempenho dessas pessoas, sejam crianças, jovens ou adultos. O ensino tradicional predomina na prática educacional pois, na essência, o professor que sabe e que detém as informações transmite o conhecimento e as informações aos alunos que ainda não sabem.

Com isso, Mizukami (2019) fala que o conhecimento, grande parte das vezes, provém da autoridade ou do professor ou do livro-texto (quase sempre desse último). Raramente o conhecimento é redescoberto ou recriado pelo aluno, continuando, portanto, desvinculado de suas necessidades e interesses. Nessa conjuntura inexistente a atividade do aluno com o objetivo de aprendizagem de conceitos, relações etc. Esse aspecto é de suma importância, pois é um dos critérios mais nítidos para a demarcação entre o ensino tradicional e o ensino renovado.

Para que essas diferenças de ensino ocorram no conhecimento dos alunos Hofstein e Mamlok-Naaman (2007) relatam que há muito tempo a experimentação é um elemento chave na área de ciências, na qual Park e Song (2018) consideram a experimentação como um ponto muito importante na escola, na qual podem ser adicionadas outras questões como o que, como e o porquê de se implementar esse recurso.

Segundo Galiuzzi e Gonçalves (2004) a experimentação é uma excelente ferramenta pedagógica, adequada para despertar o interesse dos estudantes, motivá-los, além de ampliar a capacidade do aluno para o aprendizado, ou seja, a atividade

experimental é uma parte essencial para o ensino de química.

Giordan (1999) faz suas considerações quando aborda que a experimentação em química desperta forte interesse entre os alunos, independentemente do nível de escolaridade, pois para eles a experimentação tem caráter motivador, lúdico, por estar vinculada aos sentidos.

A apresentação do conhecimento químico é apresentada por Silva (2016) com uma abordagem em três modelos:

A fenomenológica, na qual residem os pontos chave relacionados ao conhecimento e que podem apresentar uma visualização concreta, de análise e determinações; a teórica, em que temos explicações embasadas em modelos tais como átomos, íons etc., necessários para produzir as explicações para os fenômenos; e a representacional, que engloba dados pertencentes à linguagem característica da Química, tais como fórmulas, equações (SILVA, 2016, p.14)

Daí a necessidade da experimentação, como forma de fazer as ligações entre os três níveis de abordagem em que o conhecimento químico é expresso.

De acordo com Oliveira (2010), a experimentação apresenta algumas contribuições tais como:

- Motivar e despertar a atenção dos alunos.
- Desenvolver trabalhos em grupo.
- Iniciativa e tomada de decisões.
- Estimular a criatividade.
- Aprimorar a capacidade de observação e registro.
- Analisar dados e propor hipóteses para os fenômenos.
- Aprender conceitos científicos.
- Detectar e corrigir erros conceituais dos alunos.
- Compreender a natureza da ciência.
- Compreender as relações entre ciência, tecnologia e sociedade.
- Aprimorar habilidades manipulativas.

Assim, podemos chegar à conclusão de que a teoria utiliza modelos para explicar o visualizado ou percebido no âmbito fenomenológico, e o representacional, atua como uma ferramenta simbólica para estabelecer a relação entre a primeira e segunda forma de abordagem. Ou seja, a construção do conhecimento químico depende da inter-relação entre essas três formas de abordagem (MACHADO, 2004).

Também, segundo Galiazzi e Gonçalves (2004) a experimentação é uma ótima

ferramenta pedagógica, adequada para despertar o interesse dos estudantes, motivá-los, além de ampliar a capacidade do aluno para o aprendizado, ou seja, a atividade experimental é uma parte essencial para o ensino de química.

As atividades experimentais são de extrema importância durante o processo de ensino-aprendizagem, o ensino experimental deve ser a base no ensino de ciências. A experimentação sempre desperta a curiosidade e o interesse nos estudantes pois terão a oportunidade de presenciar o processo ocorrendo de algo que antes era intocável ou só imaginável. A mais de 2300 anos Aristóteles defendia a experiência quando afirmava que "quem possua a noção sem a experiência, e conheça o universal ignorando o particular nele contido, enganar-se-á muitas vezes no tratamento" (GIORDAN, 1999).

Segundo Guimarães (2009, p. 198), "a experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a criação dos problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamento de investigação".

[...] Se uma aula experimental for organizada de forma a colocar o aluno diante de uma situação problema, e estiver direcionada para a sua resolução, poderá contribuir para o aluno raciocinar logicamente sobre a situação e apresentar argumentos na tentativa de analisar os dados e apresentar uma conclusão plausível. Se o estudante tiver a oportunidade de acompanhar e interpretar as etapas da investigação, ele possivelmente será capaz de elaborar hipóteses, testá-las e discuti-las, aprendendo sobre os fenômenos estudados e os conceitos que os explicam, alcançando os objetivos de uma aula experimental, a qual privilegia o desenvolvimento de habilidades cognitivas e o raciocínio lógico (SUART *et al.*, 2009, p. 51).

Assim, conforme Scopel (2015), a aprendizagem dá-se devido às experiências que fazem parte do dia a dia na qual poderá favorecer o desenvolvimento de competências, habilidades e conhecimentos acerca de diversos assuntos, que faz com que o sujeito reconheça a importância do saber e a aplicabilidade dos conhecimentos construídos.

### **3.4 Os três momentos pedagógicos como estratégia de ensino**

A metodologia dos 3MP (Três Momentos Pedagógicos) foi aprimorada no início da década de 1980 por meio de uma transposição da concepção de educação de Paulo Freire para o ambiente da educação formal. Trata-se, portanto, de um recorte de tudo o que Freire teorizou e até mesmo aplicou relacionado à educação (BONFIN

*et al.*, 2018, p. 188).

Os “Três Momentos Pedagógicos”, segundo Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011) é apresentada e representada sob a ótica de uma abordagem temática, constituída por: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento.

Segundo Pierson (1997) apresenta que devem se suceder no processo de ensino e aprendizagem de forma simplificada: o primeiro momento de imersão no real, o segundo marcado pela tentativa de abranger o conhecimento, já edificado e sistematizado, relacionado a este contexto que se observa de forma real e o terceiro momento de volta ao real, agora de posse dos novos conhecimentos que permitam um novo patamar de conhecimento de forma prática.

## 4 PERCURSO METODOLÓGICO

### 4.1 Fundamentação da pesquisa

Esta é uma pesquisa de natureza qualitativa e socioeducacional que utiliza como abordagens o levantamento bibliográfico e a pesquisa ação para investigar a temática do fenômeno físico-químico da adsorção como eixo norteador em uma proposta manual de atividades investigativas.

Segundo Gil (2017, p. 34), a pesquisa bibliográfica “[...] é elaborada com base em material já publicado. Como livros, revistas, jornais, teses, dissertações e anais de eventos científicos [...]”, ainda o autor destaca as vantagens deste modelo de pesquisa, pois através disso o pesquisador pode ter acesso a uma gama de materiais bastante ampla. Para Marconi e Lakatos (1992), a pesquisa bibliográfica é considerada como o passo inicial de toda a pesquisa científica, pois sua finalidade principal é colocar o pesquisador em contato direto com todos os materiais já escritos sobre um assunto específico, seja ele em forma de livros, artigos, revistas, publicações etc., podendo assim ser feita uma análise das pesquisas e manipulação das informações.

A pesquisa bibliográfica é um modelo de pesquisa bastante utilizado por pesquisadores e também em âmbito acadêmico, pois através dela que o pesquisador fundamenta seu trabalho examinando outros estudos já existentes e publicados. Para Severino (2007, p. 122) “[...] utiliza-se de dados ou de categorias já trabalhadas por outros pesquisadores e devidamente registradas”.

Nesse estudo, a pesquisa bibliográfica serviu de base para a fundamentação teórica e o embasamento dos temas que se fizeram necessário para a elaboração do manual de atividades. No âmbito do tipo de estudo e o local de sua realização esta pesquisa se configura como um estudo de campo. Segundo Marconi e Lakatos (1992), na pesquisa de campo o pesquisador pode realizar o seu levantamento de dados no próprio local onde os fenômenos estão sendo analisados, podendo ser feito de várias formas, dentre elas a entrevista, observações diretas, entre outros.

Para Mattar (2021, p. 127) “[...] o campo, que compreende uma delimitação espacial, é o lugar do vivido, no qual os acontecimentos, os fatos, os eventos e os

comportamentos se manifestam. Na pesquisa, o campo se revela dinâmico, contraditório e vivo”, por isso é no campo que o pesquisador vai ter o contato direto com o objeto que irá ser estudado, podendo observar como os fatos acontecem e quais se destacam com maior relevância.

O campo de investigação dessa pesquisa será em uma turma de estudantes ingressantes de um curso de Licenciatura em Química junto a exploração do manual de atividades proposto pelo pesquisador. A principal estratégia de obtenção dos dados se dará por meio da observação. Para Lakatos e Marconi (2003, p. 190) “[...] a observação é uma técnica de coleta de dados para conseguir informações e utiliza os sentidos na obtenção de determinados aspectos da realidade. Não consiste apenas em ver ou ouvir, mas também em examinar fatos ou fenômenos [...]”.

## 4.2 Elaboração do Manual de atividades

A construção do manual de atividades usou como fundamentação a abordagem dos Três Momentos Pedagógicos (3MPs) de Delizoicov e Angotti (1990). Esses autores destacam que o professor pode utilizar algumas circunstâncias, como roteiros e instruções para desenvolver uma proposta de ensino, sem deixar de utilizar elementos que são interessantes ao grupo de alunos, levando em conta as condições locais e regionais onde estejam atuando. A estruturação dos 3MPs, segundo Delizoicov e Angotti (1990), é apresentada no Quadro 3.

**Quadro 3 - Didática dos Três Momentos Pedagógicos**

<b>Momentos</b>	<b>Descrição</b>
<b>Primeiro Momento:</b> Problematização Inicial	apresentam-se questões ou situações reais que os alunos conhecem e presenciam e que estão envolvidas nos temas. Nesse momento pedagógico, os alunos são desafiados a expor o que pensam sobre as situações, a fim de que o professor possa ir conhecendo o que eles pensam.
<b>Segundo Momento:</b> Organização do Conhecimento	momento em que, sob a orientação do professor, os conhecimentos de química necessários para a compreensão dos temas e da problematização inicial são estudados.
<b>Terceiro Momento:</b> Aplicação do Conhecimento	momento que se destina a abordar sistematicamente o conhecimento incorporado pelo aluno, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram seu estudo quanto outras que, embora não estejam diretamente ligadas ao momento inicial, possam ser compreendidas pelo mesmo conhecimento.

**Fonte: Adaptado de Delizoicov (1982).**

Para o planejamento do manual de atividades inicialmente foi elaborado um Framework (Quadro 4) para organizar um roteiro de aulas utilizando os três momentos pedagógicos na abordagem do fenômeno físico-químico da adsorção articulado ao contexto ambiental sob o viés investigativo e experimental.

**Quadro 4 - Planejamento do manual de atividades**

<b>Título</b>	<b>INVESTIGANDO O FENÔMENO DA ADSORÇÃO</b>		
<b>Público-alvo:</b>	Ingressantes de um curso de licenciatura em Química		
<b>Problematização:</b>	Explorar os conhecimentos iniciais sobre adsorção a partir de uma notícia: “Pesquisa usa a casca do maracujá para adsorver corantes na água”		
<b>Objetivo Geral:</b>	Contextualizar o fenômeno físico-químico da adsorção por meio de atividades investigativas e experimentais		
<b>Metodologia de Ensino</b>			
<b>Aulas</b>	<b>Momento</b>	<b>Tema</b>	<b>Dinâmica das Atividades</b>
<b>1</b>	1º Momento: Problematização Inicial	Explorando o fenômeno de adsorção	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Questionário inicial sobre o assunto;</li> <li>• Leitura e discussão de notícia;</li> <li>• Experimento investigativo.</li> </ul>
<b>2</b>	2º Momento: Organização do conhecimento	Definindo e conceituando o fenômeno da adsorção	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conteúdo Expositivo e dialogado sobre Adsorção;</li> <li>• Recorte de vídeo sobre adsorção</li> <li>• Elaboração conjunta sobre a definição do fenômeno da adsorção.</li> </ul>
<b>3</b>	3º Momento: Aplicando o conhecimento	Reconhecendo e utilizando o fenômeno de adsorção no cotidiano	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Discussão de situações cotidianas envolvendo adsorção.</li> <li>• Questionário Final.</li> </ul>
<b>Avaliação:</b>	A avaliação será formativa se dará durante todas as aulas de forma processual mediante a participação nas discussões e das respostas nas atividades propostas.		
<b>Bibliografia:</b>	<b>Referencial Teórico:</b>	CARVALHO, A. M. P. (Org.). Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.  DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. C. A. Ensino de ciências: fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez, 2011.  SANTOS, W. L. P; SCHNETZLER, R. P. Educação em química: compromisso com a cidadania, 2010. Ijuí: Editora da Unijuí.	

**Fonte: Autoria própria (2023)**

Foram planejadas três aulas de 50 min utilizando como estratégias a leitura e discussão de notícias, a problematização, questionamentos, contextualizações,

investigação e experimentação.

### 4.3 Testagem do manual de atividades

O Contexto da pesquisa foi a disciplina de Química Experimental, na qual estavam matriculados 14 estudantes do primeiro período do curso de Licenciatura em uma Universidade na cidade de medianeira-PR, no turno da noite no primeiro semestre letivo do ano de 2023. A escolha dessa turma foi baseada no fato desses sujeitos serem egressos do Ensino Médio e, portanto, com características semelhantes às do público-alvo do manual elaborado. Inicialmente foi apresentada a proposta à professora da disciplina e após sua autorização agendada a data para a proposição das atividades junto aos estudantes. Na ocasião de aplicação os 10 participantes presentes foram esclarecidos sobre o objetivo e a finalidade da atividade e convidados a participarem.

As atividades contidas no manual foram divididas em três aulas de aproximadamente cinquenta minutos cada planejadas para atingirem os objetivos listado no Quadro 5.

**Quadro 5 – Objetivos para cada aula do manual**

<b>Aula</b>	<b>Momentos</b>	<b>Objetivos de Aprendizagem</b>
Aula 01	1º Momento: Problematização Inicial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o fenômeno da adsorção;</li> <li>• Problematizar a adsorção por meio de uma notícia;</li> <li>• Investigar a adsorção por meio de um experimento.</li> </ul>
Aula 02	2º Momento: Organização do conhecimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentar os conceitos básicos de adsorção sob uma perspectiva físico-química;</li> <li>• Possibilitar que os estudantes, compreendam, organizem e descrevam os conceitos envolvidos no fenômeno de adsorção;</li> <li>• Relacionar o fenômeno de adsorção com situações cotidianas.</li> </ul>
Aula 03	3º Momento: Aplicando o conhecimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promover a aplicação dos conhecimentos mobilizados em torno do fenômeno de adsorção.</li> <li>• Verificar se os alunos descrevem e identificam o fenômeno de adsorção em situações cotidianas.</li> </ul>

**Fonte: Autoria própria (2023)**

#### 4.4 Produção e análise dos dados

Os dados produzidos nessa pesquisa são de natureza qualitativa e foram divididos em dois grupos. O primeiro consistiu na análise do manual de atividade mediante a descrição das atividades e recursos presentes em sua estrutura, buscando-se destacar as escolhas e justificá-las com base na literatura quanto a vantagens e potencialidades como repertório metodológico. O segundo grupo consiste nos dados obtidos durante a testagem do produto junto aos participantes da pesquisa que consiste na observação participante do pesquisador e atividades produzidas ao longo da implementação. As respostas dos estudantes depois de transcritas foram codificadas pelas letra “A” seguida de um número em ordem crescente. Por exemplo, para as respostas e do quinto participante foi usado o código A5.

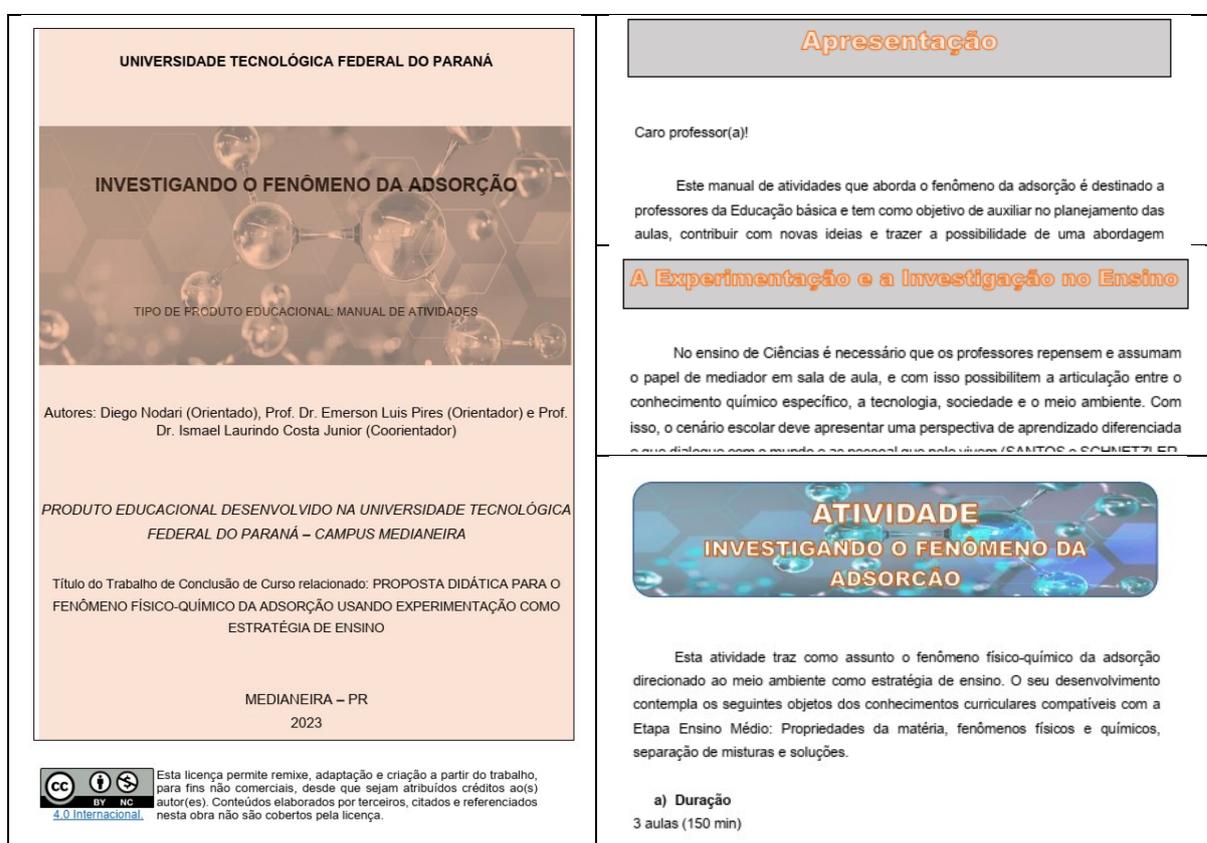
Quanto a análise, o primeiro conjunto de dados foi tratado por meio de análise descritivo-analítica do manual. O segundo conjunto, contendo as respostas das atividades, foi inicialmente explorado pela técnica da nuvem de palavras usando o aplicativo *Wordart*®. Na sequência, mediante a fragmentação e interpretação das informações, buscamos interpretar como se deu a interação dos estudantes com as atividades do manual proposto e os conhecimentos sobre adsorção mobilizados a partir das estratégias utilizadas.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 O manual de atividades proposto

O manual de atividades elaborado teve como objetivo explorar o fenômeno físico-químico da adsorção no contexto ambiental como estratégia no ensino de química (Apêndice A). Na Figura 3 apresentamos recortes que ilustram o material proposto.

Figura 3 - Recortes do Manual de atividades



Fonte: Autoria própria (2023)

Foram propostas uma seção de apresentação destinada a apresentar ao leitor as intenções e objetivos do manual, seguida de uma breve fundamentação teórica que buscou abordar a investigação e a experimentação no ensino de química. A atividade propriamente dita foi chamada de “Investigando o Fenômeno da Adsorção” e é baseada na abordagem investigativa. Sua estrutura é organizada nos três momentos pedagógicos que se desenvolvem a partir da temática do fenômeno físico-químico da adsorção. Adaptada para uma proposta didática no Ensino Médio.

Segundo Borges (2002) as atividades investigativas têm por proposição a mobilização do estudante tirando o mesmo da sua posição de passividade perante sua aprendizagem. Para que isso ocorra é necessário

[...] o professor deve apreender o conhecimento já construído pelo aluno; para aguçá-lo as contradições e localizar as limitações desse conhecimento, quando cotejado com o conhecimento científico, com a finalidade de propiciar um distanciamento crítico do educando, ao se defrontar com o conhecimento que ele já possui, e, ao mesmo tempo, propiciar a alternativa de apreensão do conhecimento científico (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERAMBUCO, 2007, p. 199).

O Primeiro momento consistiu na problematização inicial onde buscou-se explorar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o fenômeno da adsorção e posteriormente contextualizá-lo e investigá-lo a partir de problematizações feitas pelo professor (Figura 4).

**Figura 4 - Recortes das atividades do Primeiro momento**

<p> <b>1º Momento: Problematização Inicial</b> <b>Explorando o fenômeno de adsorção</b></p> <p><b>Duração</b> 50 min</p> <p><b>Objetivos</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o fenômeno da adsorção;</li> <li>Problematizar a adsorção por meio de uma notícia;</li> <li>Investigar a adsorção por meio de um experimento.</li> </ol>	<p><b>Etapa 1 – Levantamento:</b> Inicialmente propor um questionário exploratório (Atividade 1). Este deve ser distribuído individualmente e, em seguida, o professor</p> <p> <b>Atividade 1</b></p> <p>ALUNO(A) _____ DATA: ____/____/____</p> <p style="text-align: center;"><b>QUESTIONÁRIO INICIAL</b></p> <p>1º) O que você entende por adsorção? Já ouviu falar sobre esse tema?</p> <p>2º) Você sabe onde o fenômeno da adsorção ocorre em seu dia a dia? Dê exemplos.</p>												
<p><b>Etapa 2 - Contextualização:</b> Leitura e Discussão do <b>Texto 1:</b> Pesquisa usa a casca do maracujá para adsorver corantes na água, disponível em <a href="https://ambiental.t4h.com.br/noticias/pesquisa-usa-a-casca-do-maracujia-para-adsorver-corantes-na-aqua/">https://ambiental.t4h.com.br/noticias/pesquisa-usa-a-casca-do-maracujia-para-adsorver-corantes-na-aqua/</a></p> <p> <b>Texto 1</b></p> <p></p>	<p><b>Etapa 3 Investigação:</b> Propor o <b>Experimento 1</b> para investigar o fenômeno de adsorção.</p> <p style="text-align: center;"><b>EXPERIMENTO INVESTIGATIVO: REMOÇÃO DE CORANTE ALIMENTÍCIO</b></p> <p><b>OBJETIVO:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Explorar a remoção de um corante alimentar presente em um refresco em pó usando materiais sólidos.</li> <li>Testar alguns materiais quanto a capacidade de adsorção de corantes alimentício.</li> </ol> <p><b>MATERIAIS:</b></p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>5 copos de vidro</td> <td>Papel filtro</td> </tr> <tr> <td>5 funis</td> <td>Carvão vegetal</td> </tr> <tr> <td>1 copo de medida com capacidade para 100 mL</td> <td>Areia</td> </tr> <tr> <td>Recipiente de 500 mL</td> <td>Carvão ativado em pó</td> </tr> <tr> <td>Água</td> <td>Carvão ativado granular</td> </tr> <tr> <td>Álcool 70%</td> <td>Refresco em pó sabor uva</td> </tr> </table>	5 copos de vidro	Papel filtro	5 funis	Carvão vegetal	1 copo de medida com capacidade para 100 mL	Areia	Recipiente de 500 mL	Carvão ativado em pó	Água	Carvão ativado granular	Álcool 70%	Refresco em pó sabor uva
5 copos de vidro	Papel filtro												
5 funis	Carvão vegetal												
1 copo de medida com capacidade para 100 mL	Areia												
Recipiente de 500 mL	Carvão ativado em pó												
Água	Carvão ativado granular												
Álcool 70%	Refresco em pó sabor uva												

**Fonte: Autoria própria (2023)**

Para isso utilizou-se um questionário inicial com a intenção de colher as concepções iniciais dos alunos sobre o fenômeno da adsorção. Nele os estudantes responderam questões do tipo exploratórias para que informassem se já haviam ouvido algo sobre esse tema, a diferença entre adsorção física e química, sobre

carvão ativado e se seriam capazes de indicar situações em que este fenômeno estava presente.

No questionário inicial o professor pode sondar o nível de conhecimento dos alunos sobre o tema proposto podendo assim com essas informações modelar sua abordagem conforme a necessidade da turma. Após os alunos responderem o questionário em um tempo estipulado pelo professor (sugestão de 10 minutos) os estudantes formaram um grupo para uma roda de conversa com a finalidade de discutir e socializar as respostas.

Com isso vale ressaltar a importância do conhecimento prévio na qual Silva, Herbert e Soares (2013, p.2) abordam que as perspectivas e conhecimentos prévios dos alunos pode promover “uma mudança conceitual e, assim, iniciar uma construção concreta e significativa da aprendizagem, tendo como ponto de partida a perspectiva conceitual dos sujeitos”.

A segunda etapa trouxe como proposta a leitura e discussão de uma notícia que trata de uma aplicação ambiental da adsorção mediante a uma pesquisa que usa a casca do maracujá para adsorver corantes na água, disponível em <https://ambiental.t4h.com.br/noticias/pesquisa-usa-a-casca-do-maracuja-para-adsorver-corantes-na-agua/>.

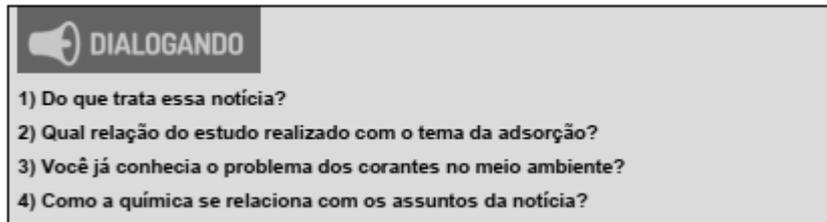
Utilizar a notícia como forma de problematização é uma forma de trazer o conhecimento químico para o cotidiano do aluno. Para auxiliar o estudante na construção do conhecimento, de acordo com Milaré (2008), o educador deve construir um elo entre o conhecimento ensinado e o conhecimento prévio dos alunos. De acordo com Moreira (2012) este último é um dos pontos de partida para promover uma aprendizagem significativa.

Para Ausubel (2003, p. 8), “[...] a aprendizagem significativa é estabelecida quando uma nova informação se ancora a conceitos relevantes prévios existentes na estrutura cognitiva, contudo, ocorrendo um processo de assimilação em que esta nova informação pode ser aprendida significativamente”. O Ensino de Química não deve resumir-se apenas na transmissão de conhecimento. É necessário que os conteúdos conceituais estejam relacionados com a vida do estudante, aproximando-se da sua realidade, dando “sentido ao mundo que nos rodeia e entender o sentido do conhecimento científico” (POZO; CRESPO, 2009, p. 118).

Após a leitura do texto da notícia foi proposta uma discussão guiada por

questões norteadoras a fim possibilitar a exploração das informações (Figura 5).

**Figura 5 – Questionamentos norteadores da exploração da notícia**



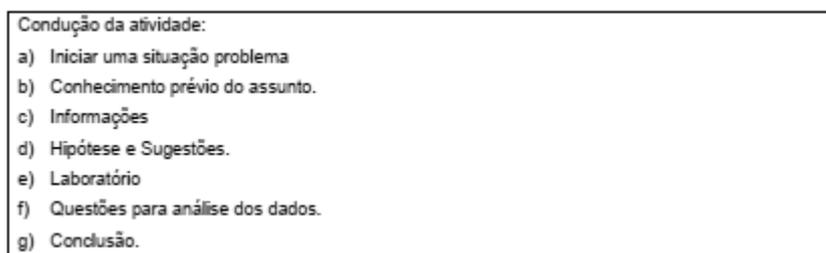
**Fonte: Aatoria própria (2023)**

A importância da discussão, em sala de aula segundo Gadotti (1989) aprimora a relação educador-educando, amplia o significado e o valor da comunhão educativa no processo da ampliação do conhecimento e sua quebra de paradigmas são fundamentais, pois o diálogo é uma exigência existencial.

Com isso Villani e Nascimento (2003), abordam que na educação científica é necessário utilizar diálogos por meio de linguagem científica que compõem questões específicas e particulares. Principalmente neste projeto de pesquisa na área de química que é necessário apresentar pontos teóricos para abranger a prática de química.

Na Etapa 3, atividade proposta foi a de um experimento alinhado com o viés investigativo para que os estudantes explorassem o fenômeno de adsorção. No manual, antes do experimento, foram inseridas instruções sobre a condução da abordagem investigativa (Figura 6).

**Figura 6 – Orientações para condução de atividade investigativa**



**Fonte: Aatoria própria (2023)**

Com isso buscou-se subsidiar ao usuário os encaminhamentos necessários para a realização da atividade seguindo essa abordagem.

Sá *et al.* (2007) apresentam que o papel do professor nas atividades

investigativas é propor e discutir questões, instigar para que os alunos façam planejamento, investiguem, busquem evidências com buscas na teoria para que os mesmos consigam discutir e promover conhecimento uns com os outros com a orientação direta do professor.

O experimento proposto teve como objetivo investigar o que ocorre com uma solução contendo um suco artificial de uva quando percola materiais como areia e diferentes tipos de carvões. No manual foi organizado um roteiro para a condução da atividade e questões destinadas a fomentar as etapas da abordagem investigativa (Figura 7)

**Figura 7 – Roteiro do experimento e as questões de investigação**

EXPERIMENTO INVESTIGATIVO: REMOÇÃO DE CORANTE ALIMENTÍCIO		INVESTIGANDO												
<b>OBJETIVO:</b> a) Explorar a remoção de um corante alimentar presente em um refresco em pó usando materiais sólidos. b) Testar alguns materiais quanto a capacidade de adsorção de corantes alimentício.		1) Será que qualquer sólido pode ser usado no processo de adsorção?												
<b>MATERIAIS:</b> <table border="1"> <tr> <td>5 copos de vidro</td> <td>Papel filtro</td> </tr> <tr> <td>5 funis</td> <td>Carvão vegetal</td> </tr> <tr> <td>1 copo de medida com capacidade para 100 mL</td> <td>Areia</td> </tr> <tr> <td>Recipiente de 500 mL</td> <td>Carvão ativado em pó</td> </tr> <tr> <td>Água</td> <td>Carvão ativado granular</td> </tr> <tr> <td>Álcool 70%</td> <td>Refresco em pó sabor uva</td> </tr> </table>		5 copos de vidro	Papel filtro	5 funis	Carvão vegetal	1 copo de medida com capacidade para 100 mL	Areia	Recipiente de 500 mL	Carvão ativado em pó	Água	Carvão ativado granular	Álcool 70%	Refresco em pó sabor uva	2) A adsorção é um processo físico ou químico?  3) Como você explicaria o que aconteceu com o corante do suco em cada copo?
5 copos de vidro	Papel filtro													
5 funis	Carvão vegetal													
1 copo de medida com capacidade para 100 mL	Areia													
Recipiente de 500 mL	Carvão ativado em pó													
Água	Carvão ativado granular													
Álcool 70%	Refresco em pó sabor uva													
<b>PROCEDIMENTO</b> 1. Preparar 500 mL do suco, dissolvendo o pó em água. 2. Enumerar os copos de 1 a 5. 3. Equipar um funil em cada copo e acrescentar o papel filtro. 4. Deixar o funil do copo 1 vazio, aos demais, preencher metade do funil da seguinte forma: no copo número 2 usar areia, no número 3 usar carvão vegetal, no número 4, carvão ativo granular e no número 5 carvão ativo em pó. 5. Percolar cada sistema com 50 mL de água limpa para retirar partículas e interferentes e descartar. 6. Por fim, percolar 100 mL do suco preparado em cada conjunto e observa o que acontece. 7. Descartar o suco do copo e percolar 50 mL de álcool 70% e observar.		4) Houve alguma diferença nos copos contendo carvão ativo granular e em pó? Explique.  4) Como você explicaria o que aconteceu com a passagem do álcool?												

Fonte: Autoria própria (2023)

O roteiro serve como apoio para a realização do experimento onde é explorado a remoção de um corante alimentar presente em um refresco em pó, mediante à testes utilizando materiais sólidos. A ideia é conduzir os estudantes para a formulação de hipóteses e a conclusão sobre que de fato acontece no experimento, estabelecendo relação com o fenômeno de adsorção. Por meio das ideias e da proposição de um problema a ser resolvido, criamos situações em que os estudantes são levados a raciocinar e construir seu próprio conhecimento (CARVALHO, 2013).

Azevedo (2004) aponta que a utilização de atividades investigativas pode fazer

com que o aluno venha a refletir, discutir, explicar, relatar e, não ficar limitado ao favorecimento de manipulação de objetos e a observação de fenômenos. Para Giordan (1999), os alunos ou professores geralmente costumam atribuir às atividades experimentais um caráter motivador.

As atividades experimentais se configuram em uma estratégia didática, uma vez que propiciam um ambiente favorável às abordagens das dimensões teórica, representacional e, sobretudo, fenomenológica do conhecimento científico (OLIVEIRA, 2010).

Por fim, após o experimento, sugeriu-se que as questões propostas fossem discutidas em grupo e feita a relação dos fenômenos observados com a notícia usada na problematização.

O Segundo momento abordou a construção do conhecimento por meio da definição e conceituação do fenômeno da adsorção. Na Figura 8 apresentamos os recortes das atividades que compõem esse momento.

**Figura 8 - Recortes das atividades do Segundo momento**

 <b>2º Momento: Organização do conhecimento</b> <b>Definindo e conceituando o fenômeno da adsorção</b>	
<p><b>Duração</b> 50 min</p> <p><b>Objetivos</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Apresentar os conceitos básicos de adsorção sob uma perspectiva físico-química;</li> <li>Possibilitar que os estudantes, compreendam, organizem e descrevam os conceitos envolvidos no fenômeno de adsorção;</li> <li>Relacionar o fenômeno de adsorção com situações cotidianas.</li> </ol> <p><b>Procedimentos</b></p> <p><b>1ª Etapa:</b> Abordar de forma expositiva dialogada o tema da adsorção usando slides e projetor da Aula 1.</p> <p><b>Aula 1. Conteúdo Expositivo e dialogado sobre Adsorção usado na organização do conhecimento</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>Investigando o Fenômeno da Adsorção Manual de Atividades <small>Autores: Dep. Heleno (Orientador), Prof. Dr. Christian Luiz Freire (Orientador) e Prof. Dr. Antônio Leonardo Costa Junior (Orientador)</small></p> <p>O que é a adsorção?</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p><b>INTRODUÇÃO</b></p> <p>O que é adsorção? Como acontece? Qual a sua importância?</p> <p>O que NÃO é a adsorção?</p> </div> </div>	<p><b>2ª Etapa:</b> Apresentar um recorte de vídeo explicativo sobre adsorção para reforço dos conceitos trabalhados</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p><b>Vídeo 1 (Até 1:30m)</b></p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p><b>Vídeo 2 (até 3:10min)</b></p>  </div> </div> <p><b>2ª Etapa:</b></p> <p>Nesta etapa será proposta a Atividade 1, os alunos devem se organizar em grupo e produzir um pequeno texto explicando o que aconteceu no experimento usando os conceitos e explicações apresentadas na aula expositiva dialogada.</p> <p><b>Atividade 1. Produção Escrita: Explicando a adsorção</b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;"><b>PRODUÇÃO ESCRITA</b></p> <p>ALUNO(A) _____</p> <p>DATA: ___/___/___</p> <p>1) Com base nos conceitos apresentados na aula e nos vídeos, apresente uma explicação do fenômeno de adsorção relacionando com o experimento.</p> <p>Indique: Adsorvente, Adsorvato, tipo de adsorção que você acha que ocorre e quando não ocorre o processo, qual a explicação que você pode dar.</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> </div>

Fonte: Autoria própria (2023)

A primeira etapa da organização do conhecimento ocorreu por meio de uma

aula expositivo-dialogada na qual forma mediados os conceitos fundamentais sobre o fenômeno da adsorção buscando estabelecer conexão com a investigação realizada por meio do experimento. Diante disso, a cada conceito químico associado ao fenômeno da adsorção explorado retomava-se a etapa do experimento investigativo que articulasse o mesmo (Figura 9).

**Figura 9 – Retomada do experimento na etapa de organização do conhecimento**

Retomando o experimento....	Retomando o experimento....
<p>Utilizamos os seguintes materiais:</p> <p>Areia Carvão vegetal Carvão ativado granular Carvão ativado</p> <p>Você se lembra o que houve com a cor em cada um deles?</p> <p>Como a área superficial e a porosidade podem nos ajudar a entender isso?</p>	<p>Após finalizarmos o processo de percolação do suco no carvão, o que verificamos na cor do suco que atravessou o filtro?</p> <p>O que isso significa?</p> <p>E quando passamos álcool no carvão onde ficou retido o corante, o que houve?</p> <p>O fato do álcool ter "retirado o corante do carvão" indica alguma coisa? Se sim, podemos explicar o tipo de adsorção envolvida?</p>

**Fonte: Autoria própria (2023)**

Nagem *et al.* (2003) abordam que as relações entre os conceitos e a prática de fato se constituem em um recurso didático, que além de promover o ensino e a aprendizagem, também possibilita a verificação da aprendizagem do aluno. São vantagens que requerem planejamento e estruturação por parte do professor pois o entendimento se dá em como o aluno assimilou a informação recebida e como esta foi mediada na sala de aula.

Para Anastasiou (1998) a aula expositivo-dialogada pode colaborar para a apresentação de um assunto ou para explicar os conteúdos, podendo ser dinâmica e combinada com outras técnicas. A autora aborda ainda que é necessário ser observado os momentos didáticos utilizados pelo professor, instigando sempre que os alunos participem e discutam em sala de aula.

Nessas perspectivas é necessário destacar o professor como mediador do conhecimento na sala de aula e a utilização de textos e leituras como forma de contextualização. Francisco Junior (2010) orienta que o texto selecionado pelo professor e apresentado aos alunos deve conter a priori muito mais abrangência do que apenas conceitos, deve ir além, deve permitir a releitura do mundo. Assim, o entendimento deve ser amplo, não apenas o ler e para isso o professor necessita promover ações para que o aluno possa expressar seu entendimento sobre o texto, conduzindo o professor a ser o mediador da leitura e para nortear e esclarecer eventuais dúvidas que surgirem.

Para complementar a explanação, foram sugeridos dois trechos de vídeos para tornar a discussão dos conceitos de forma mais concreta (Figura 10).



Fonte: <https://youtu.be/rYVHWKPIQ38> e <https://youtu.be/nSf4JSRndBI>

Fonte: Autoria própria (2023)

Amaral e Amaral (200) apresentam que a escola deve aproveitar os recursos tecnológicos para modernizar as práticas e propostas de ensino-aprendizagem pois atender e entender a evolução do mundo cada vez mais globalizado fará a diferença no conhecimento dos alunos.

Com esses apontamentos citamos Moran (2009) que apresenta o vídeo como um auxiliar no processo de ensino-aprendizagem, justamente pela sua dinâmica e sua linguagem que facilitam desde os assuntos mais simples aos mais complexos sendo um motivador aos alunos, o aprendizado flui com mais agilidade e entendimento.

Após os trechos de vídeos, foi proposta a Atividade 1 para mediação dos conhecimentos expostos e discutidos nas etapas anteriores (Figura 11). Nela os alunos devem se organizar em grupo e produzir um texto explicando o experimento usando os conceitos e explicações apresentadas na aula expositivo-dialogada. Além disso, a fim de representar o fenômeno de forma mais concreta, também solicitado que os alunos representem a adsorção realizada por meio de uma ilustração.

Após o momento de discussão coletiva entre o professor-estudantes e estudantes-estudantes, é necessário um período para a aprendizagem individual, que pode ser feita por meio da escrita (CARVALHO, 2013).

A escrita é importante, principalmente quando abordamos conceitos e conhecimentos sobre química. Para Klein e Aller (1998) a escrita deve ser abordada e muito discutida devido ser possível um entendimento diferenciado dos conceitos de

química na qual cresce e melhora a comunicação entre alunos e professores, aumentando a preferência por parte dos alunos a estudarem e valorizarem os estudos de química.

**Figura 11 – Produção escrita e ilustração como organização do conhecimento**

<p><b>Atividade 1. Produção Escrita: Explicando a adsorção</b></p> <p style="text-align: center;"><b>PRODUÇÃO ESCRITA</b></p> <p>ALUNO(A) _____</p> <p>DATA: ____/____/____</p> <p>1) Com base nos conceitos apresentados na aula e nos vídeos, apresente uma explicação do fenômeno de adsorção relacionando com o experimento.</p> <p>Indique: Adsorvente, Adsorvato, tipo de adsorção que você acha que ocorreu e quando não ocorreu o processo, qual a explicação que você pode dar.</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
<p>2) Faça um desenho ilustrando o sistema em que houve mais remoção do corante do suco. Indique como observaríamos o processo caso fosse possível enxergar o seu acontecimento a olho nu.</p>

**Fonte: Autoria própria (2023)**

Vigotski (2000), reforça que a escrita se torna robusta com a sua prática e a apropriação, domínio e consciência da linguagem. Nas aulas de química especificamente os alunos se tornam aptos e capazes de utilizar os termos da linguagem de química de forma consciente e correta dos termos, ampliando o conhecimento dos alunos.

Quanto a ilustração ou imagem no contexto pedagógico, Carneiro (1997, p. 367) sugere a definição de imagem como “representação visual, real ou analógica de um ser, fenômeno ou objeto, que normalmente se apresenta em oposição ao texto escrito [...], onde a oposição se situa entre a imagem e linguagem, ou seja, signo linguístico e signo não linguístico”. Assim sendo, a imagem ou ilustração é acatada como complementar ao texto.

Perales (2006) aborda algumas condições que favorecem a eficiência didática das imagens ou ilustrações como, por exemplo: a imagem melhora seu potencial pedagógico quanto mais complexa é sua capacidade de representar o conteúdo com o qual se relaciona.

Velázquez-Marcano *et al.* (2004) asseguram que o uso de visualizações é muito

importante para o ensino de química, principalmente na forma de demonstrações em sala de aula e de animações que evidenciam a natureza específica da matéria.

O terceiro momento compreendeu a aplicação do conhecimento, nele buscamos fazer com que os estudantes reconhecessem utilizassem o fenômeno de adsorção no cotidiano. Para isso foi proposta a atividade 2, contendo um questionário final constituído de duas situações para análise em grupo e duas questões dissertativas sobre o experimento e indicação de situações do dia a dia em que eles eram capazes de indicar o processo de adsorção (Figura 12).

**Figura 12 – Questionário Final usado na aplicação do conhecimento**

 <p><b>Atividade 2</b></p>
<p>ALUNO(A) _____</p> <p>DATA: ____ / ____ / ____</p>
<p><b>QUESTIONÁRIO FINAL</b></p>
<p>1ª) Analise as situações abaixo:</p> <p><b>Situação 1</b>          O carvão ativado é um material que possui elevado teor de carbono, sendo muito utilizado para a remoção de compostos orgânicos voláteis do meio, como o benzeno. Para a remoção desses compostos, utiliza-se a adsorção. Esse fenômeno ocorre por meio de interações do tipo intermoleculares entre a superfície do carvão (adsorvente) e o benzeno (adsorvato, substância adsorvida).</p> <p>a) Que tipo de adsorção acontece entre o carvão e o benzeno?</p>
<p><b>Situação 2</b>  <b>Como usar borra de café para tirar o odor da geladeira</b>          Para se livrar do odor na geladeira de forma prática e fácil, coloque a borra de café em recipiente aberto e deixe na geladeira por até 3 dias, trocando se necessário. O café absorve de maneira rápida o mau cheiro. Mas é importante lembrar: a limpeza no eletrodoméstico deve ser feita 1 vez por mês.</p> <p>a) A explicação dada neste trecho está correta? Caso não esteja, indique o que há de errado.</p> <p>b) Como você explicaria o que acontece nessa situação?</p>
<p>2ª) O experimento realizado ajudou a entender melhor o fenômeno de adsorção?          Comente.</p>
<p>3ª) Quais outras situações do seu cotidiano você é capaz de identificar a presença da adsorção?</p>

Fonte: Autoria própria (2023)

A etapa de aplicação do conhecimento é muito importante pois é nela que o aluno tem oportunidade de relacionar o conhecimento explorado com a sua realidade. Nesse aspecto, Pivatto (2014), aborda que a aprendizagem efetiva só acontece

quando o aluno é capaz de receber novas informações e construir um elo de ligação com o que ele já sabe com o novo aprendizado estabelecendo uma aprendizagem significativa e relevante. Para promover a aprendizagem significativa, Moreira e Masini (2001) asseguram que primeiramente é necessário ter uma organização prévia por parte do professor com relação aos conceitos, através de organizadores prévios cuja função é superar a fronteira entre o que o aluno já sabe e aquilo que ele precisa saber.

## **5.2 Implementação do manual de atividades**

Após a organização do manual de atividades o mesmo foi implementado junto à dez estudantes da disciplina de química geral experimental em um curso de Licenciatura em Química. As atividades investigativas desenvolvidas no manual, foram realizadas durante três aulas de cinquenta minutos cada, com o intuito do desenvolvimento e compreensão do tema adsorção pelos participantes.

Iniciou-se a aula com a explicação do motivo para a realização da atividade proposta, seguido do convite para que todos contribuíssem e participassem, com a livre opção de escolha em permanecer ou não se assim desejassem. Na sequência, fez-se a apresentação do tema a ser explorado na atividade e os alunos foram acomodados no laboratório onde foram divididos em três grupos.

No primeiro momento, estabelecido como problematização, foi distribuído um questionário inicial para que os dez participantes respondessem individualmente, com a intenção de que fosse captado indicativos do conhecimento prévio sobre o fenômeno da adsorção. Após a recolha foram feitas perguntas aos presentes como forma de contextualizar as questões respondidas no instrumento, tais como se eles já haviam estudado algo a respeito nas aulas de química no Ensino Médio ou na faculdade. Os alunos responderam que não ou que não lembravam.

Ainda no primeiro momento durante o tempo determinado para que os mesmos respondessem muitos tinham dúvidas e levantaram questionamentos sobre o que responderiam, alguns tentavam relacionar o tema com coisa que vivenciaram por exemplo que utilizavam o carvão ativado quando um animal ou pessoa se intoxicava, já outros não tinham recordações de terem contato com o fenômeno da adsorção e também não sabiam qual a aplicação do mesmo.

Na sequência foi distribuído um texto para leitura sobre uma pesquisa que

utilizava a casca do maracujá para adsorver corantes na água, foi estipulado um tempo para a leitura individual do texto e na sequência os alunos tinham algumas questões para responderem oralmente após a leitura. A Figura 13 demonstra os alunos participando da realização da atividade.

**Figura 13 – Participação dos estudantes no primeiro momento da atividade**



**Fonte: A autoria própria (2023)**

Após a leitura do texto que foi entregue aos alunos notou-se que eles estavam se familiarizando com o tema em questão e estavam discutindo questões e perguntando como por exemplo era feito para que a casca de maracujá se tornasse um bom adsorvente e também se era possível utilizar cascas de outros frutos.

Durante a discussão das questões que estava em sequência ao texto os alunos interagiram entre si e começaram a fazer uma conexão do seu cotidiano com o tema da notícia, em uma das questões que perguntava se eles já conheciam o problema que os corantes trazem e causam ao meio ambiente alguns dos alunos comentaram que já tinha visto em determinados rios com cores devido a despejos de alguma indústria.

Na sequência foi explicado aos estudantes que na nossa região não era tão comum a contaminação de efluentes com corantes devido não ser um polo têxtil como é o caso de algumas cidades do estado de Santa Catarina onde este tipo de atividade predomina, os alunos foram instigados a pensarem em soluções ambientais para o problema da contaminação por corantes, e que eles poderiam também fazer disso um trabalho que pode trazer remuneração através de soluções ambientais para o químico enquanto profissional. As questões buscavam saber se os alunos conseguiram identificar do que se tratava a notícia contida no texto e relacionar seu conteúdo com

a química e a adsorção. Pode-se observar respostas satisfatórias, pois os alunos conseguiram de forma clara identificar o uso da casca de maracujá na retirada de corantes poluentes dos rios e que o conhecimento em química estava presente. Nesse ponto das discussões alguns dos participantes já se perguntava se aquele processo apresentado na notícia seria a adsorção.

Após uma breve discussão sobre o tema fez-se uma introdução sobre o experimento que seria realizado, então foi distribuído um roteiro com os norteamentos para que os alunos utilizassem como referência para realização do experimento.

Na bancada de cada grupo estava quatro béqueres com funil e filtro e também os materiais que seriam utilizados no experimento: areia, carvão vegetal, carvão ativado granular e carvão ativado em pó. A introdução sobre o experimento levou em consideração o exposto na notícia que eles haviam lido e pela proposição do seguinte questionamento: Será que algum desses materiais conseguiria remover um corante em água?

A partir daí, os participantes iniciaram os testes, recebendo ocasionalmente direcionamentos. Iniciaram suas observações, começando pela areia, depois carvão vegetal, carvão ativado granular e por último carvão ativado em pó. A Figura 14 mostra a realização da atividade experimental pelos participantes.

**Figura 14 – Realização do experimento**



**Fonte: Autoria própria (2023)**

Nas observações dos testes com cada material utilizado os estudantes verificaram que aquele que melhor removeu a cor do suco de uva foi o carvão em pó retirando praticamente toda a cor da solução (Figura 15). Isso despertou bastante a curiosidade dos alunos pois era algo bem visível, neste momento os alunos já sabiam

que tinha ocorrido um processo de remoção, com alguns já começando a questionar se isso seria a tal adsorção, mas ainda não entendiam exatamente como ocorria. Os alunos foram orientados a tentar responder com suas palavras as questões que direcionavam a investigação no experimento.

**Figura 15 – Resultados dos testes realizados pelos alunos**



**Fonte: Autoria própria (2023)**

No questionário do experimento os alunos conseguiram responder sobre a adsorção, temas este que inicialmente a maioria nem sabia do que se tratava quando responderam ao questionário inicial. Um dos participantes tentou explicar como o fenômeno da adsorção acontecia no experimento. Segundo o entendimento dele o carvão ativado puxava o corante, da mesma forma que fazia com o veneno quando sua família dava o carvão ativado para um animal envenenado. Essa explicação apesar de superficial, sugeria que o aluno compreendia a existência de alguma interação entre o carvão e o corante, mesmo sem saber descrevê-la ou conceituá-la apropriadamente.

No segundo momento, definido como organização do conhecimento, os alunos foram realocados para uma sala de aula para que pudéssemos realizar a aula expositivo-dialogada utilizando slides ilustrativos sobre o fenômeno da adsorção. Foram discutidos os conceitos físico-químicos envolvidos quanto aos tipos de adsorção, onde e como ela acontece e quais as características dos materiais adsorventes. Durante a discussão, muitos alunos fizeram perguntas sobre o que estava sendo mostrado e também fizeram as conexões necessárias sobre o que tinha ocorrido anteriormente durante o experimento. Uma dúvida que gerou discussão foi a diferença entre a adsorção física e química e qual delas ocorria entre o carvão e o corante. Foi necessária a retomada da última parte do experimento, onde os alunos deveriam observar se o álcool era capaz de remover o corante do carvão ativado em

pó. Destaca-se que nessa etapa aconteceu bastante interações entre o pesquisador e os alunos na aula no sentido de auxiliá-los a compreender os conceitos físico-químicos e a investigação experimental realizada.

O fechamento do segundo momento ocorreu por meio de uma pergunta onde eles deveriam resumir as observações do experimento e relacionar com as explicações fornecidas, indicando o que era adsorvente, adsorvato e tipo de adsorção que eles achavam que tinha ocorrido e quando esta não ocorreu no processo, qual a explicação que eles davam. Oralmente as respostas dos alunos forma assertivas uma pequena parcela estava confundindo os termos, mas a maioria respondeu corretamente. Foi pedido também que eles ilustrassem como imaginavam o fenômeno caso pudessem observá-lo ocorrendo.

O terceiro momento envolveu a aplicação do conhecimento. Para essa etapa os alunos receberam o questionário final, a fim de verificar se eram capazes de relacionar outras situações com o fenômeno estudado. Na primeira parte desse instrumento foi fornecida aos estudantes uma situação do cotidiano em que se usa borra de café para remover odores desagradável em geladeira. Os mesmo tiveram que analisar e responder os questionamentos propostos. Por fim os participantes foram indagados sobre a atividade realizada e se ela havia contribuído com a aprendizagem dos conceitos físico-químicos envolvendo o fenômeno da adsorção.

### **5.3 Análise das atividades propostas**

Para a Análise de Conteúdo, foram selecionadas três das atividades produzidas ao longo do manual, sendo elas o Questionário Inicial, o Experimento Investigativo e o Questionário Final.

O questionário inicial contém sete questões e foi usado para colher as impressões e concepções prévias dos participantes sobre o tema da adsorção. No Quadro 6 são apresentadas as respostas dos participantes e na Figura 16 representada a nuvem de palavras gerada a partir dessas informações.

A exploração da Figura 17 mostra o predomínio da palavra “Não”, sugerindo que os participantes responderam de forma a desconhecer o fenômeno de adsorção e os demais questionamentos envolvendo carvão ativado e aplicações do processo em seu cotidiano. Podemos observar, em menor frequência (Tamanho das palavras),



Quadro 6 – Respostas dos participantes para o Questionário Inicial

Questões	Participantes									
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
1) O que você entende por adsorção? Já ouviu falar sobre esse tema?	Nunca ouvi falar, mas acho que tem a ver com absorção ou tirar impureza.	É algo que adsorve, eu acho. Nunca ouvi falar.	Nunca ouvi falar.	Não entendo nada.	Não	Não.	Não ouvi falar.	Não ouvi falar.	Já ouvi falar porém não me recordo.	(adsorção é) adsorção não conheço esta palavra
2) Você sabe onde o fenômeno de adsorção ocorre no seu dia a dia? de exemplos.	Não tenho conhecimento científico suficiente para explicar.	Não faço ideia.	Não.	Não sei.	Não.	Não.	Não.	Não tenho ideia.	Não.	Não.
3) Na sua opinião existe diferença entre adsorção química e física?	Sim eu acho	Não sei.	Provavelmente sim.	Não sei.	Não.	Não.	Não sei.	Não sei explicar não lembro.	Sim.	Não.
4) Você já ouviu falar sobre carvão ativado? Comente.	Sim na pasta de dente.	Sim. Nas mascaras para rosto. Nas pastas de dente acho.	Já, é usado para salvar animais que foram envenenados.	Sim.	Já, para os gatos quando são envenenados.	Sim. Para ajudar com problemas de saúde e filtro de água.	Já, porém não recordo o que é.	Sim, sempre vemos em diversos produtos.	Já, na pasta de dente.	Sim. É usado para desintoxicar o organismo. O carvão absorve, ele puxa o veneno para ele e desintoxica a pessoa.
5) Você e sua família fazem uso de algo que utiliza carvão ativado? Dê exemplo.	não.	Sim, pasta de dente.	Sim, temos estoque caso envenenem algum gato.	Sim. Quando um gato ou cachorro se	Não.	No filtro de água para filtrar.	Não recordo.	Sim, fazem os usos em pasta de	Sim, na pasta de dente.	Não.

				envenena .				dent e másc ras faciais.		
6) O tema adsorção ou algo relacionado já foi trabalhado nas aulas de Química?	Não.	Não.	Ainda não.	Não lembro.	Não.	Não sei.		Não.	Sim.	Não. Eu não me lembro.
7) Você sabe qual relação do carvão ativado com a adsorção?	Não sei.	Não sei.	Não.	Não.	Não.	Não sei.			Não.	Não.

Fonte: Autoria própria (2023)

Já na Questão 4, todos os participantes informaram conhecer o carvão ativado, inclusive, com alguns deles sendo capazes de exemplificar produtos e situações em que essa substância é usada, conforme o aluno A2 que respondeu “*Sim. Nas mascararas para rosto. Nas pastas de dente acho*”, indicando aplicação em cosméticos e o A10 “*Sim. É usado para desintoxicar o organismo. O carvão absorve, ele puxa o veneno para ele e desintoxica a pessoa*” com uma indicação de uso para fins na área de saúde

Na Questão 5, sobre usos para o carvão ativado três alunos responderam que não sabiam e um que não recordava, já outros responderam que era usado na pasta de dentes, como o aluno A8 “*Sim, fazemos uso em pasta de dentes e máscaras faciais*”, e para fins de desintoxicação, como o aluno A3, “*Sim, temos estoque caso envenenem algum gato*”. Outro aluno (A6) respondeu que utiliza no filtro de água. Em geral as respostas reforçam o que foi observado na questão 4 onde, mesmo sem saber conceitualmente sobre o fenômeno da adsorção, o carvão ativado tem seu uso presente no cotidiano pela sua eficácia em certas situações.

Quanto à exploração do fenômeno de adsorção nas aulas de química (Questão 6) e a relação entre o carvão ativado e os mesmos, todos os dez participantes informaram não ter visto ou não se recordar e que não sabiam se havia alguma relação respectivamente.

Diante dos dados do Questionário Inicial podemos considerar que o fenômeno da adsorção não é explorado na educação básica, seja na forma de conteúdos em processos de separação ou fenômenos de superfície, ou de forma contextualizada em temáticas ambientais e em saúde, exceto pela abordagem direta do carvão ativado em termos de uso sem a articulação com o fenômeno em si.

A segunda Atividade avaliada foi o Experimento Investigativo no qual foi proposta a remoção do corante presente em um refresco de uva usando areia, carvão vegetal, carvão ativo em pó e carvão ativo granular. Na Figura 17 apresentamos a nuvem de palavras que representa o conjunto das repostas para as questões que nortearam o experimento.

Podemos verificar o predomínio das palavras “carvão”, “não”, “pó” e “corante” decorrentes das repostas aos questionamentos sobre em qual material ocorreria a adsorção do corante. Os termos “físico” e “químico” podem ser relacionados a indicação do tipo de adsorção envolvido na concepção dos participantes. As palavras

“adsorvido”, “adsorver” e “ficou”, por sua vez, expressam a tentativa de explicar o fenômeno observado na passagem do suco pelos sólidos. A etapa de dessorção investigada no final do experimento pode ser representada pelas palavras “saiu”, “dessorveu”, “retirou”, “lavou”.

**Figura 17 – Nuvem de palavras para o Experimento Investigativo**



**Fonte: Autoria própria (2023)**

No Quadro 7 são apresentadas as questões de investigação e as respostas dos participantes.

**Quadro 7– Respostas dos participantes para as questões do Experimento Investigativo**

Questões	Participantes									
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
1) Será que qualquer sólido pode ser utilizado no processo de adsorção?	não nem todos podem.	Não.	Não	Não	não melhor foi o carvão ativado em pó.	não, o mais indicado é o carvão ativado em pó.	não pode ser qualquer solido para se obter resultados aceitáveis.	não pois nem todos tem porosidade adsorvente.	Não.	Não.
2) A adsorção é um processo físico ou químico?	Os dois, pois o suco ficou sem resíduos visivelmente e as moléculas de corante foram retidas físico e quimicamente	físico pois é reversível.	Físico-químico.	físico e químico.	Processo físico-químico	Processo físico-químico.	Físico químico.	Os dois.	Físico químico.	Físico químico.
3) Como você explicaria o que aconteceu com o corante do suco em cada copo?	Copo1- areia não conseguiu filtrar apesar de parecer mais puro, copo 2- o carvão vegetal não consegue adsorver, copo 3- o carvão ativado granular não conseguiu retirar completamente, copo 4-no carvão em pó retirou o corante.	Areia – nada, carvão de churrasconada, carvão ativado granuladono corante saiu por causa de o carvão ser um agente adsorvente, carvão ativado em pó- é a mesma coisa do	Quando a substancia foi filtrada pelo solido o solido em questão absorveu o corante presente no liquido-carvão ativado em pó os outros sólidos apresenta	nos primeiros 3 copos o corante não foi adsorvido no 4 copo foi adsorvido , porém não em 100% copo 1- areia, copo 2- carvão de churrasco , copo 3- carvão	No primeiro, segundo e terceiro copo o corante não deu certo a adsorção. No quarto copo com carvão ativado foi o	No copo que contém carvão ativado em pó obteve-se adsorção. Já nos demais não se obteve-se bons resultados.	No copo com areia, teve uma adsorção mínima. No copo com carvão ativado foi igual a areia. No copo com carvão ativado granular foi igual a areia e ao carvão vegetal, no carvão ativado em	As propriedades do carvão foram como um ímã para o corante.	A cor foi adsorvida	A cor ficou adsorvida.

		outro só que com maior área superficial.	m pouco ou nenhuma capacidade e de adsorção.	ativado granula e copo 4-carvão ativado em pó.	que deu mais certo.		pó a adsorção foi eficaz.			
4) Houve alguma diferença nos copos contendo carvão ativado em pó e granular? Explique.	Sim, o carvão ativado em pó retirou quase cem por cento do corante.	O carvão em pó ativado saiu mais corante pois a superfície de contato era maior.	Sim em pó adsorveu mais.	Sim. No copo carvão ativado granulado o corante não foi adsorvido e no copo de carvão ativado em pó o corante foi adsorvido.	Sim no carvão granular não aconteceu o processo de adsorção. No carvão em pó aconteceu o processo de adsorção e conseguiu eliminar melhor o corante.	Sim. No carvão granulado, não conseguimos ter um bom resultado de adsorção, o carvão granulado não é recomendado para esse tipo de experimento. Diferentemente do carvão em pó onde a adsorção foi realizada com sucesso.	Sim houve diferença, pois, o carvão em pó adsorveu mais o corante que o granular, pois em pó é mais denso tem mais massa fino que envolve para adsorver a cor.	Sim, alguns adsorvem mais outros menos.	Sim, o em pó ficou mais claro.	Sim, cada um teve uma mudança de cor o pó ficou quase transparente.
5) como você explicaria o que aconteceu com a passagem do	Ele lavou o carvão, dessorção.	O álcool lavou o carvão.	O álcool lavou o corante que o	O álcool desolveu o corante do carvão	O álcool fez a limpeza	O álcool tirou o corante do carvão,	O álcool lavou o carvão, levando o	Dessorveu o corante.	Ele ta lavando o carvão. Dessorve	Ele ta lavando, e voltando

álcool?			álcool havia adsorvido .		do carvão para ser utilizad o. O álcool desorve u o corante do carvão.	desolveu. Sendo realizado um processo físico dessolcao.	corante pois o álcool é forte, dessorveu o corante.		u.	para cor inicial. Dessorç ão.
---------	--	--	-----------------------------------	--	---	---	---	--	----	--

Fonte: Autoria própria (2023)

Na questão 1 foi perguntado aos participantes se qualquer sólido poderia ser utilizado na adsorção. A maioria indicou que não, segundo o aluno A1 “não nem todos podem”. Já o aluno A7 respondeu de forma mais completa ao informar que “*não pode ser qualquer solido para se obter resultados aceitáveis*”. O participante A6, por sua vez respondeu que “*não, o mais indicado é o carvão ativado em pó*”, sugerindo que o uso desse adsorvente seria universal, o que de fato não leva em consideração a afinidade entre adsorvente e adsorvato como requisito para o fenômeno. Quanto ao A8, ao responder “*não pois nem todos tem porosidade adsorvente*” demonstrou relacionar os testes realizados no experimento com diferentes carvões e granulometrias para considerar a porosidade como uma propriedade desejável na adsorção.

Para a questão 2, foi perguntado se a adsorção observada era física ou química, nove alunos responderam que era um processo físico-químico ou os dois, demonstrando incerteza e dificuldade em identificar um dos tipos apenas com base nas observações, conforme se observa na resposta do aluno A1 “*os dois, pois o suco ficou sem resíduos visivelmente e as moléculas de corante foram retidas físico e quimicamente*”. Apenas o participante A2 respondeu corretamente como sendo um processo “*físico pois é reversível*”.

Na questão 3, foi solicitado que os participantes explicassem o que aconteceu em cada um dos ensaios para investigar a adsorção. As respostas foram semelhantes demonstrando que todos chegaram a hipóteses parecida, sendo estas norteadas pela coloração da solução percolada. Como por exemplo, na percepção do aluno A1 temos “*Copo1- areia não conseguiu filtrar apesar de parecer mais puro, copo 2- o carvão vegetal não consegue adsorver, copo 3- o carvão ativado granular não conseguiu retirar completamente, copo 4-no carvão em pó retirou o corante*”.

Em linhas gerais as respostas chegaram à ideia de que quem adsorveu melhor o corante foi o carvão ativo em pó, devido ao seu tamanho em relação aos demais. Algumas respostas complementaram a explicação com ideias de que a cor tinha ficado adsorvida, como o caso dos alunos A9 e A10 que responderam “*A cor foi adsorvida*”. O Aluno A5 chegou à percepção de que o carvão tinha papel relevante na remoção ao afirmar que “*no copo que contém carvão ativado em pó obteve-se adsorção. Já nos demais não obteve-se bons resultados*”.

A preocupação de entender o porquê e como a remoção ocorreu foi expressa

na resposta do participante A8 ao indicar que *“As propriedades do carvão foram como um íman para o corante”*. Notamos nesse caso a presença de uma concepção alternativa usando um fenômeno magnético como tentativa de representar a forma como o carvão interage com o corante. Apesar de não ser a ideia correta mostra a percepção de algum tipo de “força atrativa” entre adsorvente e adsorvato.

Para explorar a diferença de remoção no corante quando utilizados carvão em pó e granular, na questão 4, foi questionado o porquê da diferença na cor para estes dois sólidos. Todos os alunos perceberam que houve diferença na cor da solução percolada, contudo alguns associaram essa diferença a adsorção nesses dois materiais, conforme expresso pelo aluno A6, *“[...] o carvão granulado, não conseguimos ter um bom resultado de adsorção, o carvão granulado não é recomendado para esse tipo de experimento. Diferentemente do carvão em pó onde a adsorção foi realizada com sucesso”*. Outros participantes, como o aluno A5, não foram capazes de reconhecer que há diferentes intensidades na adsorção dependendo das características do adsorvente e adsorvato visto que, segundo ele, *“[...] no carvão granular não aconteceu o processo de adsorção”*.

O estudante A2 apresentou a resposta que foi mais adequada para a comparação proposta *“no carvão em pó ativado saiu mais corante pois a superfície de contato era maior”*. Observa-se aqui que este aluno associou o tamanho das partículas dos carvões à área superficial, sendo este o principal conceito envolvido no experimento.

Na questão 5, foi perguntado aos alunos o que aconteceu quando uma alíquota de álcool foi percolada no carvão em pó que tinha removido o corante. As respostas variaram entre a compreensão de que o álcool lavou o carvão, conforme relatado pelo aluno A10, *“Ele ta lavando, e voltando para cor inicial”*, e aquelas que apresentaram a ideia de dessorção, de acordo com o estudante A5, *“O álcool fez a limpeza do carvão para ser utilizado. O álcool dessorveu o corante do carvão”*.

A percepção de que existem diferentes afinidades entre adsorvente, adsorvato e a solução foi representada pelo aluno A7 ao indicar que *“O álcool lavou o carvão, levando o corante pois o álcool é forte, dessorveu o corante”*. A expressão forte, mesmo alternativa, foi usada com forma de representar essa ideia.

Ao término das atividades foi proposto que os alunos respondessem o Questionário Final com a intenção de aplicarem os conhecimentos discutidos durante



Quadro 8 – Respostas dos participantes para a o Questionário Final

Questões	Participantes									
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
<b>Situação 1: Como usar borra de café para tirara odor da geladeira. Para se livrar do odor na geladeira de forma prática e fácil, coloque a borra de café em recipiente aberto e deixe na geladeira por até 3 dias, trocando se necessário. O café absorve de maneira rápida o mau cheiro. Mas é importante lembrar: a limpeza no eletrodoméstico deve ser feita 1 vez por mês.</b>										
a) A explicação dada neste trecho está correta? Caso não esteja, indique o que há de errado.	não, pois a palavra correta é adsorção.	Não.	está incorreta, pois o processo é chamado de adsorção.	não porque o processo que está ocorrendo é adsorção e não absorção.	sim está certa.	não pois o pó de café adsorve e não absorve.	sim está correta.	sim está correta.	o caso o café adsorve o mau cheiro e não absorve.	Sim. O café consegue adsorver o mau cheiro por se poroso, as partículas gasosas se retêm na borra de café.
b) Como você explicaria o que acontece nessa situação?	o café pega para ele o cheiro.	o pó do café fez o processo de adsorção dos odores da geladeira.	caso fosse absorção ele estaria misturando com a borra de café. Já na adsorção ele retém o mau cheiro.	o café adsorve as moléculas do mau cheiro.	a borra de café age como um adsorvente na geladeira.	o pó de café adsorve as moléculas que causam mau cheiro.	a borra de café age como um adsorvente na geladeira adsorvendo os odores.	o pó de café é poroso veio do grão de café que foi superaquecido ele adsorve o odor do ambiente por ser poroso.	As partículas de odor presentes no ar acabem penetrando nos poros da borra de café.	As partículas gasosas se retêm na superfície do sólido.
<b>Opinião dos participantes sobre as atividades realizadas</b>										
1) O experimento realizado ajudou a entender melhor o fenômeno de	muito antes nem sabia o que era essa palavra.	sim. O pó de café ajuda a realizar a retirada dos maus odores da	sim, ajudou a entender melhor o que é e qual a diferença entre absorção e adsorção.	sim, foi visto que ao passar o liquido pelo sólido ele adsorveu	sim, pude entender o que é uma adsorç	sim. Com o experimento foi possível observar o	sim ajudou muito a entender o processo de	sim. Me ajudou a entender como a porosidade ajuda na	sim.	Sim.

adsorção? Comente.		geladeira.		o corante e depois com o álcool ocorreu o oposto.	ão.	carvão adsorve ndo o corante.	adsorçã o.com o experim ento pudemo s observa r claramen te o process o.	adsorção.		
2) Quais outras situações do seu cotidiano você é capaz de identificar a presença de adsorção?	quando colocamos café na geladeira para tirar o mau cheiro.	filtro de carvão, creme dental, como medicação o o carvão ativado para se desintoxicar o organismo.	no filtro de barro que tem em casa	sim, na areia do gato.	através da bucha de lavar a louça juntamente com o detergente.	a areia do gato, a sílica que vem em saquinho em roupas e outras coisas.	bucha de lavar louça. Filtros de água com carvão ativado.	filtro de água com carvão ativado.	esponja de louça.	na esponja quando ela retém a água. Ou um pano que fica no frio e retém a umidade.

Fonte: Autoria própria (2023)

Na situação 1, foi proposta uma aplicação de uso popular sobre a borra de café para retirada de odores da geladeira empregando um termo incorreto “adsorção” e solicitado se tal informação estava correta. Os participantes A5, A7, A8 não perceberam a troca conceitual e indicaram a situação como correta. O estudantes A4 e A3 responderam que *“não porque o processo que está ocorrendo é adsorção e não absorção”* e *“está incorreta, pois o processo é chamado de adsorção”*, respectivamente. Os demais responderam corretamente.

Também foi perguntado aos participantes como eles explicariam o que acontece na situação investigada. O aluno A1 que *“o café pega o cheiro pra ele”*, representando sua ideia do processo de forma alternativa sem fazer uso do fenômeno da adsorção. Contudo, o aluno A6 foi assertivo na resposta ao apontar que *“o café adsorve as moléculas do mau cheiro”*, assim como os participantes A5 e A10 ao informar respectivamente que *“a borra de café age como um adsorvente na geladeira”* e que *“as partículas gasosas se retêm na superfície do sólido”*. A análise desses excertos permite verificar que os conceitos simplistas foram substituídos por informações técnicas e científicas mobilizadas ao longo das atividades

Ainda no Questionário Final buscou-se a opinião dos participantes sobre as atividades realizadas. Na questão 1 foi solicitado que indicassem se o experimento realizado ajudou a entender melhor o fenômeno de adsorção. Todos relataram melhor entendimento do fenômeno com as estratégias propostas no manual. Segundo o aluno A1, *“muito, antes nem sabia o que era essa palavra”*. Para o aluno A3, *“sim, ajudou a entender melhor o que é e qual a diferença entre absorção e adsorção”* e para o estudante A7, *“sim ajudou muito a entender o processo de adsorção. Com o experimento pudemos observar claramente o processo”*. Diante disso, consideramos que o experimento e as investigações foram fundamentais para que os alunos entendessem o processo da adsorção.

De forma conclusiva, Na questão 2, foi perguntado ao alunos em quais situações do cotidiano eles podem observar o uso da adsorção. Para o participante A2 *“filtro de carvão, creme dental, como medicação o carvão ativado para se desintoxicar o organismo”*. Para o aluno A6, *“a areia do gato, a sílica que vem em saquinho em roupas e outras coisas”*. Essas repostas foram consideradas satisfatórias indicando que os estudantes conseguiram entender os conceitos e relacioná-los com outros contextos. No entanto, os estudantes A9 e A10 associaram a adsorção de

forma incorreta, pois confundiram a estrutura porosa do adsorvente com a utilização da esponja na lavagem de louça. Isto fica claro na resposta de A10 *“na esponja quando ela retém a água. Ou um pano que fica no frio e retém a umidade”*.

Apesar das concepções alternativas e parciais de alguns alunos, acreditamos que a realização das atividades investigativas contribuiu para conhecimento do tema e a conexão do mesmo com diferentes contextos em que ocorre no cotidiano.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na realização dessa proposta, foi possível a constatação que a química muitas vezes é mal compreendida ou vista pelos estudantes como uma matéria difícil de compreender pois é possível notar a defasagem em temas que envolvem a disciplina, talvez seja pelos alunos terem um ensino com lacunas.

Pensando-se em problemas ambientais e também cotidianos que podem ser investigados com o uso de instrumentos que estão ao alcance dos alunos foi desenvolvida uma abordagem investigativa para contextualizar a poluição causada por corantes e assim mediar conceitos e conhecimentos físico-químicos sobre o fenômeno da adsorção.

Foi possível observar que a maioria dos participantes não sabia ou não recordava o que era o termo adsorção, e também não sabiam relacioná-lo com questões ambientais para a melhoria da vida humana e dos animais, o que foi verificado na sondagem inicial em relação ao tema proposto na investigação.

Durante a organização do manual de atividades foi refletido como seria a melhor maneira de abordar os conceitos e conhecimentos de uma forma que os alunos pudessem relacionar a química com o seu cotidiano, numa sequência de atividades e também por meio de um experimento investigativo.

Ao compararmos as atividades iniciais com aquelas realizadas após a mobilização e investigação dos conceitos por meio das atividades propostas no manual verificamos que os participantes foram construindo seus conhecimentos e obtendo esclarecimentos sobre o fenômeno físico-químico da adsorção.

Podemos concluir que o experimento proposto despertou grande curiosidade dos estudantes e levantou questões e discussões que são muito importantes no ensino de química. Além disso, o pesquisador conseguiu fazer colocações para contribuir no processo investigativo e para que os alunos compreendessem o fenômeno. Diante disso, na testagem do manual junto aos alunos ingressantes no curso de licenciatura em química foi satisfatória, demonstrando a importância do ensino investigativo através da experimentação.

## REFERÊNCIAS

- AMARAL, L. H.; AMARAL, C. L. C. Tecnologias de comunicação aplicadas à educação. In: MARQUESI, S. C.; ELIAS, V. M. S.; CABRAL, A. L. T. (orgs.). **Interações virtuais: perspectiva para o ensino da Língua Portuguesa a distância**. São Carlos-SP: Claraluz, 2009
- ANASTASIOU, L. G. **Metodologia do ensino superior da prática docente a uma possível teoria pedagógica**. Curitiba-PR: INPEX, 1998
- ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 25, n. 2, p.176-194, 2003.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**. Lisboa: Platano Edições Técnicas, 2003.
- AWOYEMI, A. **Understanding the adsorption of polycyclic aromatic hydrocarbons from aqueous phase onto activated carbon**. Master Thesis (Master degree in Chemical Engineering and Applied Science) – University of Toronto, Toronto, 2011.
- AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo-SP: Pioneira Thomson Learning, 2004.
- BACON, F. **Novum Organum ou Verdadeiras Indicações acerca da Interpretação da Natureza; Nova Atlântida**. São Paulo: Nova Cultural, 1997.
- BAIRD, C. **Química ambiental**. 4. ed. Porto Alegre-RS: Bookman, 2011.
- BANERJEE, S.; SHARMA, G. C.; CHATTOPADHYAYA, M. C.; SHARMA, Y. C. Kinetic and equilibrium modeling for the adsorptive removal of methylene blue from aqueous solutions on of activated fly ash (AFSH). **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v. 2, n. 3, p. 1870–1880, 2014.
- BERBEL, N. A. N. Metodologia da problematização: uma alternativa metodológica apropriada para o Ensino Superior. **Semina**. v. 16, n. 2, p. 9-19, 1995.
- BONFIM, D. D. S.; COSTA, P. C. F.; NASCIMENTO, W. J. A abordagem dos três momentos pedagógicos no estudo de velocidade escalar média. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 1, p. 187-197, 2018.
- BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 19, n 3, p. 291-313, 2002.
- BRASIL. Constituição Federal (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado 1988.

BRASIL. **Política Nacional de Educação Ambiental – Lei nº 9795/1999**. 1999  
Disponível em: <http://www.mma.gov.br/educacao-ambiental/politica-de-educacao-ambiental>. Acesso em: 02 Out. 2022.

BUTT, H., GRAF, K., KAPPL, M. **Physics and Chemistry of Interfaces**. Weinheim, Baden-Württemberg, Germany: WILEY- n Verlag GmbH & Co. KGaA, 2003.

CARNEIRO, M.H.S. As imagens no livro didático. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Ensaio de Ciências, 1., Águas de Lindóia, 1997. **Atas... Águas de Lindóia**, v. 1. p. 366-376, 1997.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo-SP: Cengage Learning, 2013.

CUNHA, M. R; CIMIRRO, N. F.G. M; PAVAN, F. A. Experimentação simples e rápida para estudo de adsorção. In: **Anais do 9º Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão – SIEPE**. Universidade Federal do Pampa, Santana do Livramento, 21 a 23 de novembro de 2017. Disponível em: [https://guri.unipampa.edu.br/uploads/evt/arq\\_trabalhos/14341/seer\\_14341.pdf](https://guri.unipampa.edu.br/uploads/evt/arq_trabalhos/14341/seer_14341.pdf). Acesso em: 20 jun 2022.

DELIZOICOV, D. **Concepção problematizadora do ensino de ciências na educação formal: relato e análise de uma prática educacional na Guiné Bissau** (Dissertação mestrado). Universidade de São Paulo, São Paulo, 1982.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Física**. São Paulo: Cortez, 1990.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. C. A. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2011.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2007

ENGLEMAN, V. S. Updates on choices of appropriate technology for control of VOC emissions. **Metal Finishing**, v. 108, n. 11-12, p.305-317, 2010.

FOO, K.Y.; HAMEED, B.H. Insights into the Modeling of Adsorption Isotherm Systems. *Chemical Engineering Journal*. v. 156, n. 1, p.2-10, 2010.

FRANCISCO JÚNIOR, W. E. F. Estratégias de leitura e educação química: que relações? **Química Nova na Escola**. v. 32, n. 4, p. 220-226, 2010.

GADOTTI, M. **Convite à leitura de Paulo Freire. (Pensamento e ação no Magistério)**. São Paulo: Scipione, 1989.

GALIAZZI, M. C.; GONÇALVES F. P. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em química. **Química Nova**. v. 27, n. 2, p. 326-331, 2004.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo-SP: Atlas, 2017.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química Nova na Escola**. v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**, n.10, p.43-49, 1999.

HOFSTEIN, A; MAMLOK-NAAMAN, R. The laboratory in science education: the state of the art. **Chemistry Educational Research and Practice**. v. 8, n. 2, p. 105-107, 2007.

KLEIN, B.; ALLER, B. Writing across the curriculum in college chemistry: A practical bibliography. **Language and Learning across the Disciplines**. v. 2, n. 3, p. 25-35, 1998.

LAKATOS, E. M; MARCONI, M. A. **Metodologia do trabalho científico: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos**. 4. ed. São Paulo-SP: Atlas, 1992.

LIMA, S. N. P; MANGINI, L. F. K. **Ciência, tecnologia e sociedade no ensino de química sobre a adsorção de metais**. Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação em Química. Centro Universitário Internacional Uninter, 2022. Disponível em: <https://repositorio.uninter.com/handle/1/797>. Acesso em: 22 abr 2023.

MACHADO, A. H. **Aula de química: discurso e conhecimento**. 2.ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2004.

MANAHAN, S. E. **Química ambiental**. 9. ed. Porto Alegre-RS: Bookman, 2012.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo-SP: Atlas, 2003.

MATTAR, J. **Metodologia da pesquisa em educação: abordagens qualitativas, quantitativas e mistas**. São Paulo-SP: Edições 70, 2021.

MCKAY, G. **Use of adsorbents for the removal of pollutants from wastewaters**. New York: CRC, 1995.

MILARÉ, T. **Ciências na 8ª série: da química disciplinar à química do cidadão**. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC. 2008.

MIMURA, A. M. S.; SALES, J. R. C.; PINHEIRO, P. C. Atividades experimentais simples envolvendo adsorção sobre carvão. **Química Nova na Escola**. v. 32, n. 1, p. 53-56, 2010.

MIZUKAMI, M. G. N. **Ensino: as abordagens do processo**. São Paulo-SP: E.P.U.,

2019.

MORAN, J.M. **Vídeos são instrumentos de comunicação e de produção.**

Entrevista ao Jornal do Professor. 2009. Disponível em:

[http://www.eca.usp.br/prof/moran/site/textos/tecnologias\\_eduacacao/videos.pdf](http://www.eca.usp.br/prof/moran/site/textos/tecnologias_eduacacao/videos.pdf).

Acesso em: 21 mar. 2023.

MOREIRA, M. A. Ensino de ciências e matemática: resenhas e reflexões. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos RBEP-INEP**. v. 93, p. 486-501, 2012.

MOREIRA, M. A., MASINI, E. **Aprendizagem Significativa: a teoria de David Ausubel**. 2. ed. São Paulo-SP: Centauro. 2001.

NAGEM, R. L.; FIGUEIROA, A, M.; SILVA, C. M. G.; CARVALHO, E. M. Analogias e metáforas no cotidiano do professor. In: **Reunião anual da ANPED**, 26, 2003. Poços de Caldas. Minicursos... Poços de Caldas: ANPEd, 2003. Disponível em:

<https://www.anped.org.br/biblioteca/item/analogias-metaforas-e-construcao-do-conhecimento-por-um-processo-ensino-aprendizagem>. Acesso em: 22 mar. 2023.

OLIVEIRA, J. R. S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Acta Scientiae, Canoas**, v.12, n.1, p. 139- 153,. 2010.

PARK, W; SONG, J. Goethe's conception of 'experiment as mediator' and implications for practical work in school science. **Science & Education**. v. 27, p. 39-61, 2018.

PERALES, F. J. Uso (y abuso) de la imagen en la enseñanza de las ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 24, n. 1 p. 13-30, 2006.

PIERSON, A. H. C. **O cotidiano e a busca de sentido para o ensino de física**. 1997. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

PIVATTO, W. B. Os conhecimentos prévios dos estudantes como ponto referencial para o planejamento de aulas de matemática: análise de uma atividade para o estudo de geometria esférica. **REVEMAT**. v. 9, n. 1, p. 43-57, 2014.

POZO, J. I.; CRESPO, M. Á. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. Porto Alegre-RS: Artmed, 2009.

RUTHVEN, D. M. **Principles of adsorption and adsorption process**. New York: John Wiley & Sons, 1984.

SÁ, E. F.; PAULA, H. F. E.; LIMA, M. E. C. C.; AGUIAR JÚNIOR, Orlando. As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso de especialização em ensino de ciências. In: **VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2007, Florianópolis. Anais. Florianópolis: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2007. Disponível em:

<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/vienpec/CR2/p820.pdf>. Acesso em: 26 maio 2022.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em química: compromisso com a cidadania**, 2010. Ijuí: Editora Unijuí.

SILVA, V. A.; HERBERT, M.; SOARES, F. B. Conhecimento prévio, caráter histórico e conceitos científicos: o ensino de química a partir de uma abordagem colaborativa da aprendizagem. **Química Nova na Escola**. v. 35, n.3, p. 209-219, 2013.

SILVA, V. G. **A importância da experimentação no ensino de química e ciências**. Trabalho de Conclusão de Curso (licenciatura - Química) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências, 2016.

SCOPEL, J. M. **O Aquário como estratégia de ensino para a ocorrência da aprendizagem significativa na escola**. (Dissertação de mestrado), Universidade De Caxias Do Sul, Caxias Do Sul-RS, 2015.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 23. ed. rev. e atual. São Paulo-SP: Cortez, 2007.

SOUZA, R. A. D. **Processos de aprendizagem e desenvolvimento de competência**. São Paulo-SP: Cengage Learning, 2015.

SUART, R. D. C.; MARCONDES, M. E.R. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. **Ciências & Cognição**, v. 14, n. 1, p. 50-74, 2009.

VELÁZQUEZ-MARCANO, A.; WILLIAMSON, V. M.; ASHKENAZI, G.; TASKER, R.; WILLIAMSON, K. C. The use of video demonstrations and particulate animation in general chemistry. **Journal of Science Education Technology**, v. 13, n. 3, p. 315-323, 2004.

VIGOTSKI, L. S. **A Construção do Pensamento e da Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

VILLANI, C. E. P.; NASCIMENTO, S. S. A argumentação e o ensino de ciências: uma atividade experimental no laboratório didático de física do ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 8, n. 3, p. 187-209, 2003.

WEBER, W. J. **Physicochemical processes for water quality control**. New York: John Wiley & Sons, 1972.

XAVIER, P. M. A.; FLÔR, C. C. C. Saberes populares e educação científica: um olhar a partir da literatura na área de ensino de ciências. **Revista Ensaio**, v.17, n.2, p.308-328, 2015.

## **APÊNDICE A – MANUAL DE ATIVIDADES**

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

## **INVESTIGANDO O FENÔMENO DA ADSORÇÃO**

TIPO DE PRODUTO EDUCACIONAL: MANUAL DE ATIVIDADES

Autores: Diego Nodari (Orientado), Prof. Dr. Emerson Luis Pires (Orientador) e Prof. Dr. Ismael Laurindo Costa Junior (Coorientador)

*PRODUTO EDUCACIONAL DESENVOLVIDO NA UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA  
FEDERAL DO PARANÁ – CAMPUS MEDIANEIRA*

Título do Trabalho de Conclusão de Curso relacionado: PROPOSTA DIDÁTICA PARA O FENÔMENO FÍSICO-QUÍMICO DA ADSORÇÃO USANDO EXPERIMENTAÇÃO COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO

MEDIANEIRA – PR

2023



[4.0 Internacional.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

## SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	69
A EXPERIMENTAÇÃO E A INVESTIGAÇÃO NO ENSINO .....	70
ATIVIDADE .....	71
INVESTIGANDO O FENÔMENO DA ADSORÇÃO .....	71
REFERÊNCIAS.....	45

## Apresentação

Caro professor(a)!

Este manual de atividades que aborda o fenômeno da adsorção é destinado a professores da Educação básica e tem como objetivo de auxiliar no planejamento das aulas, contribuir com novas ideias e trazer a possibilidade de uma abordagem investigativa como relatório metodológico.

Apresentam-se aqui uma proposta de atividade investigativa, tendo o tema da adsorção assunto gerador para discussão de conceitos químicos e ambientais. O manual contempla o uso de recursos variados como atividades demonstrativas, atividades experimentais, utilização de vídeos, imagens, todos organizadas de acordo com as interações didático-pedagógica do Ensino por Investigação (EI). A atividade parte-se de uma situação-problema, levantamento de hipóteses e a coleta de dados e uma proposta de avaliação

Esperamos contribuir com sua prática docente.

**Bom trabalho!**

## A Experimentação e a Investigação no Ensino

No ensino de Ciências é necessário que os professores repensem e assumam o papel de mediador em sala de aula, e com isso possibilitem a articulação entre o conhecimento químico específico, a tecnologia, sociedade e o meio ambiente. Com isso, o cenário escolar deve apresentar uma perspectiva de aprendizado diferenciada e que dialogue com o mundo e as pessoas que nele vivem (SANTOS e SCHNETZLER, 2010).

Segundo Araújo e Abib (2003), a experimentação pode ser classificada em três tipos: atividades de demonstração, de verificação e de investigação. Nas atividades demonstrativas, o professor realiza toda a atividade e os alunos apenas observam. As atividades de verificação são realizadas para comprovar uma teoria, conceito, lei ou fenômeno. Por fim, somente nas atividades investigativas os alunos participam do processo, interpretando o problema e apresentando possíveis soluções para o mesmo.

A proposta de atividades investigativas, conforme Azevedo (2004), são consideradas como pontapé inicial para a compreensão dos conceitos e teorias, levando o aluno ter uma postura dinâmica, participativa, fazendo ele entender e agir sobre o objeto de estudo procurando uma explicação causal para o resultado.

Diante disso, a investigação como ferramenta na aprendizagem contribui de forma significativa para o desenvolvimento do aluno, pois o professor pode pré-determinar um problema a ser investigado com isso o estudante se utiliza dos conhecimentos adquiridos durante sua formação para observar e entender o que está acontecendo, e encontrar uma solução.

O trabalho investigativo no ensino de ciências pode valer-se de vários referenciais teóricos para orientar a construção de atividades. Neste manual é proposta a utilização da metodologia dos 3MP (Três Momentos Pedagógicos) (DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2011). Os 3 MPs estão representados sob a ótica de uma abordagem temática, constituída por: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento.



Esta atividade traz como assunto o fenômeno físico-químico da adsorção direcionado ao meio ambiente como estratégia de ensino. O seu desenvolvimento contempla os seguintes objetos dos conhecimentos curriculares compatíveis com a Etapa Ensino Médio: Propriedades da matéria, fenômenos físicos e químicos, separação de misturas e soluções.

**a) Duração**

3 aulas (150 min)

**b) Objetivos de aprendizagem**

- Identificar o conhecimento prévio dos alunos sobre a temática da adsorção relacionada a meio ambiente;
- Abordar a fenômeno físico-químico da adsorção no âmbito da temática ambiental;
- Propor e organizar uma atividade experimental investigativa sobre o fenômeno da adsorção;
- Avaliar a compreensão do processo de adsorção e a apropriação de conhecimentos químicos por meio da atividade proposta.

**a) Competências gerais e específicas da BNCC**

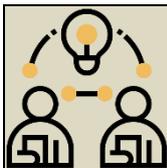
**Competência Geral:** Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.

**Competência Específica:** Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global

**b) Materiais e recursos necessários**

- Lápis;
- Borracha;
- Caneta.
- Funil;
- Papel filtro;
- Carvão ativado;
- Carvão vegetal;
- Areia;
- Suco de uva;
- Questionário impresso;
- Retroprojektor;
- Canetão;
- Lápis e caneta;
- Mesa de apoio.

### c) Encaminhamento metodológicos



## 1º Momento: Problematização Inicial Explorando o fenômeno de adsorção

### Duração

50 min

### Objetivos

- Identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o fenômeno da adsorção;
- Problematizar a adsorção por meio de uma notícia;
- Investigar a adsorção por meio de um experimento.

### Procedimentos

**Etapa 1 – Levantamento:** Inicialmente propor um questionário exploratório (**Atividade 1**). Este deve ser distribuídos individualmente e, em seguida, o professor estipulará um tempo (sugestão de 10 minutos) para o registro das respostas no questionário.



### Atividade 1

ALUNO(A) \_\_\_\_\_  
DATA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

#### QUESTIONÁRIO INICIAL

1º) O que você entende por adsorção? Já ouviu falar sobre esse tema?

2º) Você sabe onde o fenômeno da adsorção ocorre em seu dia a dia? Dê exemplos.

3º) Na sua opinião existe diferença entre adsorção Química e física?

4º) Você já ouviu falar sobre carvão ativado? Comente.

5º) Você e sua família fazem uso de algo que utiliza carvão ativado? Dê exemplo.

6º) O tema adsorção ou algo relacionado já foi trabalhado nas aulas de Química.

7º) Você sabe qual a relação do carvão ativado com a adsorção?

Formar um grupo para uma roda de conversa com a finalidade de discutir e socializar as respostas.

**Etapa 2 - Contextualização:** Leitura e Discussão do **Texto 1:** Pesquisa usa a casca do maracujá para adsorver corantes na água, disponível em <https://ambiental.t4h.com.br/noticias/pesquisa-usa-a-casca-do-maracuja-para-adsorver-corantes-na-agua/>



Texto 1

Notícia

## Pesquisa usa a casca do maracujá para adsorver corantes na água

Estudos comprovam a eficiência deste resíduo como meio alternativo para tratamento da água



Decom, UTFPR

Fonte

UTFPR | Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Data

sábado, 14 Maio 2022 11:10

Áreas

Gestão de Resíduos. Indústria. Qualidade da Água. Saneamento.



Pesquisa realizada no **Campus Curitiba** da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (**UTFPR**) vem estudando a capacidade da casca de maracujá como material alternativo para adsorção de corantes em água. Os estudos começaram em 2019 com **Lucas Lacerda Cabral**, aluno do mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental (**PPGCTA**), orientado pela professora **Dra. Karina Querne de Carvalho** e coorientado pela professora **Dra. Poliana Macedo dos Santos**.

Utilizando o resíduo da fruta do maracujá (fruto típico da América do Sul, sendo o Brasil um dos maiores produtores mundiais), ou seja, a sua casca, os pesquisadores observaram o seu comportamento em soluções aquosas. Segundo o pesquisador, um dos casos em que os adsorventes convencionais não têm demonstrado eficiência é em relação aos corantes.

“Nos corpos hídricos estes corantes podem causar inibição do processo fotossintético, dificultando a incidência de luz solar e, conseqüentemente diminuindo a concentração de oxigênio dissolvido na água, prejudicando todos os organismos dessa comunidade. Além disso, a exposição contínua a altas concentrações destas substâncias pode ser prejudicial à saúde humana, uma vez que são substâncias tóxicas e carcinogênicas”, explicou Lucas Cabral.

De acordo com os estudos, os adsorventes convencionais- como o carvão ativado – têm dificuldade na adsorção de corantes devido a características como recalcitrância, resistência à digestão aeróbia e estabilidade à agentes oxidantes.

Com relação ao carvão ativado a partir da casca do maracujá, os experimentos demonstraram que ele apresentou uma eficiência de remoção de 100% para o corante azul de indigotina, 79% para o amarelo tartrazina e 84% para o ponceau 4R.

Além dos bons resultados da pesquisa, o uso de um material a partir de resíduos contribuiria para o meio ambiente e reduziria os custos do processo comparado aos processos tradicionais.

“Os adsorventes alternativos tem atraído cada vez mais atenção de pesquisadores, por aumentar a viabilidade econômica da adsorção, em contrapartida ao uso de carvões ativados comerciais. Resíduos podem ser adsorventes alternativos, o que possui forte apelo ambiental, visando o reaproveitamento de um material que seria descartado. Dentre estes materiais estão os resíduos agroindustriais, que são abundantes na natureza, possuem menor custo, requerem pouco ou nenhum processamento para sua utilização, além de possuírem alta eficiência em diferentes tipos de remoção. Estes resíduos são encontrados na forma de cascas, sementes e são compostos por moléculas que favorecem o processo adsortivo”, completou o pesquisador.

Acesse a notícia completa na página da **Universidade Tecnológica Federal do Paraná**.

Fonte: UTFPR. Imagem: Decom, UTFPR.



1) Do que trata essa notícia?

- 2) Qual relação do estudo realizado com o tema da adsorção?
- 3) Você já conhecia o problema dos corantes no meio ambiente?
- 4) Como a química se relaciona com os assuntos da notícia?

**Etapa 3 Investigação:** Propor o **Experimento 1** para investigar o fenômeno de adsorção.

Condução da atividade:

- a) Iniciar uma situação problema
- b) Conhecimento prévio do assunto.
- c) Informações
- d) Hipótese e Sugestões.
- e) Laboratório
- f) Questões para análise dos dados.
- g) Conclusão.



### Experimento 1

**ALUNO(A)** \_\_\_\_\_  
**DATA:** \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

#### EXPERIMENTO INVESTIGATIVO: REMOÇÃO DE CORANTE ALIMENTÍCIO

**OBJETIVO:**

- a) Explorar a remoção de um corante alimentar presente em um refresco em pó usando materiais sólidos.
- b) Testar alguns materiais quanto a capacidade de adsorção de corantes alimentício.

**MATERIAIS:** 5 copos de vidro

5 funis

1 copo de medida com capacidade para 100 mL

Recipiente de 500 mL

Água

Álcool 70%

Papel filtro

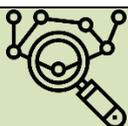
Carvão vegetal

Areia

Carvão ativado em pó  
Carvão ativado granular  
Refresco em pó sabor uva

### **PROCEDIMENTO**

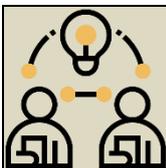
1. Preparar 500 mL do suco, dissolvendo o pó em água.
2. Enumerar os copos de 1 a 5.
3. Equipar um funil em cada copo e acrescentar o papel filtro.
4. Deixar o funil do copo 1 vazio, aos demais, preencher metade do funil da seguinte forma: no copo número 2 usar areia, no número 3 usar carvão vegetal, no número 4, carvão ativo granular e no número 5 carvão ativo em pó.
5. Percolar cada sistema com 50 mL de água limpa para retirar partículas e interferentes e descartar.
6. Por fim, percolar 100 mL do suco preparado em cada conjunto e observa o que acontece.
7. Descartar o suco do copo e percolar 50 mL de álcool 70% e observar.



### **INVESTIGANDO**

- 1) **Será que qualquer sólido pode ser usado no processo de adsorção?**
- 2) **A adsorção é um processo físico ou químico?**
- 3) **Como você explicaria o que aconteceu com o corante do suco em cada copo?**
- 4) **Houve alguma diferença nos copos contendo carvão ativo granular e em pó? Explique.**
- 4) **Como você explicaria o que aconteceu com a passagem do álcool?**

**Etapa 4 Socialização:** Discutir em grupo as respostas aos questionamentos propostos e relacionar como a notícia apresentada.



## 2º Momento: Organização do conhecimento Definindo e conceituando o fenômeno da adsorção

### Duração

50 min

### Objetivos

- Apresentar os conceitos básicos de adsorção sob uma perspectiva físico-química.
- Possibilitar que os estudantes organizem e descrevam o conceitos envolvidos no fenômeno de adsorção
- Relacionar o fenômeno de adsorção com situações cotidianas.

### Procedimentos

**1ª Etapa:** Abordar de forma expositiva dialogada o tema da adsorção usando slides e projetor da Aula 1.

### Aula 1. Conteúdo Expositivo e dialogado sobre Adsorção usado na organização do conhecimento



Autores: Diego Nodari (Orientado), Prof. Dr. Emerson Luis Pires (Orientador) e Prof. Dr. Ismael Laurindo Costa Junior (Coorientador)



#### INTRODUÇÃO

O que é adsorção?

Como acontece?

Qual a sua importância?



## O que é a adsorção?

**Processo utilizado desde tempos remotos:** Uso de um sólido para reter substâncias contidas dentro de líquidos ou gases

### Adsorção:

**Acumulação ou aumento da concentração desta substância sobre uma superfície de um outro composto. Pode ocorrer separação preferencial de uma substância contida numa fase líquida ou gasosa.**

Você reconhece esses pacotinhos ?

Já viu em algum Lugar?



## O que é a adsorção?

### Adsorção:

**Acumulação ou aumento da concentração desta substância sobre uma superfície de um outro composto. Pode ocorrer separação preferencial de uma substância contida numa fase líquida ou gasosa.**

O material concentrado é o **adsorbato**

A fase que adsorve é o **adsorvente**

Que é quem nesse exemplo?



## O que NÃO é a adsorção?

**Absorção:** o material transferido de uma fase para a outra (exemplo um líquido) interpenetra a segunda fase para formar uma "solução".

Ex: Oxigênio (O<sub>2</sub>) na água.



**Absorção:** Uma substância é embebida por outra, ocasionando mudança de volume.



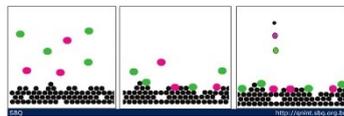
**Adsorção:** Uma substância fica retida na superfície de outra, porém, sem fazer parte de seu volume.



## Como a adsorção acontece?

No processo de adsorção, os átomos da substância são atraídos e retidos na superfície de um sólido ou líquido, resultando no aumento da concentração de moléculas presentes nessa superfície.

É um fenômeno que acontece de forma natural, mas algumas indústrias a aperfeiçoaram e estão usando para limpar resíduos tóxicos ou no tratamento da água.



## Qual é o adsorvente mais comum?

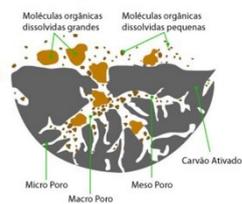
O Carvão Ativado normalmente é 100 vezes mais poroso que o carvão comum, esta porosidade está diretamente ligada à "limpeza" que o material sofre na ativação, que consiste em remover as substâncias contidas nos poros obstruídos do carvão comum.

Este processo é realizado em fornos ativadores a uma temperatura de aproximadamente 800 °C, e atmosfera redutora; deixando ligações de ligação abertas no interior dos poros.

## Qual é o adsorvente mais comum?

### Estrutura do grão de carvão ativado

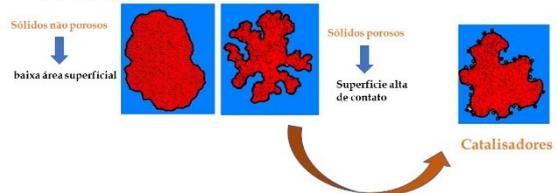
Você consegue perceber nessa figura quais as características que um adsorvente deve possuir?



## Quais as características de um bom adsorvente?

**Porosidade e área superficial !!**

Presença dos poros



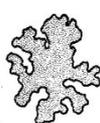
## Quais as características de um bom adsorvente?

**Porosidade e área superficial !!**

### Poros em materiais



**Sólido não poroso**  
 > Baixa área superficial  
 > Baixo volume específico de poros



**Sólido poroso**  
 > Alta área superficial  
 > Alto volume específico de poros

## Quais as características de um bom adsorvente?

**Porosidade e área superficial !!**

**Vantagem de grande área superficial:**

Fornecer uma grande capacidade de adsorção

Uma grande superfície interna num volume limitado

⇒ presença de uma grande quantidade de poros de pequeno tamanho entre as superfícies de adsorção.



— Superfície não porosa

— Superfície dos poros

## Quais as características de um bom adsorvente?

### Porosidade e área superficial !!

*Vantagem de grande área superficial:*

Fornecer uma grande capacidade de adsorção

*Uma grande superfície interna num volume limitado*

⇒ presença de uma grande quantidade de poros de pequeno tamanho entre as superfícies de adsorção.



## Quais os tipos de adsorção?

Além da porosidade e da área, o que mais influencia na capacidade de adsorção?

A natureza química do adsorvente e do adsorvato! (polaridade) Pois isso determina o tipo de interação que ocorre!

Adsorção Física

Adsorção Química

## Retomando o experimento....

Utilizamos os seguintes materiais:

Areia  
Carvão vegetal  
Carvão ativado granular  
Carvão ativado

Você se lembra o que houve com a cor em cada um deles?

Como a área superficial e a porosidade podem nos ajudar a entender isso?

## Adsorção Física

*Principalmente causada por*

forças de van der Waals e forças eletrostáticas

as moléculas do adsorbato ↔ átomos que compõem a superfície do adsorvente

*Características de tais adsorventes:*

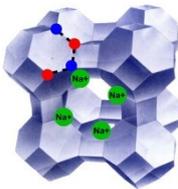
Tamanho dos poros, Área superficial e polaridade

Forças Intermoleculares!

## Adsorção Física

Adsorção física (fisissorção??)

→ Interações de Van der Waals entre adsorvato e substrato



Exemplo: água em peneira molecular 4A (zeólita)

→ Adsorção é reversível

## Adsorção Química

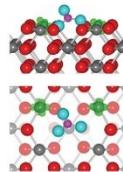
• Adsorção química (quimissorção)

→ Ligação química (compartilhamento de e-) entre adsorvato e substrato

Exemplo: CO em superfície de CeO<sub>2</sub>

$\Delta H_{ads} \approx -120 \text{ kJ mol}^{-1}$

Entalpia de adsorção tem magnitude de entalpias de ligação química



→ Adsorção pode não ser reversível

## Retomando o experimento....

Após finalizarmos o processo de percolação do suco no carvão, o que verificamos na cor do suco que atravessou o filtro?

O que isso significa?

E quando passamos álcool no carvão onde ficou retido o corante, o que houve?

O fato do álcool ter "retirado o corante do carvão" indica alguma coisa? Se sim, podemos explicar o tipo de adsorção envolvida?

## Onde encontramos a adsorção?

Nas indústrias está presente na remoção de corantes para recuperação de solventes, filtros e catalisadores de automóveis, tratamento de efluentes, remoção de cores, sabores e odores indesejáveis nos alimentos, entre outros.

Se faz presente também em equipamento simples, como as máscaras de gás e os purificadores de água – processo feito com o carvão ativado, um dos melhores adsorventes por causa do seu aspecto poroso.



## Carvão ativado

Recorrente em filtros de barro, o carvão ativado é uma substância com alta capacidade de adsorção. O seu poder de retenção é potencializado devido a sua alta superfície porosa.

É um dos principais materiais usados no tratamento de água potável e fabricação de remédios e cosméticos, pois é capaz de remover resíduos perigosos, óleos, cores e odores. Além disso, também consegue remover fenóis, sólidos em suspensão, matéria orgânica não biodegradável, nutrientes, entre outros.



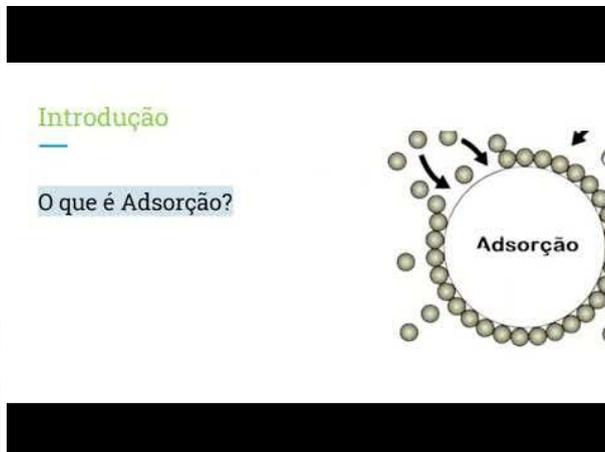
Vamos à aplicação!

**2ª Etapa:** Apresentar um recorte de vídeo explicativo sobre adsorção para reforço dos conceitos trabalhados

**Vídeo 1** (Até 1:30m)



**Vídeo 2** (até 3:10min)

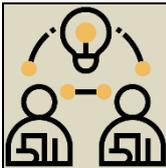


**2ª Etapa:**

Nesta etapa será proposta a Atividade 1, os alunos devem se organizar em grupo e produzir um pequeno texto explicando o que aconteceu no experimento usando os conceitos e explicações apresentadas na aula expositivo dialogada.

**Atividade 1. Produção Escrita: Explicando a adsorção**

PRODUÇÃO ESCRITA	
ALUNO(A) _____	
DATA: ___/___/___	
1) Com base nos conceitos apresentados na aula e nos vídeos, apresente uma explicação do fenômeno de adsorção relacionando com o experimento. Indique: Adsorvente, Adsorvato, tipo de adsorção que você acha que ocorreu e quando não ocorreu o processo, qual a explicação que você pode dar.	
_____	
_____	
_____	
_____	
2) Faça um desenho ilustrando o sistema em que houve mais remoção do corante do suco. Indique como observaríamos o processo caso fosse possível enxergar o seu acontecimento a olho nu.	
_____	
_____	
_____	
_____	



### 3º Momento: Aplicando o conhecimento Reconhecendo e utilizando o fenômeno de adsorção no cotidiano

#### Duração

20 min

#### Objetivos

- Verificar se os alunos descrevem e identificam o fenômeno de adsorção em situações cotidianas.

#### Procedimentos

1ª **Etapa:** Discutir com os alunos algumas situações que envolvem adsorção no cotidiano apresentadas na **Atividade 2**.



#### Atividade 2

ALUNO(A) \_\_\_\_\_  
DATA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

#### QUESTIONÁRIO FINAL

##### 1º) Analise as situações abaixo:

##### Situação 1

O carvão ativado é um material que possui elevado teor de carbono, sendo muito utilizado para a remoção de compostos orgânicos voláteis do meio, como o benzeno. Para a remoção desses compostos, utiliza-se a adsorção. Esse fenômeno ocorre por meio de interações do tipo intermoleculares entre a superfície do carvão (adsorvente) e o benzeno (adsorvato, substância adsorvida).

- Que tipo de adsorção acontece entre o carvão e o benzeno?
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- Qual propriedade química está relacionada com a afinidade ente adsorvente e adsorvato?

c) Será que o mesmo carvão ativado removeria o sal de cozinha da água? Explique.

### **Situação 2**

#### **Como usar borra de café para tirar o odor da geladeira**

Para se livrar do odor na geladeira de forma prática e fácil, coloque a borra de café em recipiente aberto e deixe na geladeira por até 3 dias, trocando se necessário. O café absorve de maneira rápida o mau cheiro. Mas é importante lembrar: a limpeza no eletrodoméstico deve ser feita 1 vez por mês.

a) A explicação dada neste trecho está correta? Caso não esteja, indique o que há de errado.

b) Como você explicaria o que acontece nessa situação?

**2º) O experimento realizado ajudou a entender melhor o fenômeno de adsorção? Comente.**

**3º) Quais outras situações do seu cotidiano você é capaz de identificar a presença da adsorção?**

## Referências

ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira; ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. **Atividades experimentais no ensino de física:** diferentes enfoques, diferentes finalidades, 2003. Revista Brasileira de Ensino de Física, Porto Alegre, 25(2), pp.176-194. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/PLkjm3N5KjnXKgDsXw5Dy4R/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 11 abril 2023.

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. C. A. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2011.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em química: compromisso com a cidadania**. Ijuí: Editora da Unijuí, 2010.