

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

POLÍMEROS NATURAIS SUPERABSORVENTES NO ENSINO DE QUÍMICA: VIABILIZAÇÃO DE CULTURAS AGRÍCOLAS EM REGIÕES ÁRIDAS

DOI: 10.5281/zenodo.18190366

Francisco José Mininel¹

Silvana Márcia Ximenes Mininel²

RESUMO

Este estudo descreve uma proposta de atividade experimental de baixo custo voltada para o ensino de Química, com foco nos polímeros superabsorventes (hidrogel). O experimento envolveu a extração e manipulação do poliacrilato de sódio presente no interior de fraldas descartáveis, permitindo aos alunos a observação prática de suas propriedades de absorção. A metodologia adotada visou correlacionar conceitos teóricos com fenômenos cotidianos e visuais. Os resultados da avaliação de aprendizagem subsequente demonstraram a eficácia do método: os alunos que participaram da atividade experimental apresentaram um índice de acertos nas questões objetivas da avaliação final variando entre 70% a 90%. Esses índices sugerem que a abordagem prática facilitou significativamente a assimilação do conteúdo, validando o uso de materiais de fácil acesso como ferramentas pedagógicas eficientes para o ensino de ciências. A experimentação se mostrou uma estratégia robusta para engajar os alunos e solidificar a compreensão dos princípios químicos

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

envolvidos.

Palavras-chave: Hidrogel. Poliacrilato de sódio. Polímeros superabsorventes. Experimentação.

ABSTRACT

This study describes a low-cost experimental activity proposal aimed at teaching Chemistry, focusing on superabsorbent polymers (hydrogel). The experiment involved the extraction and manipulation of sodium polyacrylate present inside disposable diapers, allowing students to practically observe its absorption properties. The methodology adopted aimed to correlate theoretical concepts with every day and visual phenomena. The results of the subsequent learning assessment demonstrated the effectiveness of the method: students who participated in the experimental activity showed a success rate in the objective questions of the final assessment ranging from 70% to 90%. These rates suggest that the practical approach significantly facilitated the assimilation of the content, validating the use of easily accessible materials as efficient pedagogical tools for science teaching. Experimentation proved to be a robust strategy to engage students and solidify their understanding of the chemical principles involved.

Keywords: Hydrogel. Sodium polyacrylate. Superabsorbent polymers. Experimentation.

1. INTRODUÇÃO

O crescente interesse no desenvolvimento de materiais poliméricos avançados a partir de fontes renováveis tem impulsionado a pesquisa na área de química de polímeros e materiais sustentáveis. Dentre esses materiais, os

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

hidrogéis superabsorventes (SAs) de base biológica destacam-se por suas potenciais aplicações em diversos campos, incluindo agricultura, medicina e engenharia ambiental, devido à sua alta capacidade de retenção de água e biodegradabilidade. No Instituto de Química de São Carlos (IQSC) da Universidade de São Paulo (USP), pesquisas pioneiras têm sido realizadas visando a otimização e caracterização desses sistemas.

O trabalho de doutorado desenvolvido pelo químico Rodrigo César Sabadini, sob a orientação do Profa. Dra. Agnieszka Joanna Pawlica Maule, focalizou-se na elaboração e estudo aprofundado de redes poliméricas inovadoras, utilizando macromoléculas naturais como matéria-prima principal. A tese, defendida em 2015, abordou especificamente a síntese e a caracterização de hidrogéis superabsorventes, explorando o potencial desses materiais para aplicações que demandam alta performance e menor impacto ambiental. Este artigo tem como objetivo apresentar uma visão geral dos principais resultados e contribuições dessa pesquisa, sublinhando os avanços metodológicos e as perspectivas futuras para a utilização desses polímeros naturais na ciência de materiais.

Pesquisas relacionadas ao déficit hídrico e a quantificação da necessidade de água que as espécies necessitam ainda são escassas. Na maioria dos viveiros do Brasil a irrigação ainda é realizada sem conhecimentos científicos adequados quanto a melhor maneira de irrigar e ao uso de métodos para diminuir o consumo de água. A utilização inadequada da irrigação em viveiros florestais acarreta alta mortalidade e, muitas vezes, má formação das mudas, assim, aumentando os custos de produção e plantio (FREITAG, 2007). Assim, a utilização de polímeros hidroretentores, também chamados

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

de hidrogéis ou polímeros retentores de água, surge como uma alternativa, no sentido de se obter maior eficiência no uso da água na produção de mudas em viveiros.

Este trabalho com alunos do Ensino Médio tem como objetivo avaliar o desempenho de hidrogéis biodegradáveis à base de polissacarídeos na retenção de água em solos arenosos sob condições de estresse hídrico controlado, visando realizar uma atividade prática com os alunos do Ensino Médio sobre propriedades dos hidrogéis. A relevância desta pesquisa reside em estudar a possibilidade de a tecnologia agrícola oferecer uma alternativa de baixo custo e ambientalmente segura para agricultores de regiões semiáridas.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A escassez hídrica e os períodos de estiagem prolongada representam desafios crescentes para a agricultura global, especialmente em regiões semiáridas, onde a disponibilidade de água é um fator limitante para a produção de alimentos. Diante desse cenário, a busca por tecnologias que otimizem o uso da água no solo é fundamental para garantir a sustentabilidade dos sistemas agrícolas e a segurança alimentar.

Nesse contexto, os hidrogéis poliméricos, também conhecidos como polímeros superabsorventes, emergem como uma solução promissora. Esses materiais têm a capacidade de absorver e reter grandes volumes de água — até 400 vezes sua massa seca — funcionando como micro-reservatórios de umidade no solo. Estudos têm demonstrado que a aplicação de hidrogéis

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

como condicionadores de solo melhora suas propriedades físicas e hídricas, aumentando a capacidade de retenção de água e a disponibilidade hídrica para as plantas, além de reduzir a lixiviação de nutrientes.

Pesquisas realizadas por Guimarães (2016); Bortolin (2019) evidenciaram os efeitos benéficos dos hidrogéis em diversas culturas, como café e soja, resultando em maior desenvolvimento radicular e permitindo um maior intervalo entre irrigações, o que é crucial em épocas de seca. Tais resultados indicam que o uso de hidrogéis pode ser uma estratégia viável e eficaz para mitigar o estresse hídrico em plantações, promovendo maior desenvolvimento e sobrevivência das mudas mesmo sob condições de déficit hídrico (Figura 1).

Apesar dos avanços, ainda existem lacunas no conhecimento sobre a eficácia de diferentes tipos de hidrogéis (sintéticos *versus* biodegradáveis) e suas interações com variados tipos de solo e condições climáticas específicas.

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

Por dentro dos hidrogéis

Saiba o que são e como funcionam os polímeros superabsorventes que ajudam a reter no solo, por mais tempo, a água da chuva ou da irrigação

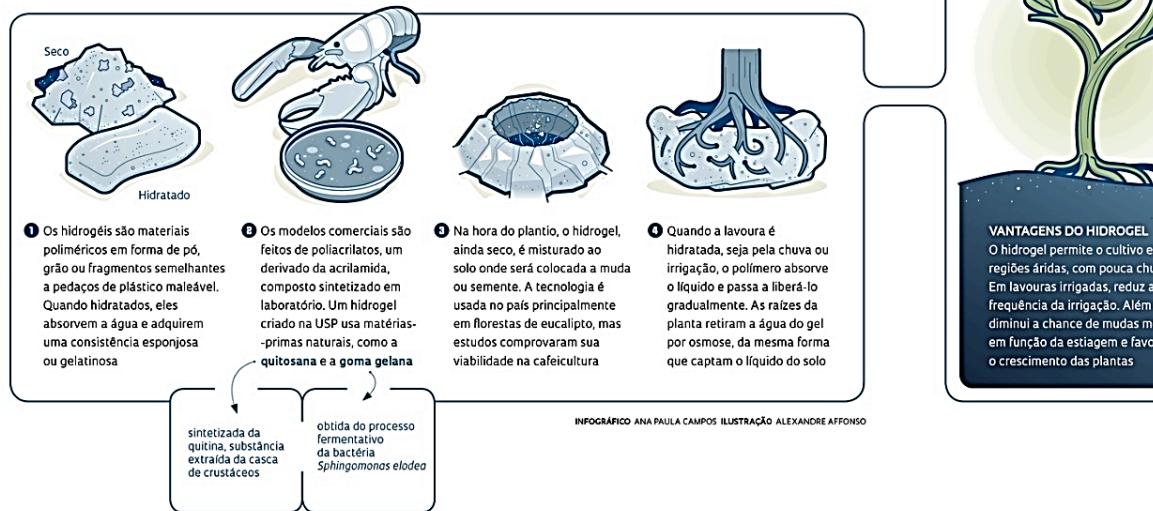


Figura 1. Funcionamento dos polímeros naturais superabsorventes.

Fonte: revistapesquisa.fapesp.br, nº 248/outubro 2016.

O hidrogel tem como principais características a capacidade de absorver 150 a 400 vezes a sua massa seca em água, habilidade de armazená-la e disponibilizá-la à planta, quando necessário, e, ainda, agir como agente tamponante contra o estresse hídrico temporário, minimizando os problemas associados à disponibilidade irregular ou deficitária de água (AZEVEDO et al., 2002), (PREVEDELLO & LOYOLA, 2007), (ABEDI-KOUPAI et al., 2008).

Os polímeros utilizados na formulação dos hidrogéis podem ser naturais, sintéticos ou semissintéticos. De maneira geral, os polímeros naturais apresentam biocompatibilidade, biodegradabilidade, e conferem aos hidrogéis, boas propriedades hidrofílicas, que é a capacidade de absorver água e/ou fluídos biológicos e liberá-los gradativamente, capacidade de

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

sorção e dessorção de íons. Devido a estas propriedades, o polissacarídeo carboximetilcelulose (CMC) vem sendo utilizado na preparação de hidrogéis e seus nanocompósitos para diferentes aplicações tecnológicas. Por sua vez, o CMC é um polissacarídeo derivado da celulose, este considerado o polímero natural mais abundante encontrado na natureza. É utilizado em diversas atividades, como produção de detergentes, indústria têxtil e alimentícia devida sua propriedade de elevar a viscosidade (ABD EL-MOHDY, 2007).

3. METODOLOGIA

A atividade prática sobre hidrogéis foi realizada em uma turma do 2º Ano no Ensino Médio de uma Escola do Programa Ensino Integral da Rede Estadual de São Paulo. A turma em questão contava com um total de 18 alunos. Para realização da atividade experimental, os alunos foram divididos em três grupos com um total de seis alunos cada. O experimento foi realizado no laboratório de Química da escola. As bancadas com todos os reagentes e vidrarias foram preparadas previamente pela professora.

Foi escolhido um experimento simples e envolvente sobre hidrogéis para alunos do ensino médio o qual envolvia a utilização do poliacrilato de sódio, o material superabsorvente encontrado em fraldas descartáveis. Este experimento de baixo custo demonstra as propriedades dos polímeros e a formação de hidrogéis de forma prática e visual. A utilização de materiais concretos também foram utilizados como instrumento didático durante as aulas. Destaca-se o emprego de fraldas descartáveis para demonstrar a superabsorção, que tiveram como objetivo corroborar com as explicações

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

orais sobre a temática de hidrogéis. O uso de materiais concretos em sala de aula é defendido por amplificar a interiorização de conceitos, além do melhor entendimento e visualização de ideias abstratas (SANTI; SANTOS & WEBLER, 2018). Ao mesmo tempo, confirmou-se o caráter atrativo de tais materiais, visto que os alunos demonstraram postura curiosa frente à atividade.

Para aprofundamento do tema, anteriormente à realização do experimento, foram utilizadas diversas fontes para a pesquisa sobre a teoria dos hidrogéis e sobre a importância desses materiais. Dessa forma, a professora orientou que buscassem informações em fontes primárias, como artigos científicos revisados por pares, os quais são cruciais, pois fornecem os resultados de pesquisas mais recentes, metodologias detalhadas e avanços teóricos de ponta. Bases de dados como PubMed, Scopus, e Google Scholar são excelentes pontos de partida para encontrar essa literatura especializada. No contexto das ideias piagetianas, o professor desempenha papel fundamental e, em sala de aula, é sujeito ativo tanto quanto seu aluno. Deixa-se de lado a postura conferencista, de apenas transmitir informações e soluções já prontas, e assume-se o desafio de estimular a pesquisa, o debate, o questionamento e a reflexão, bem como de orientar a tomada de decisão (PIAGET, 1982).

3.1. Experimento: o "mágico" Poder de Absorção do Hidrogel

Objetivo: Observar a capacidade de superabsorção de água pelo poliacrilato de sódio e entender o conceito de polímero hidrofílico.

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

Materiais Necessários:

1 fralda descartável (preferencialmente de marca mais genérica e barata, que geralmente contém mais do polímero solto)

Água 2 copos transparentes

Sal de cozinha (cloreto de sódio)

Colher ou bastão de vidro para misturar

Procedimento: Extração do Polímero: Abra cuidadosamente a fralda descartável e remova o forro interno macio. Você verá um material semelhante a flocos de algodão com pequenos grânulos brancos (o poliacrilato de sódio). Raspe ou sacuda esses grânulos em um dos copos transparentes. Tente separar o máximo possível dos flocos de algodão.

Demonstração da Absorção: Adicione uma pequena quantidade de água ao copo contendo os grânulos brancos. Observe a transformação: os grânulos absorverão rapidamente a água e se expandirão, formando um gel transparente, semelhante a "cristais de gelo" ou "neve artificial".

Demonstração da Reversão (Opcional, mas altamente recomendado): No segundo copo, prepare uma solução de água salgada, adicionando algumas colheres de sal e misturando bem. Adicione o hidrogel formado (do primeiro copo) à solução de água salgada. Observe o que acontece: a estrutura do gel irá se quebrar e a água será liberada, revertendo o processo.

Discussão e Conceitos Químicos (para a aula):

Polímeros: Explique que o poliacrilato de sódio é um polímero, uma molécula gigante formada pela repetição de unidades menores (monômeros).

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

Hidrogéis: Defina hidrogel como uma rede polimérica que tem a capacidade de inchar e reter uma quantidade significativa de água em sua estrutura, sem se dissolver completamente. **Hidrofilicidade e Ligações de**

Hidrogênio: Discuta que o poliacrilato de sódio possui grupos químicos (carboxilato, $-\text{COO}^-$) que têm forte afinidade pela água (são hidrofílicos), formando ligações de hidrogênio que "prendem" as moléculas de água na rede do gel.

Efeito do Sal (Íons): Explicar que a adição de sal (NaCl) introduz íons Na^+ e Cl^- na solução. Esses íons competem com as moléculas de água pelas interações eletrostáticas com os grupos carregados do polímero, neutralizando as cargas e quebrando a rede de hidrogênio que retinha a água, fazendo o gel "murchar".

Aplicações: Mencionar aplicações práticas dos hidrogéis, como em fraldas, absorventes higiênicos, agricultura (retenção de água no solo), curativos médicos e biomateriais. O experimento realizado é seguro, visualmente impressionante e permite uma discussão rica sobre a química dos polímeros e suas aplicações tecnológicas.

Para verificação da consolidação de aprendizagem de conceitos químicos inerentes aos hidrogéis foram aplicadas questões objetivas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

No processo de pesquisa, os estudantes buscaram informações sobre a importância dos hidrogéis. Dessa forma nas discussões, trouxeram informações sobre os conceitos desses materiais e sua importância para o

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

sistema agrícola em regiões de seca. A concepção construtivista valoriza a inserção de atividades de pesquisa no processo de ensino, pois estimula a investigação, a argumentação além da construção do saber (GOMES & GHEDIN, 2011).

Pesquisa feita pelo estudante KM: “Os hidrogéis são materiais relativamente novos, desenvolvidos inicialmente para aplicações médicas, entretanto, se tornaram foco de inúmeras pesquisas ao passar dos anos, expandindo suas aplicações em diferentes áreas como farmacêutica e agrícola. São materiais poliméricos que sofreram uma reação no qual suas cadeias adquiriram uma estrutura tridimensional, análoga a uma teia, chamado de reticulação. No caso de reticulações químicas, estas estão unidas por ligações covalentes (ligações primárias), formando assim um hidrogel do tipo químico ou permanente, não possibilitando que a reação de reticulação seja revertida. Há também a

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

formação de hidrogéis do tipo físico ou temporário, gerados por pontos de interações físicas, ligações secundárias (como exemplo, forças de van der Waals e ligações de hidrogênio), formando uma rede tridimensional que pode ser dissolvida por estímulos externos, como variações de pH, temperatura e soluções salinas (AOUADA, 2009)".

Pesquisa feita pela estudante MC: “Com o objetivo de buscar uma sinergia dessas propriedades, muitas pesquisas embasam-se na formulação dos hidrogéis baseados em blendas ou compósitos poliméricos, além de argilas e nanoargilas, partículas magnéticas ou complexos iônicos (Figura 2). Dentre esses, apresentam-se hidrogéis constituídos de álcool poli(vinílico)/carboximetilcelulose/óxido de grafeno e bentonita, alginato/poli(álcoolvinílico)/laponitaRD poliacrilamida/Cloisita Na^+ , calginato/poli (ácido acrílico). Especificamente no caso de

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

argilas, os cátions trocáveis presentes em suas galerias podem ser substituídos por cadeias poliméricas, ocorrendo a intercalação ou esfoliação. Além disto, podem ocorrer repulsões eletrostáticas entre as cargas negativas presentes na superfície das plaquetas da argila e os grupos aniônicos presentes nas cadeias poliméricas do hidrogel, o que pode provocar expansão de segmentos poliméricos, aumentando a capacidade de absorção de água dos nanocompósitos. De forma complementar, as argilas podem melhorar as propriedades térmicas, mecânicas e de sorção/dessorção de íons, e são relativamente de baixo custo, encontradas em abundância com um grande potencial para troca de íons, reduzindo o custo de produção de nanocompósitos” (GARCIA, 2018).

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

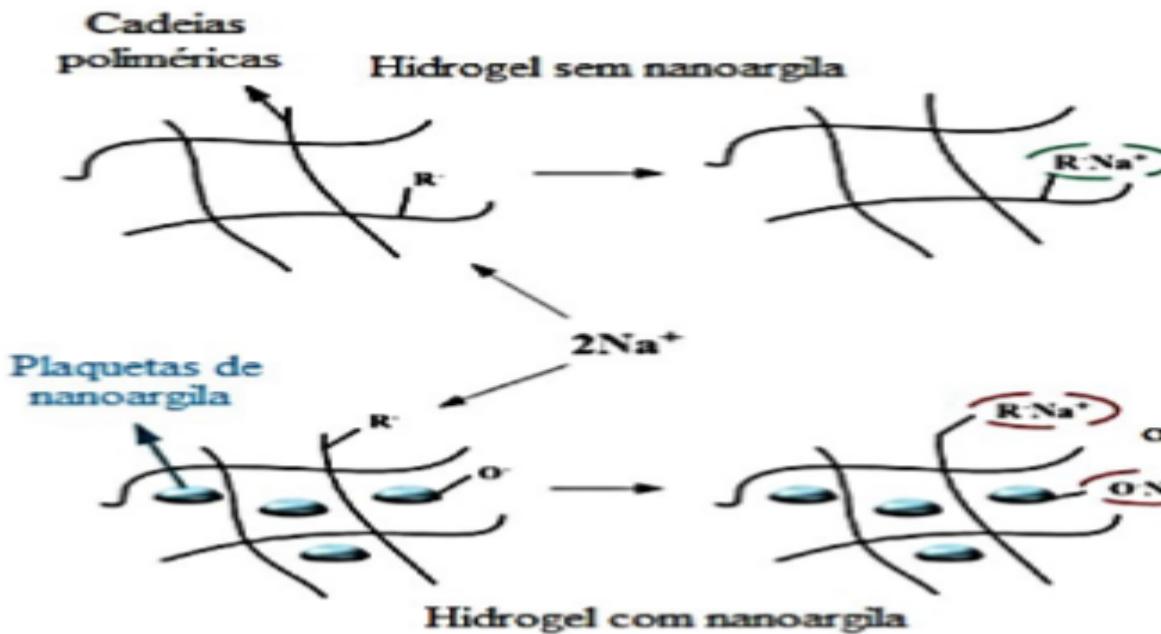


Figura 2. Ilustração de uma possível interação entre os cátions de sódio (Na⁺) da solução d' intumescimento com grupos aniónicos da matriz polimérica e os grupos hidroxilas das plaquetas de nanoargila. R = OCH₂COO⁻.

Fonte: GARCIA; MOURA & AOUADA, 2019.

Pesquisa feita pelo estudante JC: “A adição de hidrogéis no solo otimiza a disponibilidade de água, reduz as perdas por percolação e lixiviação de nutrientes e melhora a aeração e drenagem do solo, acelerando o desenvolvimento do sistema radicular e da parte aérea das plantas (VLACH, 1991), estudando o efeito do hidrogel sobre a nutrição

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

*de centeio (*Lolium multiflorum*) em solo vulcânico, observaram que o polímero aumentou significativamente a produção de matéria verde, quando submetida a diferentes níveis de fertilização, mesmo sob baixo abastecimento hídrico”.*

Pesquisa feita pela estudante DT: “Azzam (1983), trabalhando em solos desérticos com o propósito de melhorar as condições de germinação e transplantio de mudas, adicionou polímero nesse solo e observou que houve um ganho na capacidade de retenção de água em torno de 31%. O mesmo autor afirma ainda que as poliacrilamidas não são degradadas biologicamente, por isso uma vez aplicada ao solo sofrem uma paulatina degradação ou dissociação por ação do cultivo, dos raios ultravioleta do sol e um contínuo fracionamento, que gira em torno de 10% em

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

solos cultivados continuamente por meio dos implementos agrícolas”.

O experimento realizado pelos estudantes demonstrou de forma eficaz a notável capacidade de superabsorção do poliacrilato de sódio, um material classificado como Polímero Superabsorvente (PSA) (Figura 3). A observação visual da transformação de um pó branco em um gel transparente e volumoso, capaz de reter centenas de vezes seu próprio peso em água, valida o conceito de que se trata de um **polímero hidrofílico**.



Figura 3. Estudantes em trabalho de pesquisa e no laboratório de Química.

Fonte: Os autores.

O fundamento teórico reside na estrutura molecular do poliacrilato de sódio, que é um polieletrólico aniónico (carregado negativamente) (Figura 4). Suas longas cadeias poliméricas são reticuladas (formam uma rede tridimensional) e contêm numerosos grupos carboxilato de sódio ($-\text{COO}^-\text{Na}^+$).

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

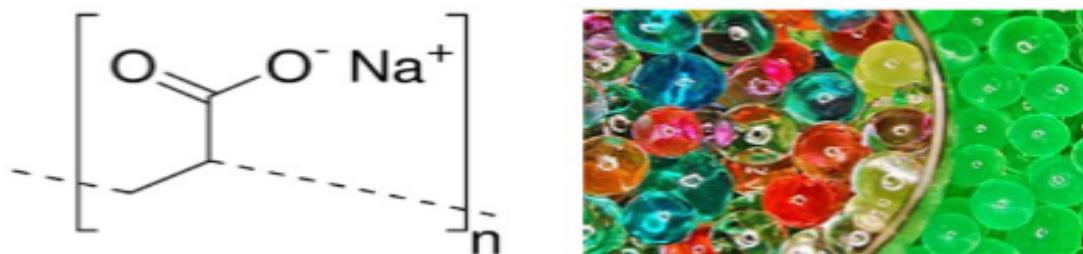


Figura 4. Estrutura química do poliacrilato de sódio.

Fonte: <http://revistaescola.abril.com.br/ensino-medio/fraldas-nao-descartam-estatisticas-reacc475798.shtml>

O mecanismo de absorção ocorre por osmose:

- 1. Interações Fortes:** As moléculas de água são fortemente atraídas para o interior da rede polimérica por interações do tipo **ligação de hidrogênio** e interações íon-dipolo com os grupos carboxilato hidrofílicos.
- 2. Expansão da Rede:** A entrada de água causa a expansão das cadeias poliméricas, formando um hidrogel estável. As ligações cruzadas (reticulações) evitam que o polímero se dissolva completamente, permitindo que ele apenas inche e retenha o líquido em sua estrutura.

Em suma, a superabsorção é resultado da combinação da natureza hidrofílica do polímero, que atrai a água, e de sua estrutura em rede, que a confina. Essa propriedade singular é a razão pela qual o poliacrilato de sódio é amplamente utilizado em produtos de higiene pessoal, como fraldas descartáveis e absorventes, onde a retenção eficiente de líquidos é essencial.

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

Portanto, através das pesquisas realizadas e da experimentação executada, os estudantes entenderam que o hidrogel como um produto promissor para ser usado na agricultura irrigada ou de sequeiro, principalmente pela habilidade que o mesmo apresenta em armazenar e disponibilizar água para as plantas.

A consolidação da aprendizagem sobre o tema hidrogéis pode ser efetivamente alcançada através de testes objetivos, que permitem uma avaliação somativa e formativa do conhecimento adquirido. Esse tipo de avaliação ajuda a verificar se os estudantes internalizaram os conceitos-chave do conteúdo programático.

Questão 1. Qual é a principal característica que permite aos hidrogéis reterem água sem se dissolverem?

- A) *Sua natureza hidrofóbica.*
- B) *A presença de ligações cruzadas (cross-links) na estrutura polimérica.*
- C) *O fato de serem compostos exclusivamente por água.*
- D) *A alta densidade de suas moléculas.*

Questão 2. Em qual das seguintes aplicações os hidrogéis são comumente utilizados devido à sua semelhança com tecidos biológicos?

- A) *Revestimento de cabos elétricos.*
- B) *Fabricação de embalagens plásticas rígidas.*
- C) *Engenharia de tecidos e curativos médicos.*
- D) *Produção de combustíveis líquidos.*

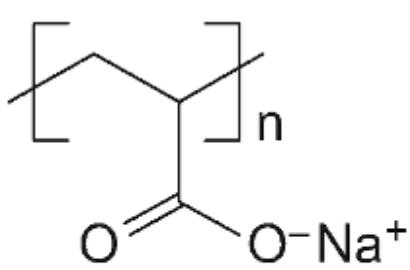
Questão 3. As propriedades dos hidrogéis, como a capacidade de inchaço e a taxa de liberação de fármacos, são influenciadas por:

REVISTA TÓPICOS

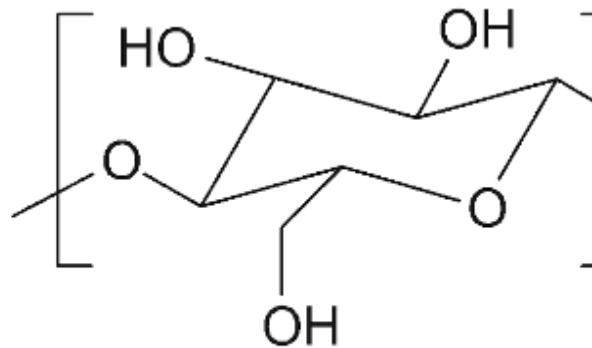
<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

- A) Apenas a temperatura ambiente.
- B) Fatores externos como pH e luz, além da densidade de reticulação.
- C) Exclusivamente pelo tipo de monômero utilizado.
- D) Apenas pela cor do material.

Questão 4. As fraldas descartáveis que contêm o polímero poliacrilato de sódio (1) são mais eficientes na retenção de água que as fraldas de pano convencionais, constituídas de fibras de celulose (2).



(1)



(2)

CURI, D. Química Nova na Escola, São Paulo, n. 23, maio 2006 (adaptado).

A maior eficiência dessas fraldas descartáveis, em relação às de pano, deve-se às:

- A) interações dipolo-dipolo mais fortes entre o poliacrilato e a água, em relação às ligações de hidrogênio entre a celulose e as moléculas de água.
- B) interações íon-íon mais fortes entre o poliacrilato e as moléculas de água, em relação às ligações de hidrogênio entre a celulose e as moléculas

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

de água.

C) ligações de hidrogênio mais fortes entre o poliacrilato e a água, em relação às interações íon-dipolo entre a celulose e as moléculas de água.

D) ligações de hidrogênio mais fortes entre o poliacrilato e as moléculas de água, em relação às interações dipolo induzido-dipolo induzido entre a celulose e as moléculas de água.

E) interações íon-dipolo mais fortes entre o poliacrilato e as moléculas de água, em relação às ligações de hidrogênio entre a celulose e as moléculas de água.

Os testes objetivos desempenham um papel fundamental no processo de ensino-aprendizagem, especialmente em tópicos técnicos como a química e aplicação de hidrogéis. O fato de os alunos terem alcançado uma alta taxa de acertos (entre 70% e 90%) demonstra a eficácia tanto do método de avaliação quanto da instrução ministrada. Resultados consistentemente altos (70% a 90%) servem como um poderoso **indicador de sucesso pedagógico**. Para os professores, isso confirma que as estratégias de ensino adotadas — como aulas teóricas, atividades laboratoriais ou discussões — foram eficazes na transmissão do conteúdo.

Além disso, a análise dos erros residuais (os 10% a 30% de questões não acertadas) oferece um *feedback* valioso. Permite identificar pontos específicos do conteúdo que ainda geram dúvidas, possibilitando ajustes no plano de ensino ou a revisão de tópicos mais desafiadores, o que é um princípio da **avaliação formativa**.

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

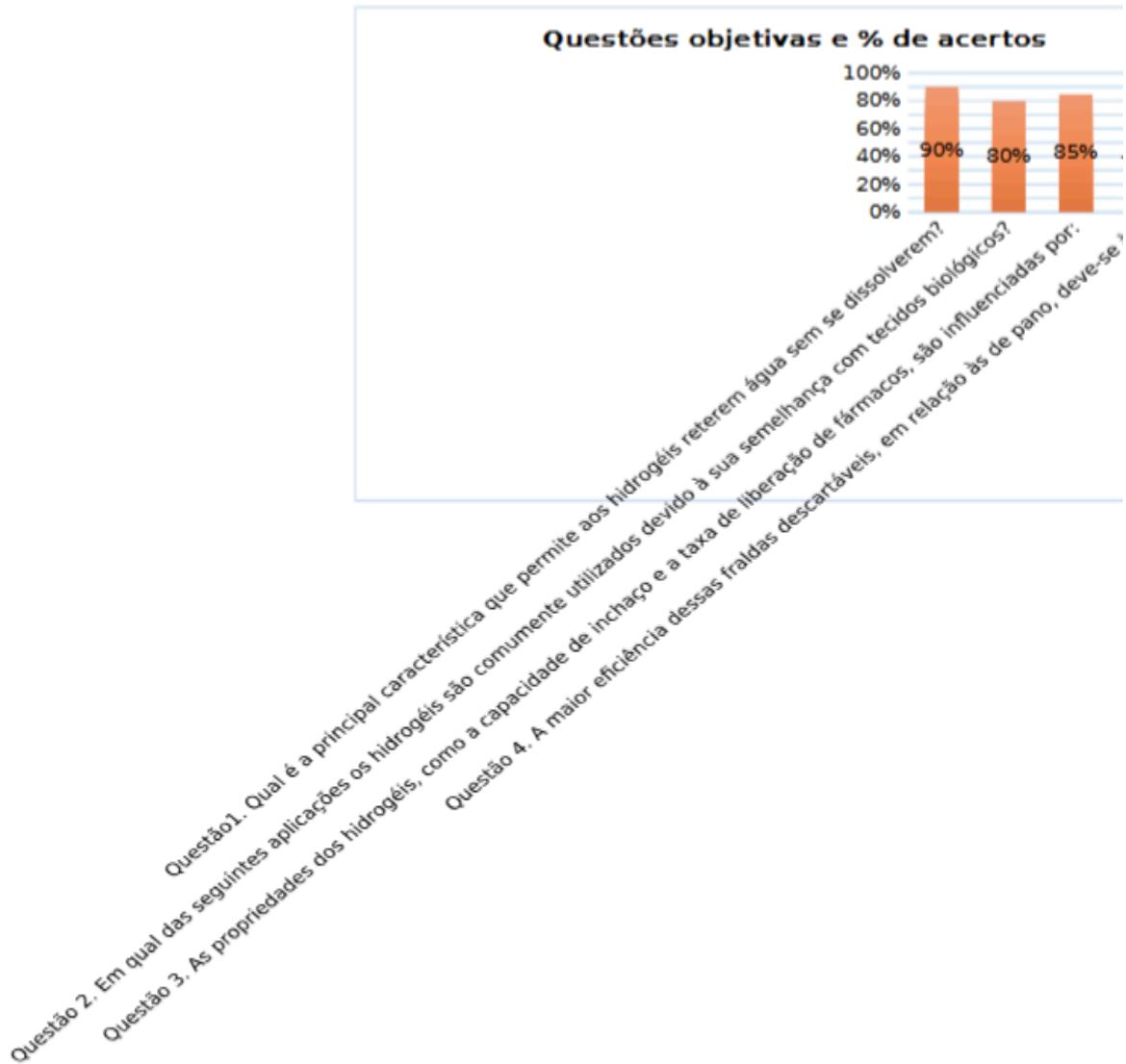
Para os alunos, um alto índice de acertos é um fator motivacional significativo. Ele reforça a autoconfiança na sua capacidade de dominar um assunto complexo, incentivando um maior engajamento e a busca por aprofundamento. A clareza das questões objetivas reduz a ambiguidade na correção, garantindo que o sucesso seja um reflexo direto do seu esforço e compreensão.

Em suma, os testes objetivos, quando bem elaborados e alinhados aos objetivos de aprendizagem, são ferramentas indispensáveis que validam a eficácia do processo educacional e orientam futuras intervenções pedagógicas, como evidenciado pelo excelente desempenho da turma no estudo sobre hidrogéis (Figura 5).

Figura 5. Gráfico da porcentagem de acertos por questão (Total de estudantes respondentes: 18).

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672



Fonte: Os autores

A experimentação nesse processo foi crucial para o entendimento dos hidrogéis, pois permitiu a observação direta de suas propriedades e a conexão da teoria com a prática. Isso leva a uma aprendizagem mais significativa e, consequentemente, a um melhor desempenho e alto índice de acertos em questões objetivas.

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

O experimento realizado permitiu a visualização de conceitos abstratos, uma vez que, os hidrogéis são polímeros reticulados capazes de absorver grandes quantidades de água, formando uma estrutura de "esponja molecular". A teoria por trás de como as cadeias poliméricas interagem com a água pode ser complexa. O experimento simples realizado com as fraldas descartáveis e a observação do inchaço de um hidrogel em água ou mesmo a comparação da capacidade de retenção de água de diferentes tipos de hidrogéis (ou mesmo de um hidrogel e solo comum), tornam esses conceitos visíveis e tangíveis.

A aula experimental permite a **aprendizagem ativa e investigação**. Atividades experimentais transformam o aluno de um receptor passivo de informações em um investigador ativo. Ao formular hipóteses sobre o comportamento do hidrogel, manipular variáveis (como a quantidade de água ou a presença de sais) e analisar os resultados, os alunos desenvolvem o pensamento crítico e a compreensão do método científico.

A experimentação permitiu explorar as diversas aplicações dos hidrogéis (contextualização e aplicações reais), como em curativos para cicatrização de feridas, na agricultura para retenção de água ou em sistemas de liberação controlada de fármacos. Essa contextualização mostra a relevância do conteúdo estudado para o mundo real, aumentando o engajamento e o interesse dos alunos.

Ainda a partir da avaliação realizada através das questões testes feitas e a aprendizagem proporcionada pela experimentação impacta positivamente o desempenho em avaliações objetivas permitindo a fixação do

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

Conhecimento. A vivência prática de um fenômeno (como a superabsorção de água) cria memórias mais duradouras do que a leitura ou audição passiva de uma explicação teórica. Isso facilita a recuperação da informação na hora da prova. Permite também, a compreensão Profunda, observada nas respostas assertivas das questões objetivas, as quais, frequentemente testam a compreensão conceitual e a capacidade de aplicar o conhecimento a novos cenários. A experimentação promove uma compreensão mais profunda dos princípios subjacentes (propriedades físicas e químicas dos polímeros, interações moleculares), permitindo que os alunos respondam a perguntas que exigem mais do que mera memorização. Promove a redução de visões dogmáticas, de modo que, ao verem a teoria em ação e, por vezes, observarem resultados inesperados que geram conflitos cognitivos, os alunos são levados a questionar e refinar suas compreensões iniciais, evitando visões simplistas ou dogmáticas que poderiam levar a erros em questões de múltipla escolha.

Em suma, a experimentação fornece uma base sólida de conhecimento experencial que complementa o aprendizado teórico, resultando em uma compreensão mais robusta dos hidrogéis e, consequentemente, em melhores resultados acadêmicos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir desse trabalho, os estudantes entenderam que os hidrogéis são materiais poliméricos hidrofílicos com a capacidade única de inchar e reter uma quantidade significativa de água em sua estrutura tridimensional, sem se dissolverem. Essa propriedade é resultado das ligações cruzadas (*cross-links*)

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

que formam uma rede insolúvel. Devido à sua semelhança com os tecidos biológicos em termos de conteúdo de água e flexibilidade, os hidrogéis encontram vasta aplicação em áreas como engenharia de tecidos, sistemas de liberação controlada de fármacos, lentes de contato e curativos inteligentes. A funcionalidade desses materiais é altamente dependente de suas propriedades físicas e químicas, como a densidade de reticulação e a sensibilidade a estímulos externos (pH, temperatura, luz), que ditam sua capacidade de inchaço e a taxa de liberação de substâncias encapsuladas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABD EL-MOHDY, H. L. **React. Funct. Polym.**, 67, 1094., 2007.

AOUADA, F. A. **Tese de Doutorado**. Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Carlos, 2009.

ABEDI-KOUPAI, J.; SOHRAB, F.; SWARBRICK, G. Evaluation of hydrogel application on soil water retention characteristics. **Journal of Plant Nutrition**, London, v. 31, n. 2, p. 317-331, 2008.

AZZAM, R.A.I. Polymeric conditioner gels for desert soils. **Communication Soil Science Plant**, v.14, p.739-760, 1983.

AZEVEDO, T. L. F.; BERTONHA, A.; GONCALVEZ, A. C. A. Uso de hidrogel na agricultura. **Revista do Programa de Ciências Agroambientais**, Alta Floresta, v. 1, n. 1, p. 23-31, 2002.

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

BORTOLIN, A. Produto com nanotecnologia libera água e nutrientes gradualmente na lavoura. **Embrapa**, 17 set., 2019.

FREITAG, A. S. Frequências de irrigação para *Eucalyptus grandis* e *Pinus elliotti* em viveiro. 2007. 60 p. Dissertação (**Mestrado em Engenharia Agrícola**) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

GARCIA, J. A. F. **Dissertação de mestrado**. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Ilha Solteira, 2018.

GARCIA, Joao AF; MOURA, Marcia R. de; AOUADA, Fauze A. **Effect of ph, ionic concentration and species on the absorption of water by hydrogel bionanocomposites constituted from CMC/PAAm/LAPONITE RDS**, 2019.

GOMES, R. C. S.; GHEDIN, E. O desenvolvimento cognitivo na visão de Jean Piaget e suas implicações a educação científica. In: **VIII Encontro Nacional de Pesquisa**. Campinas, 2011.

GUIMARÃES, E. C. Combate à terra seca. **Revista Pesquisa Fapesp**, n. 248, p. 80-83, out. 2016.

PIAGET, J. **Psicologia e Pedagogia**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1982.

PREVEDELLO, C. L.; LOYOLA, J. M. T. Efeito de polímeros hidroretentores na infiltração da água no solo. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 8, n. 3, p. 313-317, 2007.

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

SANT I, C.B.; SANTOS, R.M.; WEBLER, G. Material concreto na compreensão dos conceitos matemáticos, 2018.

VLACH, T.R. Creeping bentgrass responses to water absorbing polymers in simulated golf greens (on line). **Wisconsin**, Aug., 1991.

¹ Docente do Curso Superior de Farmácia da Universidade Brasil, *Campus* de Fernandópolis-SP. Doutor em Química pelo Instituto de Química UNESP, *Campus* de Araraquara-SP. E-mail: kmininel17@gmail.com