

# QUÍMICA E SUSTENTABILIDADE: A PRÁTICA DE PAPEL RECICLÁVEL PARA O ENSINO DAS FORÇAS INTERMOLECULARES

Chemistry and Sustainability: the practice of using recyclable paper to teach  
intermolecular forces

## Gabriely de Jesus Canton

Graduando em Licenciatura em Química na Universidade Federal de São João del-Rei

Orcid: <https://orcid.org/0009-0001-4612-2412>

[gabrielycanton75@aluno.ufsj.edu.br](mailto:gabrielycanton75@aluno.ufsj.edu.br)

## Mário Furtado de Andrade Neto

Graduando em Licenciatura em Química na Universidade Federal de São João del-Rei

Orcid: <https://orcid.org/0009-0000-1588-0221>

[marioandrade198@gmail.com](mailto:marioandrade198@gmail.com)

## Leonardo Guedes

Graduando em Licenciatura em Química na Universidade Federal de São João del-Rei

Orcid: <https://orcid.org/0009-0002-3753-8720>

[leonardo\\_wind777@outlook.com](mailto:leonardo_wind777@outlook.com)

## Poliana Lima da Silva

Professora de Química da educação básica na Escola Estadual Governador Milton Campos

Orcid: <https://orcid.org/0009-0009-3834-5710>

[poliana.lima.silva@educacao.mg.gov.br](mailto:poliana.lima.silva@educacao.mg.gov.br)

## Fernanda Luiza de Faria

Professora do Departamento de Ciências Naturais da Universidade Federal de São João del-Rei

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3326-9204>

[fernandafaria@ufsj.edu.br](mailto:fernandafaria@ufsj.edu.br)

Artigo recebido em junho/2024 e aceito em julho/2024

## RESUMO

O artigo apresenta um relato de experiência vivenciado por licenciandos no contexto de um subprojeto da química da Residência Pedagógica. O trabalho traz a discussão de uma sequência didática planejada e aplicada na Escola Estadual Governador Milton Campos localizada em São João Del Rei, com o objetivo de contextualizar as interações intermoleculares com a produção de papel reciclado. As aulas foram conduzidas de forma investigativa, utilizando vídeos, questionários e atividades práticas. Os alunos participaram ativamente do processo, desde a separação dos papéis até a criação de cartazes conscientizadores sobre reciclagem e meio ambiente. A abordagem investigativa contribuiu para despertar o interesse dos alunos e facilitar a compreensão dos conceitos químicos envolvidos.

**Palavras-chave:** Residência Pedagógica; Experimentação; Ligações de hidrogênio; Educação Básica.

## ABSTRACT

The article presents an experience report lived by undergraduate students in the context of a chemistry subproject of the Pedagogical Residency. The work discusses a didactic sequence planned and applied at the Governador Milton Campos State School located in São João Del Rei, with the aim of contextualizing intermolecular interactions with the production of recycled paper. Classes were conducted in an investigative manner, using videos, questionnaires and practical activities. The students actively participated in the process, from separating the papers to creating posters to raise awareness about recycling and the environment. The investigative approach helped to spark students' interest and facilitate understanding of the chemical concepts involved.

**Keywords:** Pedagogical Residency; Experimentation; Hydrogen bonds; Basic education.

## 1. INTRODUÇÃO

O processo de produção de papel segundo a Indústria Brasileira de Árvores-IBÁ (2015) inicia-se com o beneficiamento da madeira, nessa fase a madeira é descascada e picada em pequenos pedaços, chamados cavacos. Posteriormente, são removidos dos cavacos as lascas e serragens e os cavacos são submetidos a processos físicos e químicos, a fim de separar a lignina da celulose, que são a maior parte dos constituintes da madeira. Após a separação, o material obtido passa por processos químicos para alvejar a polpa até a coloração e textura desejada.

De acordo com GATTI (2007), no que tange ao desenvolvimento da indústria química, tanto a qualidade do papel quanto o aproveitamento da madeira no processo de produção, foram incrementadas, possibilitando as mais variadas formas de apresentação que ele possui hoje. CAETANO (2016) aponta que a matéria prima para a fabricação do papel está muito escassa, mesmo com a existência de políticas de reflorestamento com a conscientização dos habitantes globais. Para o autor, acreditava-se que com a era da tecnologia o consumo de papéis iria ter uma diminuição considerável, entretanto, não foi como o esperado, o consumo de papel nas últimas décadas chegou a bater o recorde no século XX.

No Brasil, a reciclagem de papel teve seu início no começo do século XIX e se confunde com a própria origem da fabricação de papel no país. As primeiras fábricas brasileiras de papel aproveitavam papéis descartados para a produção de novos papéis. Nesse período, a quase totalidade das necessidades brasileiras de papel, em seus mais variados tipos, eram supridas por fornecedores do exterior (CELULOSE, 2011). NETO (2016) diz que vários fatores contribuem para a aceitação do papel reciclado tais como, ampliação das práticas de responsabilidade socioambiental que envolve ações de reciclagem, baixo custo do processo de recolhimento do material por meio de catadores, baixo custo do produto recolhido em si, comparado à matéria-prima bruta, entre outros.

A produção de papel reciclado pelos residentes foi escolhida por abordar dois conceitos que podem ser entrelaçados durante as aulas de química como: sustentabilidade e forças

intermoleculares. De acordo com SANTOS (2011), o processo de coleta seletiva passou a ter maior ênfase em virtude do consumo desenfreado que ocasionou degradação ambiental por práticas insustentáveis. Assim, faz com que se exijam sistemas de coletas, tratamento e um destino ambiental de forma segura, tendo em vista que existem inúmeros fatores de risco à saúde humana, desde a geração até o destino desses resíduos.

Ao falar sobre sustentabilidade com os alunos, é possível despertar o olhar crítico deles sobre o mundo. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC de 2017), traz um enfoque para o desenvolvimento de competências. Neste documento, a competência é definida como a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho.

Além das questões de preservação do meio ambiente, espera-se ainda a aprendizagem de conhecimentos científicos que são importantes e destacados na BNCC. Conhecimentos que contribuem para que os estudantes possam avaliar o impacto de tecnologias contemporâneas (como as de informação e comunicação, geoprocessamento, geolocalização, processamento de dados, impressão, entre outras) em seu cotidiano, em setores produtivos, na economia, nas dinâmicas sociais e no uso, reuso e reciclagem de recursos naturais.

Já o conceito de forças intermoleculares faz parte da composição química do papel, onde será discutido no próximo tópico. Isto posto, o presente artigo traz um relato de uma experiência vivenciada no contexto de um subprojeto de Química da Residência Pedagógica. A ação teve como foco o diálogo entre a química e a sustentabilidade, a reciclagem de papel e as forças intermoleculares.

### **1.1. A Química do papel: um enfoque para as forças intermoleculares**

Segundo GATTI (2007), a definição técnica do papel consiste em “Uma película de fibras de celulose - polissacarídeo de fórmula  $(C_6H_{10}O_5)_n$  -, obtidas através do cozimento e/ou maceração, podendo ser refinadas, emaranhadas e agregadas basicamente por ligações químicas de ponte de hidrogênio”. Segundo ROCHA (2001), uma interação química significa que as moléculas se atraem ou se repelem entre si, sem que ocorra a quebra ou formação de novas ligações químicas. Estas interações são frequentemente chamadas de interações não covalentes ou interações intermoleculares.

Um outro fato interessante a ser mencionado de acordo com ROCHA (2001), é que todos os processos orgânicos vitais estão relacionados com o reconhecimento molecular específico inter e intramolecular. Estes processos podem ser definidos como sendo interações fracas, usualmente

reversíveis e altamente seletivas entre duas moléculas (intermolecular) ou dentro da macromolécula biológica (intramolecular). Um exemplo das interações intermoleculares específicas que mantém a estrutura tridimensional em hélice do DNA.

ROCHA (2001) também menciona que a ideia de que um único átomo de hidrogênio poderia formar uma “ligação química” com outros dois átomos, foi proposta em 1919 e 1920 por M.L. Huggins e G.N. Lewis, respectivamente. Um átomoceptor (A), que possua um par de elétrons não ligado, pode interagir favoravelmente com um átomo doador (D) que carrega um hidrogênio ácido. Uma ligação de hidrogênio requer que A e D sejam átomos eletronegativos (como por exemplo N, O e F). Na verdade, a interação é tão forte que é diferente das interações dipolo-dipolo convencionais, e recebe o nome especial de ligação de hidrogênio. As propriedades da água, álcoois, ácidos orgânicos, aminas e as macromoléculas biológicas (proteínas, DNA e RNA) estão intimamente relacionadas com a formação de ligações de hidrogênio.

Diante do exposto nos dois tópicos anteriores, é possível estabelecer uma relação entre as interações intermoleculares e o tema sustentabilidade, possibilitando ainda o desenvolvimento de importantes habilidades e competências propostas pela BNCC. Para isso, escolheu-se neste relato, a temática da reciclagem do papel.

## **1.2. A Residência Pedagógica e o planejamento de ações na escola**

O Programa de Residência Pedagógica (RP) é um programa da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, descrito em BRASIL (2022), que tem por objetivo induzir o aperfeiçoamento do estágio curricular supervisionado por Instituições de Ensino Superior (IES) nos cursos de grau acadêmico Licenciatura, promovendo a imersão do licenciando na escola de educação básica, a partir da segunda metade de seu curso, contribuindo para o aperfeiçoamento da formação inicial de professores.

O programa tem como objetivo fortalecer e aprofundar a formação teórico-prática de estudantes de cursos de licenciatura; contribuir para a construção da identidade profissional docente dos licenciandos; estabelecer corresponsabilidade entre IES, redes de ensino e escolas na formação inicial de professores; valorizar a experiência dos professores da educação básica na preparação dos licenciandos para a sua futura atuação profissional; e induzir a pesquisa colaborativa e a produção acadêmica com base nas experiências vivenciadas em sala de aula.

Das atividades propostas pelo programa oferecido na Universidade Federal de São João Del Rei, algumas delas visam desenvolver as atividades de residência pedagógica, planejadas juntamente com o docente orientador e o preceptor; elaborar os planos de aula sob orientação do docente orientador e do preceptor; elaborar e realizar regências, produzir materiais didáticos e

também atividades que desenvolvam as habilidades dos alunos, assim como está proposto na Base Nacional Curricular Comum.

## 2. DESENVOLVIMENTO

O presente artigo relata a sequência didática planejada e ministrada por residentes sob a supervisão da preceptora da escola e orientação da coordenadora de área do projeto, todos autores deste trabalho. A ação ocorreu na Escola Estadual Governador Milton Campos, localizada na cidade de São João del-Rei, em turmas do 3º ano do ensino médio. A sequência didática tinha como objetivo relacionar o conceito das interações intermoleculares, principalmente o conceito de ligações de hidrogênio, com a produção de papel reciclado.

Para aplicar essa abordagem com os alunos, adotou-se uma proposta investigativa. Paraná (2008, p.76) diz que a inserção de atividades experimentais na prática docente apresenta-se como uma importante ferramenta de ensino e aprendizagem, quando mediada pelo professor de forma a desenvolver o interesse nos estudantes e criar situações de investigação para a formação de conceitos.

As sequências didáticas foram embasadas no modelo de Delizoicov et. al. (2002) respeitando os três momentos pedagógicos (3MP): Problematização, Organização do Conhecimento e Aplicação do Conhecimento. No momento problematização, leva-se em consideração a vivência cotidiana dos estudantes e permite que o professor conheça um pouco do que seus alunos pensam sobre o tema; Na etapa de organização do conhecimento, o professor media o conhecimento e permite a relação do conhecimento-prévio com o conhecimento científico, por último; No momento aplicação do conhecimento, permite-se que o aluno demonstre o conhecimento adquirido (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2014).

Na primeira aula foram passados dois vídeos para os alunos, um falando sobre a importância da sustentabilidade e outro falando sobre o processo de reciclagem do papel. Os vídeos são recursos importantes que devem ser utilizados pelo professor, para aproximar os alunos de um conteúdo que não poderia ser colocado dentro de sala de aula. Segundo Braga (2001), nesse processo de descoberta, observação e exploração, que é a aprendizagem, as tecnologias de informação e comunicação (TIC) podem ser uma poderosa arma para dar suporte a esse processo, auxiliando tanto professores como psicopedagogos, melhorando o ensino-aprendizagem nas escolas. Após a visualização dos dois vídeos, passamos um questionário para os alunos com as seguintes perguntas:

1) Qual conteúdo da química você consegue assimilar após ver o vídeo de produção do papel reciclado?

2) Quais são os benefícios que a reciclagem traz para a sociedade?

3) Porque o papel pode ser rasgado, molhado e ser reconstruído novamente após os processos observados?

Após coletar as respostas dos questionários e conversar um pouco com os alunos sobre as perguntas, discutindo algumas dúvidas que surgiram, foi iniciado o processo de produção do papel reciclado. A sequência didática está descrita no quadro abaixo, mostrando o número de aulas, duração, tipo de atividade realizada e recursos didáticos adotados.

**Quadro 1:** Sequência didática realizada pelos residentes.

Aulas ministradas	Duração	Atividades	Recursos didáticos
Aula 1	50 min	Debate sobre os temas reciclagem e sustentabilidade; Vídeo sobre reciclagem; Vídeo sobre sustentabilidade; Questionário;	Projektor, vídeo, internet e notebook.
Aula 2	min	Organização de grupos; Leitura e explicação do roteiro do experimento.	Quadro e materiais para a produção de papel.
Aula 3	50 min	Produção do papel reciclado e secagem.	Materiais para a produção de papel e vídeos.
Aula 4	50 min	Debate sobre a produção de papel e apresentação da estrutura da celulose; Apresentação dos conceitos sobre força intermoleculares e ligação de hidrogênio.	Quadro, projetor, vídeo, internet e notebook.
Aula 5	50 min	Produção de material para a divulgação da importância da reciclagem utilizando o papel produzido pelos alunos.	Papel reciclado, lápis de cor, tinta, régua.

**Fonte:** Autoria própria.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A sequência didática aplicada teve a participação de três estudantes. Na primeira aula, ao final do segundo vídeo, se fez um questionamento geral para a turma:

“Mas afinal, existe uma cola natural no papel?”

Ao que se refere ao questionamento geral, a maioria dos alunos afirmou que sim, que poderia existir uma cola natural no papel, e que essa cola estaria relacionada com algum conceito químico já visto por eles dentro de sala de aula.

Na aula 2 aplicou-se um questionário contendo três questões, ao analisar as respostas dos alunos, a grande maioria respondeu à questão 1 e 2 corretamente, relacionando a química orgânica com o conteúdo da aula. Na questão 3, houve respostas diferentes, como por exemplo:

“Acho que existe alguma fibra no papel, que não se dissolve em água, fazendo com que ele volte a ser papel novamente depois”.

Nesta resposta identificou-se a visão correta do aluno, pois ao perceber a existência das fibras, um aspecto importante da atividade de reciclagem de papel, ele entende que durante este processo o papel reciclado apresenta uma capacidade na qual pode ser reconstituído.

É importante destacar que nas duas primeiras aulas, os alunos não tiveram interação direta com o conteúdo em si, mas sim com alguns conceitos que já haviam visto em algum momento de seus estudos durante o ano letivo. Pois de acordo com DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO (2009) o diálogo a ser realizado deve se referir aos conhecimentos, que ambos os sujeitos da educação, professor e aluno, detém sobre o tema, objeto de estudo e sua compreensão.

Durante a aula 3, o processo de produção de papel aconteceu da seguinte maneira, primeiro fez-se a separação dos papéis velhos para que fossem picados em tamanhos menores e colocados de molho em uma bacia com água. O ideal seria deixar esses papéis de molho na água por 24h antes do início da produção, para que as fibras do papel pudessem se dissolver na água, mas como esse processo não aconteceu, os alunos ficaram mexendo e pressionando as folhas dentro da bacia, para que o papel ficasse bem emoliente. Após isso, aos poucos, a mistura de papel e água da bacia foi transferida para um liquidificador, contendo mais um pouco de água para facilitar a trituração dos papéis picados. Repetindo esse processo várias vezes, até acabar com os papéis molhados da bacia, a mistura do liquidificador foi transferida para uma bacia maior, contendo aproximadamente cinco litros de água. Após isso, foram utilizados os moldes feitos (Figura 1), previamente preparados antes do começo da sequência didática, para que pudesse ser realizado o processo de peneirar o papel presente na bacia com água.



**Figura 1** - Moldes utilizados para a produção do papel reciclado.  
**Fonte:** Autoria própria.

Na semana seguinte, foi realizada a aula 4, de abordagem teórica, para a explicação de como foi possível o processo de experimentação realizado na aula 3. Neste sentido, SANTOS (2005, p.61) diz que o ensino por meio da experimentação é quase uma necessidade no âmbito das ciências da natureza. Ocorre que podemos perder o sentido da construção científica se não relacionarmos experimentação, construção de teorias e realidade socioeconômica e se não valorizarmos a relação entre teoria e experimentação, pois ela é o próprio cerne do processo científico.

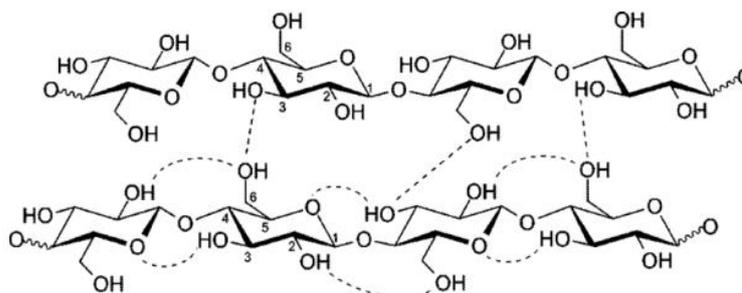
Posteriormente, ao questionar os alunos novamente sobre o que eles achavam que havia acontecido na atividade experimental, as respostas continuaram as mesmas, basicamente afirmando que havia uma “cola natural” na composição do papel. Nesta mesma aula continuou-se o conteúdo teórico, abordando o tópico sobre forças intermoleculares, com definições e conceitos gerais, para então tratar sobre as interações separadamente. Primeiro foi abordado a interação dipolo-dipolo, destacando que a mesma acontecia somente entre moléculas polares, fazendo com que seus dipolos criassem uma “conexão” entre elas, e logo em seguida se falou sobre as interações dipolo-induzido detalhando da mesma maneira. E por fim, sobre a ligação de hidrogênio, apontou-se a discussão trazido por FARIAS (2013), que define a ligação de hidrogênio como a que ocorre quando o hidrogênio está ligado a um átomo muito eletronegativo (doador forte de elétrons), sendo eles o flúor, oxigênio e nitrogênio, podendo fazer também interações com um par isolado de elétrons de outro átomo muito eletronegativo. Como o foco desta aula era as interações do tipo ligações de hidrogênio, foi necessário deixar um tempo maior para falar sobre esse assunto em específico, já que estas ligações são responsáveis pela eficácia do processo de reciclagem do papel.

Segundo Melo e Lima (2013), no caso específico da química, a maior dificuldade encontrada, tanto no ensino como na aprendizagem, está baseada nos diversos modelos científicos trabalhados dentro do seu ensino. Outra dificuldade muito grande apresentada pelos alunos, é de sair do macroscópico (visível) e chegar ao abstrato (submicroscópico), não conseguindo assim utilizar os modelos para compreender fenômenos macroscópicos. Deste modo, a química acaba não fazendo sentido para os estudantes e conseqüentemente não desperta o interesse deles em sua própria aprendizagem.

Diante desse fato, utilizou-se algumas analogias na aula para o melhor entendimento da parte dos alunos com o conteúdo, como por exemplo, imaginar as moléculas como pequenos ímãs que podem se atrair ou se repelir. A utilização de analogias em conteúdos como esse, dentro da química, é importante já que grande parte dos conceitos são abstratos. Diante desta afirmativa, NERSESIAN (1992) se põe de acordo contracenando com as ideias de Kuhn, em que o raciocínio por analogias e a construção de modelos a ele correlacionados merece destaque por mostrar como, no atual momento filosófico, ele pode ser mais bem compreendido, já que nessa nova imagem de

ciência há maior espaço para a imaginação e para os modelos analógicos heurísticos - geradores de conhecimento novo. Assim, as analogias são “auto geradoras de conhecimento novo”, são ferramentas que fazem parte do nosso pensamento, são ferramentas mentais implícitas. Sendo ferramentas mentais implícitas, não é surpreendente o fato de que analogias sejam amplamente empregada no ensino de uma maneira geral e, mais especificamente, no ensino de ciências (OGBORN; MARTINS, 1996; VENVILLE; HARRISON; TREAGUST, 1996; WILBERS; DUIT, 2011)

Ao explorar teoricamente as ligações de hidrogênio, projetou-se em sala de aula, a imagem da celulose (Figura 2), estrutura presente na composição do papel, para que os alunos pudessem associar a imagem ao que aconteceu durante o processo mecânico de reciclagem.



**Figura 2-** Estrutura da celulose.

**Fonte:** Representação esquemática das ligações de hidrogênio intra e intermoleculares na celulose; ACS, 2010.

No início, os alunos não perceberam que a ligação de hidrogênio estava acontecendo entre as estruturas, mas após lembrá-los sobre o que era uma ligação de hidrogênio, eles compreenderam como o processo havia ocorrido. Segundo Brandão (2007, p. 120), revisar um texto ou conteúdo com os alunos é refletir sobre algo que já foi ou está sendo feito, e então procurar meios para melhor dizer o que se quer discutir, reelaborando ou reescrevendo o que já foi escrito. Nesse sentido, é preciso que aquele que escreve se desloque entre os papéis de escritor e possíveis leitores/interlocutores de seu texto, refletindo se seu escrito atende as suas intenções, bem como se está adequado à situação comunicativa em que ele se insere.

Ao discutir sobre o processo de reciclagem foi enfatizado que ao rasgar o papel, molhar e triturá-lo no liquidificador, não estaria quebrando totalmente a ligação, ela continuaria presente naquela solução de papel picado com água. A olho nu, parece que ela está quebrada, mas explicou-se que ela ainda continuava lá, mesmo que grande parte do papel tenha sido desfeita. Ao passar aquela mistura em uma peneira, observa-se a formação de uma camada de papel molhado na peneira, que mais tarde, ao secar, se tornaria uma folha de papel novamente.

Na aula 5, os alunos utilizaram os papéis produzidos em sala e devidamente secos (Figura 3), para a criação de um mural de cartazes com frases conscientizadoras sobre reciclagem e meio ambiente (Figura 4). Os cartazes depois de finalizados foram expostos em um dos corredores da escola.



**Figura 3** - Varal montado pelos alunos com os papéis.  
**Fonte:** Autoria própria.



**Figura 4** - Cartazes produzidos pelos alunos.  
**Fonte:** Autoria própria.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após analisar a sequência didática desenvolvida, chegamos à conclusão que a utilização dessa abordagem foi significativa para o ensino das forças intermoleculares, principalmente das ligações de hidrogênio, bem como para a discussão da sustentabilidade. A atividade contribuiu de forma

efetiva para o despertar da curiosidade dos alunos durante o processo, além de ter sido uma abordagem simples, de fácil realização e baixo custo, favorecendo sua aplicação em sala de aula pelo professor.

Analisando ainda a atividade experimental, notamos que ela favoreceu a participação efetiva e ativa dos alunos e a cada passo das atividades, eles puderam manusear os materiais, bem como ainda utilizar da criatividade para produzir lindos cartazes com mensagens importantes e conscientizadoras ao que tange à sustentabilidade e à preservação do meio ambiente.

Ainda ao que tange à formação inicial de professores e à vivência com o programa de Residência Pedagógica, essa sequência didática planejada e ministrada, teve grande importância no processo formativo destes residentes, auxiliando a pensar em formas diversificadas e mais atrativas de ensinar um conteúdo que seria visto pelos alunos como algo cansativo e difícil de aprender. Além de poderem refletir durante e após a atividade em torno da ação docente de forma problematizadora, permitindo que estes residentes possam cada vez mais se aproximar da realidade escolar e da sua futura profissão.

Trabalhos como estes são importantes para inspirar outros futuros professores, ou já em exercício, a realizarem mais propostas didáticas como essa, bem como para refletir sobre as ações debatidas, seja em contexto de formação inicial, em disciplinas, projetos de ensino como a RP e o PIBID (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência) ou em contextos de formação continuada, dentre outros.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

## REFERÊNCIAS

BRAGA, M. Realidade virtual e educação. **Revista de biologia e ciências da terra**, v. 1, n. 1, p. 1-13, 2001.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J.A; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2009.

DUIT, R. On the role of analogies and metaphors in learning science. **Science Education**, v. 75, n. 6, p. 649-672, 1991.

GATTI.T.H. **A história do papel artesanal no Brasil**. ABTCP. São Paulo 2007.

HARRISON, A. G.; TREAGUST, D. F. Teaching with analogies: a case study in grade- 10 optics. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 30, n. 10. p. 1291-130, 1993.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES – Disponível em: <https://www.iba.org/>. Acesso em: 25 abr. 2024.

MÉDIO, E. **Educação é a Base**. Disponível em: <[http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC\\_EnsinoMedio\\_embaixa\\_site\\_110518.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site_110518.pdf)>. Acesso em: 21 jan. 2024.

MELO, M. R.; LIMA NETO, E. G. Dificuldades de ensino e aprendizagem dos modelos atômicos em química. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 2, p. 112-122, 2013.

MUENCHEN, C; DELIZOICOV, D. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro “Física”. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 20, n. 3, p. 617-638, 2014.

PELIZZARI, A. et al. Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. **Revista PEC**, v. 2, n. 1, p. 37-42, 2002.

SANTOS, C. S. **Ensino de Ciências: abordagem histórico – crítica**. Campinas: Armazém do ipê, 2005.

SANTOS, P. T. A. *et al.* Lixo e reciclagem como tema motivador no ensino de química. **Eclet. Quím.**, São Paulo, v. 36, n. 1, p. 78-92, 2011.

FARIAS, R. C. de. **"O impacto ambiental na substituição do papel virgem por papel reciclado em embalagens corrugadas"**. 2013.

PARANÁ. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica: para a rede pública estadual de ensino**. Ciências. Curitiba: SEED/DEF/DEM. 2008 Paulo,

ROCHA, W. R. Interações Intermoleculares. **Química Nova na Escola**, n. 4, p. 31-36, 2001.