

Luiz Gabriel Araújo da Fonseca
Ronilson Freitas de Souza

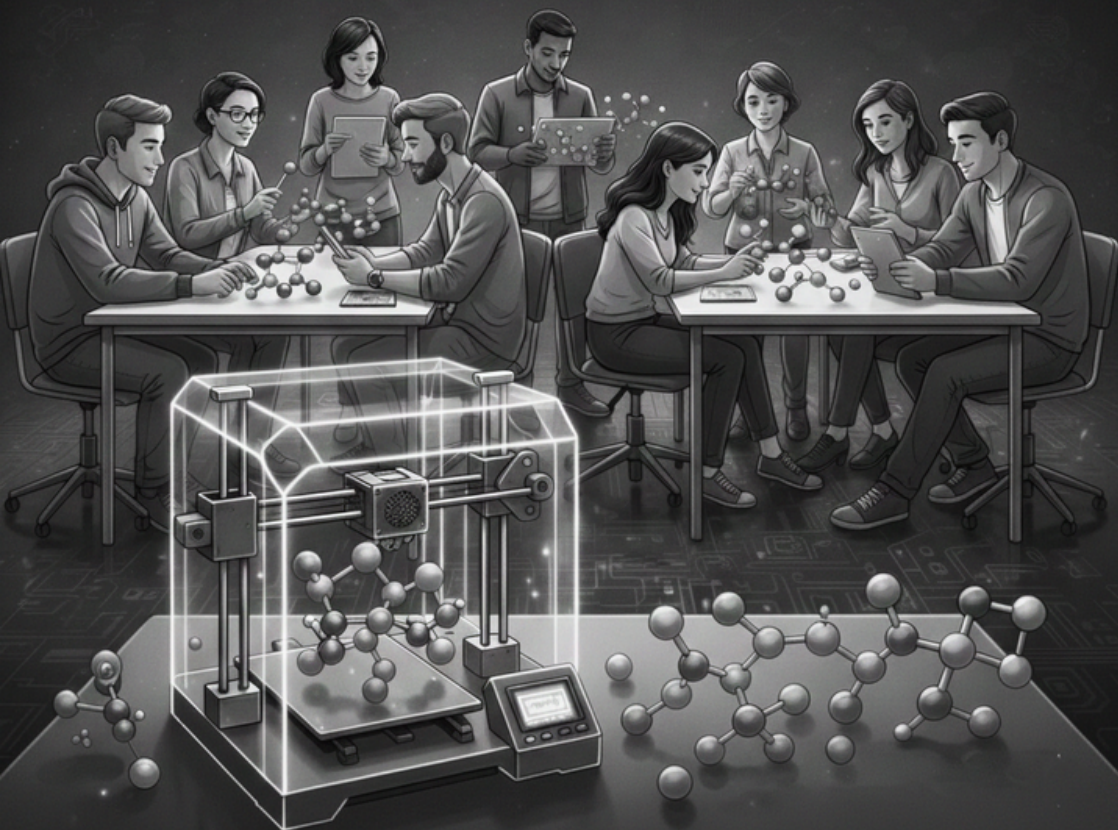


EXPLORANDO A QUÍMICA POR MEIO DA SALA DE AULA INVERTIDA E IMPRESSÃO 3D

Uma proposta para o ensino dos haletos orgânicos

Guia Didático
Produto Educacional

Luiz Gabriel Araújo da Fonseca
Ronilson Freitas de Souza



EXPLORANDO A QUÍMICA POR MEIO DA SALA DE AULA INVERTIDA E IMPRESSÃO 3D

Uma proposta para o ensino dos haletos orgânicos

Guia Didático
Produto Educacional



Universidade do Estado do Pará

Reitor	Clay Anderson Nunes Chagas
Vice-Reitora	Ilma Pastana Ferreira
Pró-Reitora de Graduação	Acylena Coelho Costa
Pró-Reitora de Pesquisa e Pós-Graduação	Luanna de Melo Pereira Fernandes
Pró-Reitor de Extensão	Higson Rodrigues Coelho
Diretor do CCPPA	José Roberto Alves da Silva
Coordenadora do PPGECA	Priscyla Cristinny Santiago da Luz
Coordenador Adjunto do PPGECA	Erick Elisson Hosana Ribeiro

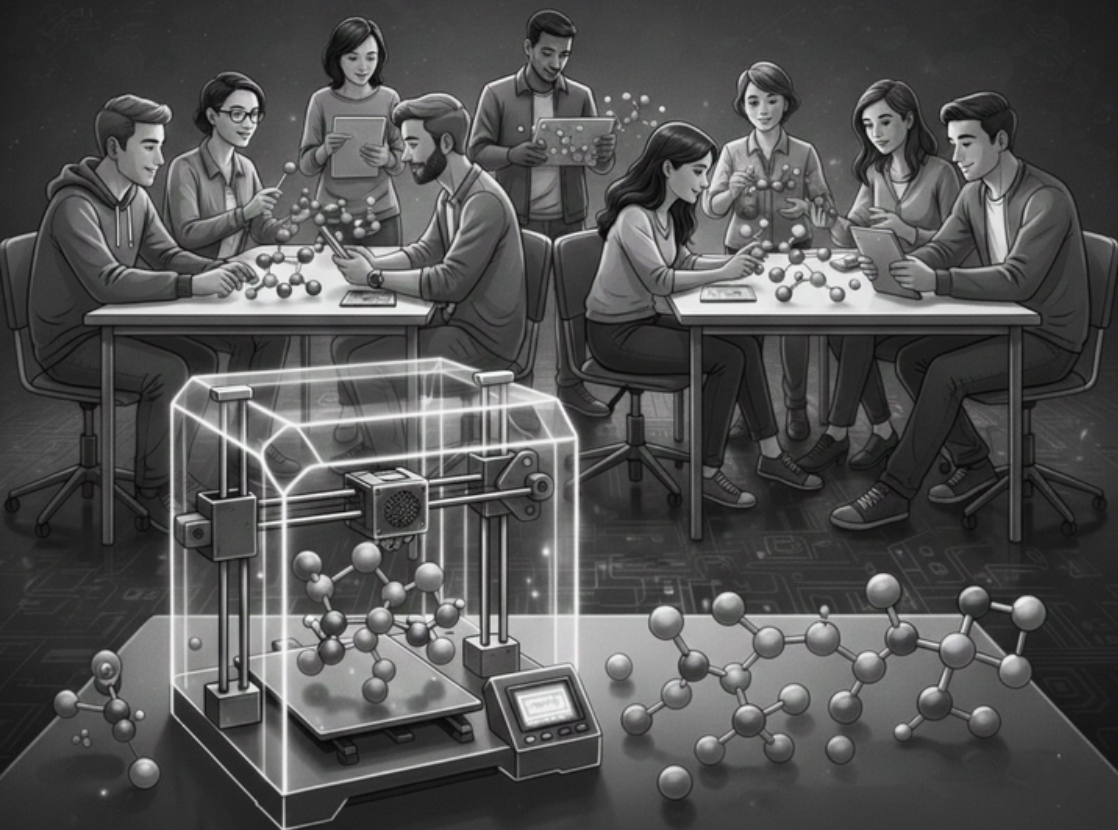


Selo Editorial Edições do Programa de Pós-graduação em Educação e Ensino de Ciências da Amazônia da Universidade do Estado do Pará

Editor-Chefe Erick Elisson Hosana Ribeiro

Conselho Editorial	Anderson Madson Oliveira Maia/ UEPA/ Belém-PA
	Alcindo da Silva Martins Junior/ UEPA/ Salvaterra-PA
	Bianca Venturieri/ UEPA/ Belém-PA
	Danielle Rodrigues Monteiro da Costa/ UEPA/ Marabá-PA
	Darlene Araújo Gomes/ UEPA/ Conceição do Araguaia-PA
	Diego Ramon Silva Machado/ UEPA/ Belém-PA
	Frederico da Silva Bicalho/ UEPA/ Belém-PA
	Inês Trevisan/ UEPA/ Barcarena-PA
	Jacirene Vasconcelos de Albuquerque/ UEPA/ Belém-PA
	José Fernando Pereira Leal/ UEPA/ Castanhal-PA
	José Ricardo da Silva Alencar/ UEPA/ Belém-PA
	Klebson Daniel Sodré do Rosário/ UEPA/ Paragominas-PA
	Luciana de Nazaré Farias/ UEPA/ Belém-PA
	Luely Oliveira da Silva/ UEPA/ Belém-PA
	Luciléia Pereira da Silva/ UEPA/ Belém-PA
	Milta Mariane da Mata Martins/ UEPA/ Conceição do Araguaia-PA
	Priscyla Cristinny Santiago da Luz/ UEPA/ Moju-PA
	Ronilson Freitas de Souza/ UEPA/ Belém-PA
	Sinaida Maria Vasconcelos/ UEPA/ Belém-PA
	Vania Lobo Santos Magalhães/ UEPA/ Belém-PA

Luiz Gabriel Araújo da Fonseca
Ronilson Freitas de Souza



EXPLORANDO A QUÍMICA POR MEIO DA SALA DE AULA INVERTIDA E IMPRESSÃO 3D

Uma proposta para o ensino dos haletos orgânicos

Guia Didático
Produto Educacional

Realização

Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia PPGECA

Apoio

Universidade do Estado do Pará – UEPA

Centro de Ciências Sociais e Educação – CCSE

Centro de Ciências e Planetário do Pará – CCPA

Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas - FAPESPA

Projeto Gráfico e Diagramação

Luiz Gabriel Araújo da Fonseca

Assistente Editorial

Renata do Socorro Moraes Pires

Revisão Gramatical e Ortográfica

Luiz Gabriel Araújo da Fonseca

Revisão Técnica

Ronilson Freitas de Souza

José Fernando Pereira Leal

Bruno Silva Leite

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP) de acordocom o ISBD Sistema de Bibliotecas da Universidade do Estado do Pará

F676e Fonseca, Luiz Gabriel Araújo da

Explorando a química por meio da sala de aula invertida e impressão 3D: Uma proposta para o ensino dos haletos orgânicos / Luiz Gabriel Araújo da Fonseca, Ronilson Freitas de Souza. — Belém: UEPA Edições, PPGECA, 2026.

32 f. : il. color.

ISBN: 978-65-85158-76-3

Produto educacional vinculado à dissertação “Sala de aula invertida e impressão 3D: uma combinação para o ensino dos haletos orgânicos e compostos organoclorados e suas influências na Amazônia” do Mestrado Profissional em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia- Universidade do Estado do Pará, Campus I- Belém, 2026.

1. Ensino de química. 2. Impactos socioambientais. 3. Modelos 3d. 4. Metodologia ativa. I. Souza, Ronilson Freitas de. II. Título.

CDD 22.ed. 540.7

Elaborado por Priscila Melo CRB-2/1345

O conteúdo e seus dados em sua forma e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva de seu(s) respectivo(s) autor(es), inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Edições PPGECA. Todo conteúdo foi previamente submetido à avaliação pelos membros da banca de dissertação, tendo sido aprovado para a publicação com base em critérios estabelecidos previamente pelo colegiado do PPGECA.

Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-Não Comercial 4.0 Internacional.



Selo Editorial Edições do Programa de Pós-graduação em Educação e Ensino de Ciências da Amazônia da Universidade do Estado do Pará (EDPPGECA/UEPA) Rod. Augusto Montenegro, Km 03, S/Nº - Manguirão/ Belém-PA/ Brasil CEP: 66640-000
E-mail: ppgeeca@uepa.br
Fone: (91) 3284-9597
Site: <https://paginas.uepa.br/ppgeeca/>

CONHECENDO OS AUTORES



LUIZ GABRIEL ARAÚJO DA FONSECA

Possui graduação em Licenciatura em Química pela Universidade do Estado do Pará (UEPA) e mestrado pelo Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia (PPGEECA) pela mesma instituição.



luizgabrielfonseca047@gmail.com



5465487046394238



0000-0003-3650-3454



RONILSON FREITAS DE SOUZA

Possui doutorado em Química Orgânica pela Universidade Federal do Pará e é professor do Departamento de Ciências Naturais da Universidade do Estado do Pará (UEPA) e é docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia (PPGEECA).



ronilson@uepa.br



0747461930362318



0000-0002-0463-8584

DESCRIÇÃO TÉCNICA DO PRODUTO EDUCACIONAL

Categoria/Tipo: Material Didático/Guia Didático

Nome do produto: Explorando a Química por meio da Sala de Aula Invertida e Impressão 3D: uma proposta para o ensino dos haletos orgânicos/Exploring Chemistry through the Flipped Classroom and 3D Printing: a proposal for teaching organic halides.

Origem do produto: Trabalho de Dissertação intitulado “Sala de Aula Invertida e Impressão 3D: uma combinação para o ensino dos haletos orgânicos e compostos organoclorados e suas influências na Amazônia” desenvolvido no Mestrado Profissional em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia (PPGEECA) da Universidade do Estado do Pará (UEPA).

Linha de pesquisa: Estratégias Educativas para o Ensino de Ciências Naturais na Amazônia.

Público-alvo: Professores de química.

Nível de ensino a que se destina o produto: Ensino Médio.

Finalidade do PE: Contribuir para o processo de ensino-aprendizagem dos haletos orgânicos e compostos organoclorados, através da combinação entre a metodologia ativa da Sala de Aula Invertida e Impressão 3D de moléculas.

Caráter inovador do PE: Alto teor inovador por promover a proposta de combinar a metodologia ativa da Sala de Aula Invertida com a Impressão 3D de moléculas para ensinar a função orgânica dos haletos e compostos organoclorados para alunos do ensino médio.

Replicabilidade: Pode ser replicado por professores de química do ensino médio quando forem abordar funções orgânicas. Ao adotar o conteúdo dos haletos, pode-se explorar os outros tipos de compostos como os organobromados e organofluorados e seus impactos.

Setor da sociedade beneficiado pelo impacto: Educação e Ensino de Ciências.

Impacto do PE: O material foi aplicado com alunos de uma turma do 3º ano do Ensino Médio, em uma escola pública do município de Belém-PA.

Forma de avaliação do PE: Este material foi avaliado por um painel de especialistas composto por professores de química atuantes em escolas públicas de Belém-PA e em uma turma do 3º ano do ensino médio. Ademais, o PE contou com a validação pela banca avaliadora da dissertação.

Organização do produto: Este guia está organizado em 3 capítulos. O primeiro capítulo apresenta conceitos importantes que envolvem os haletos orgânicos e compostos organoclorados. O segundo capítulo apresenta os referenciais teórico-metodológicos da pesquisa e mostra a Sequência Didática aplicada em sala de aula. Por fim, o terceiro capítulo apresenta o processo de impressão 3D de moléculas executado.

Registro do produto: Biblioteca do PPGECA.

Disponibilidade: Irrestrita, mantendo-se o respeito aos direitos autorais, não sendo permitido uso comercial por terceiros.

Divulgação: Portal EduCapes e site do PPGECA.

Apoio financeiro: Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas.

Idioma: Português.

Cidade/País: Belém/Brasil.

Ano: 2026.



FOLHA DE APROVAÇÃO E VALIDAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Luiz Gabriel Araújo da Fonseca

Explorando a Química por meio da Sala de Aula Invertida e Impressão
3D: uma proposta para o ensino dos haletos orgânicos

Produto Educacional de Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia (PPGEECA), da Universidade do Estado do Pará para obtenção do título de Mestre em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia.

Aprovado e validado conforme descrito na ata de exame de defesa da dissertação, ocorrido em 27 de fevereiro de 2026.

Banca Examinadora

Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza (Universidade do Estado do Pará)

Prof. Dr. José Fernando Pereira Leal (Universidade do Estado do Pará)

Prof. Dr. Bruno Silva Leite (Universidade Federal Rural de Pernambuco)

Belém-Pará, 27 de fevereiro de 2026.


Prof.^a Dr.^a Priscyla C. Santiago da Luz
Coordenadora
Programa de Pós-Graduação em Educação
e Ensino de Ciências na Amazônia/UEPA

Profa. Dra. Priscyla Cristinny Santiago da Luz

Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Educação
e Ensino de Ciências na Amazônia (PPGEECA/UEPA)

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	10
CAPÍTULO 1: HALETOS ORGÂNICOS E COMPOSTOS ORGANOCLORADOS: CONCEITOS IMPORTANTES	11
<i>Haletos orgânicos</i>	<i>12</i>
<i>Compostos organoclorados</i>	<i>14</i>
CAPÍTULO 2: REFERENCIAIS TEÓRICO-METODOLÓGICOS E PROPOSTA DIDÁTICA BASEADA NA SALA DE AULA INVERTIDA E IMPRESSÃO 3D	16
<i>A Sala de Aula Invertida</i>	<i>17</i>
<i>Impressão 3D.....</i>	<i>19</i>
<i>Sequência Didática</i>	<i>21</i>
CAPÍTULO 3: PROCESSO DE IMPRESSÃO 3D DE MOLÉCULAS.....	25
CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
REFERÊNCIAS	31

APRESENTAÇÃO

Olá, professor (a)!

Este guia didático é fruto das experiências vivenciadas durante a pesquisa intitulada “Sala de Aula Invertida e Impressão 3D: uma combinação para o ensino dos haletos orgânicos”.

Durante a pesquisa, através das consultas em referenciais teóricos e da intervenção didática realizada, pudemos constatar que o ensino de Química Orgânica frequentemente esbarra na abstração espacial dos alunos, o que dificulta a compreensão sobre as funções orgânicas. Adicionalmente, muitos alunos consideram improdutivas as aulas cujas dinâmicas se resumem na memorização dos conceitos, sem a exploração de metodologias diferentes, recursos alternativos e propostas que explorem a realidade dos alunos.

Nesse viés, este guia foi criado com o intuito de abrir os olhos de professores e alunos para um universo cheio de oportunidades, por meio da potencialização do processo de ensino-aprendizagem dos haletos orgânicos e compostos organoclorados, a partir da combinação entre a metodologia ativa da Sala de Aula Invertida e Impressão 3D de moléculas.

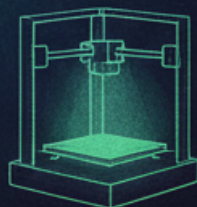
Para ilustrar essa proposta, organizamos este guia em três capítulos: o primeiro apresenta conceitos importantes sobre a função orgânica dos haletos e as implicações do uso dos compostos organoclorados. O segundo capítulo mostra o referencial teórico-metodológico do PE. Enfim, o terceiro capítulo apresenta o processo de impressão elaborado.

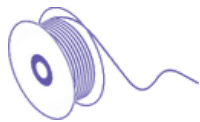
Professores, aproveitem essa oportunidade. Esperamos que este Produto Educacional desperte o interesse de todos que fazem parte do ambiente escolar e desejam, cada vez mais, a potencialização do processo de ensino-aprendizagem de química.

Os autores

Capítulo 1

HALETOS ORGÂNICOS E COMPOSTOS ORGANOCLORADOS: CONCEITOS IMPORTANTES





HALETOS ORGÂNICOS

Os haletos orgânicos são substâncias que derivam dos hidrocarbonetos (compostos orgânicos formados somente por carbono e hidrogênio) pela substituição de um ou mais átomos de hidrogênio por átomos de halogênios (Flúor, Cloro, Bromo ou Iodo). Podemos classificar essas moléculas de três formas principais:

- **Quanto ao tipo de halogênio:** Fluoretos, cloretos, brometos ou iodetos.
- **Quanto ao número de halogênios:** Monoaletos, dialetos, trialetos, etc.
- **Quanto à cadeia carbônica:**

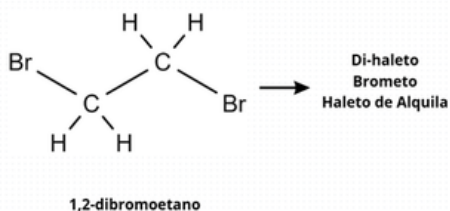
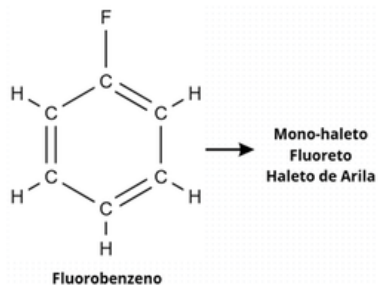
Haleto de Alquila: O halogênio está ligado a um carbono saturado (alcanos).

Ex: Cloreto de etila (C_2H_5Cl).

Haleto de Arila: O halogênio está ligado diretamente a um anel benzênico.

Ex: Clorobenzeno (C_6H_5Cl).

Observe na imagem exemplos de haletos orgânicos e suas respectivas classificações:



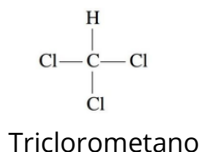
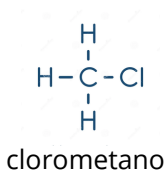
Os haletos são uma classe de compostos orgânicos considerada como uma das mais notórias na química, pois servem como material de partida para a preparação de numerosas famílias de funções. Além disso, possuem diversas aplicações em vários setores da sociedade:

- **Indústria Farmacêutica:** São usados para introduzir grupos funcionais em moléculas, crucial para a eficácia de medicamentos, como o halotano.
- **Indústria de Plásticos:** Ajudam na fabricação de diversos polímeros e materiais plásticos, como o policloreto de vinila (PVC).
- **Solventes:** Servem como solventes para ceras, vernizes e borrachas.
- **Pesticidas e Inseticidas:** Foram usados no passado para controlar pragas agrícolas e insetos transmissores de doenças.

Com relação a nomenclatura, a União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC) estabelece que o halogênio é citado com um substituinte da cadeia principal pelos prefixos flúor, cloro, bromo e iodo. Dessa maneira, a nomenclatura oficial é dada da seguinte forma:

Nome do halogênio (antecedido pelo Nº da sua posição) + Nome do hidrocarboneto onde ele está.

EXEMPLOS



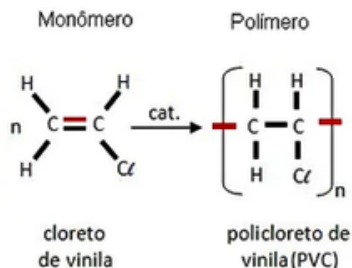
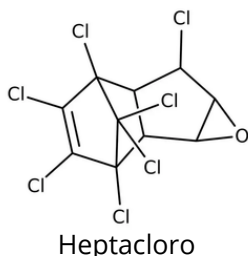


COMPOSTOS ORGANOCLORADOS

Os compostos organoclorados são classificados como haletos orgânicos, cujo halogênio ligado ao carbono é o cloro. Muitos desses compostos foram amplamente utilizados como inseticidas, solventes, plastificantes e produtos industriais, mas se tornaram conhecidos pelos seus graves impactos socioambientais, já que apresentam alta persistência no ambiente, bioacumulação na cadeia alimentar e toxicidade para seres vivos.

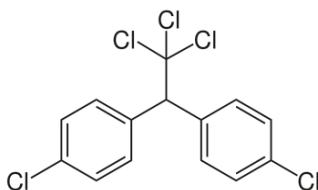
Principais características:

- Derivados de cloro, hidrogênio e carbono.
- Foi usado para o controle de vetores da malária, combatendo os triatomíneos.
- Baixa solubilidade em água e alta solubilidade em solventes orgânicos.
- Baixa pressão de vapor e elevada estabilidade química.
- Podem ser encontrados como pesticidas, agrotóxicos, nas tintas, nos plásticos, no verniz, entre outros.
- São considerados poluentes ambientais e podem gerar problemas de saúde para os seres vivos.
- Contaminam solos, alimentos, água, ar e organismos.
- Apesar de serem utilizados para o controle de pragas, os organoclorados permanecem ativos por longos períodos, prejudicando ecossistemas.



Muitos organoclorados são Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs). Isso significa que eles não se degradam facilmente na natureza, permanecendo no ambiente por décadas. Chamam a atenção os seguintes aspectos:

- **Bioacumulação:** Como são lipossolúveis, eles se acumulam nos tecidos dos organismos.
- **O Caso do DDT:** Utilizado como inseticida em larga escala, o DDT causou declínio em populações de aves e foi banido em diversos países.



Dicloro-Difenil-Tricloroetano

Problemas na saúde

- Os organoclorados podem ser introduzidos no organismo através das vias cutânea, digestiva e respiratória, sendo transportados pelo sangue.
- Os sinais clínicos são parecidos em todas as espécies: irritabilidade, tremores, alterações no comportamento, entre outros.
- Os organoclorados podem causar cânceres, problemas neurológicos, lesões no fígado e rins, distúrbios hormonais, e mais.

Saiba mais sobre os compostos organoclorados e seus efeitos acessando:



<https://www.e-publicacoes.uerj.br/sustiner/article/view/61305/44356>



<https://seer.ufu.br/index.php/hygeia/article/view/30933/18663>



<https://www.scielo.br/j/qn/a/p/GLHR49sx3g5jFPW3qV9hCn/?format=pdf&lang=pt>

Capítulo 2

REFERENCIAIS TEÓRICO-METODOLÓGICOS E PROPOSTA DIDÁTICA BASEADA NA SALA DE AULA INVERTIDA E IMPRESSÃO 3D



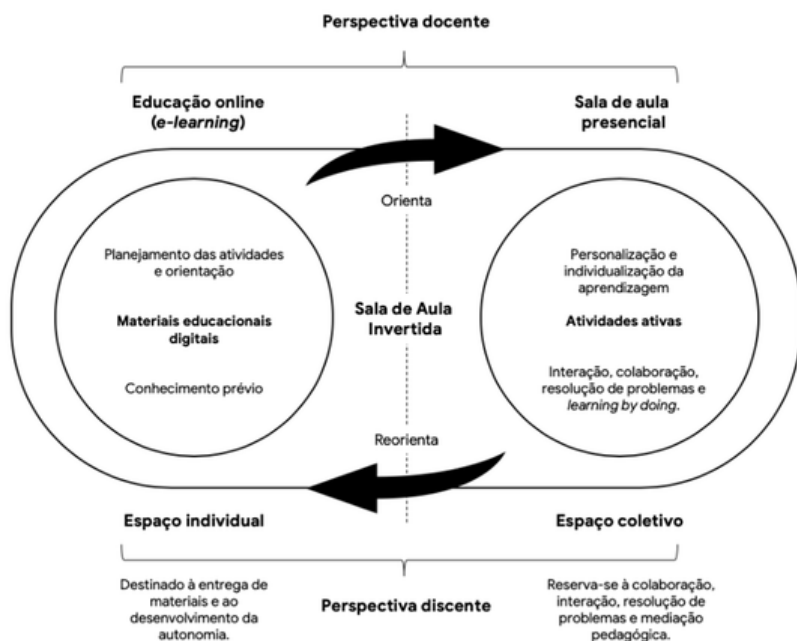


A SALA DE AULA INVERTIDA

O contexto no qual o ensino de química está inserido exige reflexão, atenção e compromisso por parte da comunidade educacional. A centralidade na figura do professor como detentor total do conhecimento acaba inflando os desafios que já são grandes. A fim de mitigar essa realidade, emergem as metodologias ativas de ensino, que possibilitam criar uma dinâmica diferente para o ensino, podendo facilitar a compreensão de conteúdos complexos.

Nesse sentido, a Sala de Aula Invertida (SAI) apresenta-se como uma alternativa para favorecer a compreensão de determinado conteúdo, colocando o aluno em uma posição central no processo de ensino-aprendizagem, permitindo a participação efetiva dos alunos (Bergmann e Sams, 2016).

Na imagem abaixo, é possível verificar os processos da SAI de acordo com Santos e Mercado (2022).



Fonte: Santos; Mercado (2022)

A metodologia da Sala de Aula Invertida altera a lógica tradicional: o aluno estuda a teoria também em casa (via vídeos, textos) e utiliza o tempo em sala para atividades práticas e resolução de problemas. No ensino de Química, essa abordagem é particularmente poderosa.

Aqui estão os principais **pontos positivos**:

- Flexibilidade: O aluno pode assistir a animações 3D sobre geometria molecular ou mecanismos de reação quantas vezes precisar em casa, respeitando seu próprio ritmo de aprendizagem.
- Personalização: Se um aluno tem facilidade em balanceamento, mas dificuldade em hibridização, ele foca seus estudos onde realmente precisa.
- O professor deixa de ser o "detentor do saber" e passa a ser um mediador.
- Estimula-se a resolução de casos reais, como analisar o impacto ambiental causado por compostos organoclorados, usando o conhecimento teórico adquirido previamente.
- Alunos que compreenderam melhor o conteúdo podem ajudar os colegas durante as atividades práticas.

Saiba mais sobre a Sala de Aula Invertida acessando:



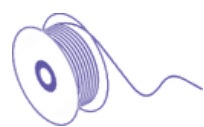
<https://periodicos.apps.uern.br/index.php/RECEI/article/download/2103/2101/6350>



<https://www.scielo.br/j/qn/a/QGcbRQGvNGWsVDRN4BxJQTs/?format=pdf&lang=pt>



<https://periodicos.apps.uern.br/index.php/RECEI/article/view/4777/3832>

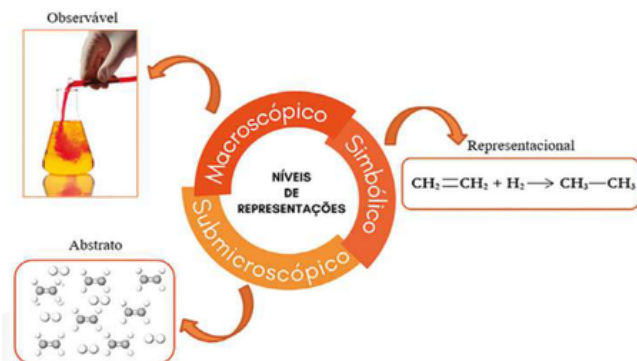


IMPRESSÃO 3D

A impressão 3D emerge como recurso didático para ajudar na construção do conhecimento científico e no processo de ensino-aprendizagem, gerando representações visuais palpáveis que se aproximam da realidade.

De acordo com Lima, Ferreira e Souza (2024), a criação e a impressão de modelos 3D se apresentam como recursos promissores, proporcionando representações táteis e manipuláveis de conceitos, possibilitando relações teórico-práticas. Dessa maneira, é possível abordar os organoclorados e suas implicações de maneira integrada com os três níveis de representações (macroscópico, microscópico e simbólico), relação vista como fundamental para o ensino, bem como deixar em evidência os impactos socioambientais decorrentes dessa utilização dos compostos organoclorados.

Segundo o referencial de Johnstone (1982), Lima, Ferreira e Souza (2024) apontam para a relação entre os níveis de representação, como mostra a imagem abaixo:



Fonte: Johnstone (1982)

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) estabelece que esta relação é fundamental para o ensino de ciências, onde os alunos podem vivenciar momentos de investigação e apropriação do conhecimento (Brasil, 2018).

A impressão 3D teve suas origens com os trabalhos de Kodama (1981) e de Hull (1984), que desenvolveram métodos para criar modelos plásticos, através da solidificação de fotopolímeros, utilizando raios ultravioleta.

Conheça alguns programas cad e o fatiador *Ultimaker Cura*:

- *Autocad*



- *Fusion 360*



- *Ultimaker Cura*



O uso da impressão 3D na educação básica ainda é recente e há poucos relatos. Especificamente no ensino de Química, encontra-se trabalhos para explicar conceitos de atomística, ligações e hibridizações e na introdução de conteúdos de Química Orgânica para alunos com deficiência visual.

Assim, destacamos as principais vantagens da impressão 3D no ensino de química:

- **Visualização e compreensão das estruturas moleculares.**
- **Compreensão dos conceitos abstratos.**
- **Construção de modelos versáteis, criativos e inclusivos.**
- **Experiências únicas adquiridas por meio do processo de impressão.**

Saiba mais sobre a Impressão 3D acessando:



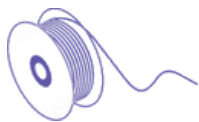
https://eduepa.uepa.br/wp-content/uploads/2025/02/INOVACAO-NA-EDUCACAO_impressao-3D-na-Quimica_Organica.pdf



<https://ojs.upf.br/index.php/rbecm/article/view/11348/114116511>



<https://periodicos.ufjf.br/index.php/revistainstrumento/article/view/45813/28292>



SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A fim de aplicar uma intervenção didática em sala de aula, sob a ótica da SAI e utilizando a impressão 3D como recurso didático para o ensino dos haletos orgânicos e compostos organoclorados, apresenta-se a proposta de Sequência Didática, sendo utilizada para coleta de dados em investigações educacionais, buscando criar condições favoráveis de ensino e aprendizagem.

A Sequência Didática elaborada caracteriza-se por conter 8 momentos e uma atividade final tendo passado duas semanas da aplicação da última etapa programada.

1º momento: Pré-aula 1

Com o objetivo de introduzir o tema de maneira geral e apresentar a dinâmica da SAI, disponibilize aos alunos um vídeo de 10-15 minutos, de autoria própria ou já existente, apresentando a função dos haletos orgânicos, principais características químicas, exemplos de compostos, com foco especial nos organoclorados. Ao final do vídeo, peça que os alunos busquem e levem para o encontro síncrono informações em sites, revistas, livros, artigos a respeito dos haletos orgânicos, organoclorados e suas implicações.



Fica a dica

Para este primeiro momento, utilize materiais já prontos disponíveis na internet, referenciais estabelecidos, ou crie seus próprios materiais para introduzir o conteúdo selecionado.

2º momento: Aula 1 (1h e 45 min)

A fim de proporcionar um ambiente de debates e troca de experiências, a partir do que foi pesquisado pelos alunos e apontar para os problemas causados pelos compostos organoclorados, peça para que os alunos exponham suas pesquisas e considerações a respeito do tema. Feito isso, tire possíveis dúvidas geradas pelo vídeo e pela pesquisa dos alunos. Comente sobre as implicações dos organoclorados, suas características principais que fazem com que estes compostos sejam nocivos para o meio ambiente e para a saúde humana.



Fica a dica

Na SAI, procure sempre incentivar e explorar as pesquisas dos alunos, para que eles se sintam participantes do processo e dando ênfase à centralidade deles ao longo das dinâmicas. Assim, professor e aluno podem construir, juntos, o conhecimento.

3º momento: Pré-aula 2

Disponibilize um vídeo, de autoria própria ou um já existente, que consiga explorar as estruturas dos organoclorados, bem como nomenclatura, propriedades, características químicas, e encaminhe para a ideia da construção de modelos 3D. Apresente o site *MolView.com*. Solicite que os alunos tragam exemplos de haletos e compostos organoclorados mais utilizados no setor agrícola para a próxima aula. Além disso, comente como os impactos dos organoclorados afeta a região amazônica, contextualizando o tema com a realidade local.

4º momento: Aula 2 (1h e 45 min)

Exponha as potencialidades do uso da impressão 3D no ensino de ciências. Aborde as características químicas que explicam a nocividade dos compostos organoclorados. Em seguida, permita que os alunos tenham um contato inicial com os *softwares* de impressão 3D, e apresente o processo de construção dos modelos. Ao final da aula, elabore e aplique uma atividade geral sobre haletos, organoclorados e impressão 3D.

5º momento: Pré-aula 3

Peça que os alunos pesquisem os principais riscos, vantagens e desvantagens do uso dos organoclorados, levando em consideração os ganhos e os prejuízos ambientais e fisiológicos desses compostos. Solicite que os alunos busquem entender o processo de impressão disponibilizado na aula anterior, a fim de criar os modelos para serem impressos seguindo este processo.

6º momento: Aula 3 (1h e 45 min)

Divida os alunos em grupos, de acordo com a quantidade de alunos da turma. Cada grupo com uma situação-problema envolvendo os compostos organoclorados. Como ideia, o grupo 1 pode ficar com a contaminação da água, o grupo 2 com a contaminação do solo, o grupo 3 com a questão da bioacumulação na cadeia alimentar e o grupo 4 com as doenças em humanos. Assim, os grupos podem executar o processo de impressão dos modelos de compostos que representam a situação-problema de cada grupo. Seguindo a lógica da ideia apresentada para divisão dos grupos, o grupo 1 pode imprimir o hexaclorociclohexano, o grupo 2 o DDT, o grupo 3 o clorobenzeno e o grupo 4 o clorofórmio.

7º momento: Pré-aula 4

Como na etapa anterior os alunos imprimiram versões menores dos compostos, seria importante, em casa, o professor, com mais tempo, imprimir novamente os modelos, agora em versões maiores, a fim de explorar efetivamente os conceitos envolvendo o conteúdo.

8º momento: Aula 4 (1h e 45 min)

Com as versões maiores, retome os conceitos dos haletos orgânicos e organoclorados, englobando as suas classificações, nomenclatura, propriedades e características, além dos problemas socioambientais causados por esses compostos. Ao final da aula, aplique um questionário com perguntas que envolvam todo processo vivenciado, refletindo a opinião dos alunos, aprendizados e experiências adquiridas a partir da abordagem.

Atividade Final

Após alguns dias, de acordo com seu critério, execute na turma uma atividade final para coleta de dados sobre a aprendizagem do conteúdo dos haletos orgânicos e compostos organoclorados, com o intuito de verificar a compreensão dos alunos ao conteúdo por meio da proposta executada.



Fica a dica

Apresentamos algumas ideias de atividades que podem ser aplicadas no decorrer da SD:

https://drive.google.com/file/d/1OeiZSfmzyYu4B_LyZSa6ncLmhw2HqulZ/view?usp=drive_link



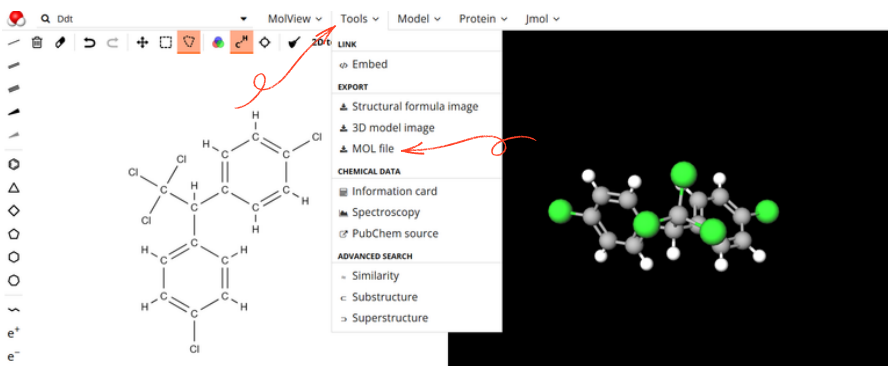
Capítulo 3

PROCESSO DE IMPRESSÃO 3D DE MOLÉCULAS



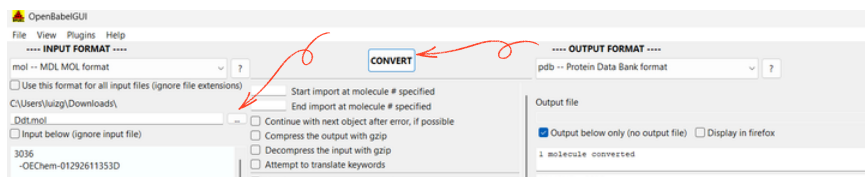
1º PASSO

Acesse o site **MolView.com**. Nele, é possível desenhar a molécula que você deseja imprimir, ou mesmo encontrá-la através da sua nomenclatura oficial. Após selecionar a molécula, baixe o arquivo clicando na opção “Tools”, e “Mol file”, como demonstra a imagem:



2º PASSO

É necessário modificar o tipo de arquivo gerado no *MolView*. Para tanto, utilize o programa **OpenBabel** para a transformação do arquivo para o tipo *Protein Data Bank* (PDB), o qual assegura a manutenção das características tridimensionais das moléculas. Selecione o arquivo baixado no *MolView*, em seguida o converta clicando em “convert”.



Acesse o **MolView** através dos meios:



<https://molview.org/>



Baixe o **OpenBabel** através dos meios:

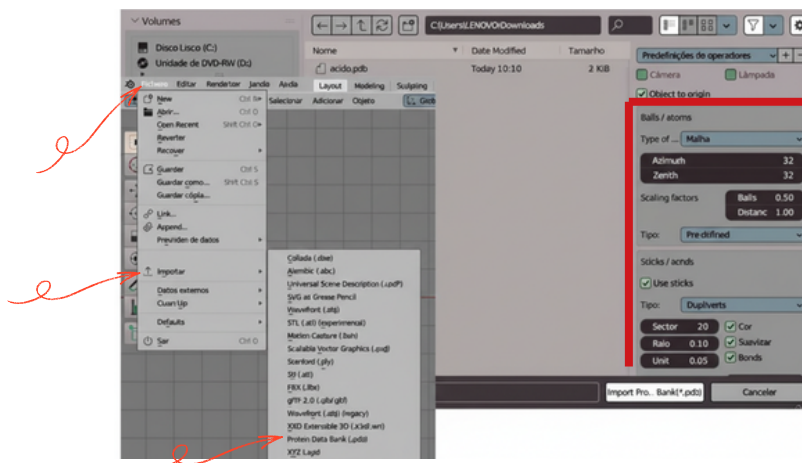


<https://openbabel.org/docs/Installation/install.html>

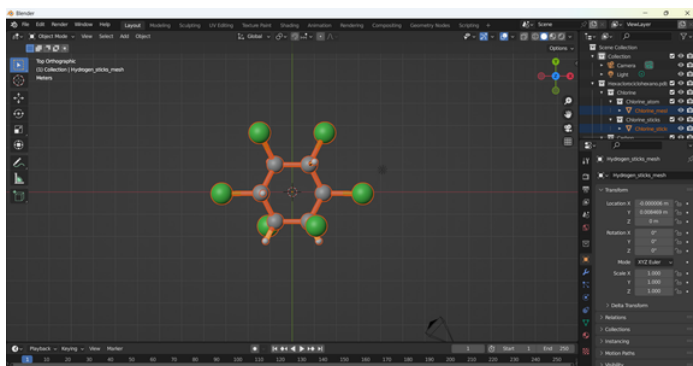


3º PASSO

Importe o arquivo convertido no programa **Blender 3D**, software já conhecido no ramo da modelagem tridimensional.



Clique em "Fichamento"/"Importar"/"Protein Data Bank" e selecione o arquivo modificado. Uma caixa de parâmetros irá aparecer. Para nossos objetivos, optamos por manter o fator de escala em 0,5 para "balls", e 1,0 para "distanc". Selecione o tipo "dupliververts", com os parâmetros de "sector" em 20, "raio" em 0,10 e "unit" em 0,05. Clique em "import" e a molécula será gerada. Abaixo, temos um exemplo através da molécula do hexaclorociclohexano:



Baixe o Blender 3D através dos meios:



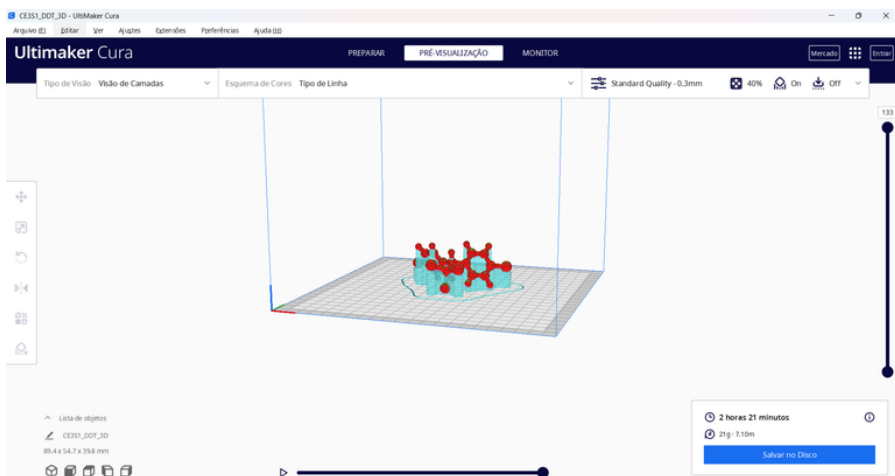
<https://www.blender.org/>

4º PASSO

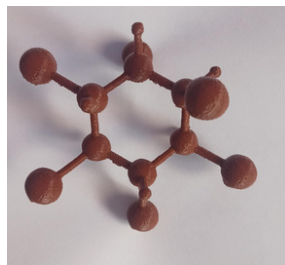
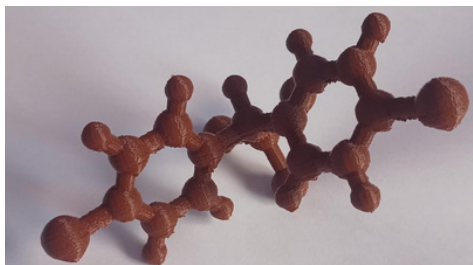
O último passo é abrir o arquivo salvo no fatiador **Ultimaker Cura**. Nele, os parâmetros de impressão são definidos, como a resolução das camadas, preenchimento da peça, os suportes que serão gerados para a estabilidade do objeto, velocidade de impressão, dentre outros fatores. Abaixo, pode-se observar as configurações sugeridas para os parâmetros principais:



Assim, a molécula pode ser salva para enfim o arquivo ser levado à impressora. Abaixo, observa-se a molécula do DDT no fatiador:



Como demonstração, seguindo essas etapas, imprimimos algumas moléculas para serem aplicadas durante a proposta. Na imagem abaixo podemos visualizar as moléculas do DDT e hexaclorociclohexano.



Baixe o **Ultimaker Cura** através dos meios:



<https://ultimaker.com/software/ultimaker-cura/>



Tenha acesso à vídeos tutoriais do processo através dos meios:

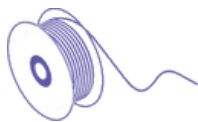


<https://youtu.be/yGft0iLGukg?si=Y42XhvsEwT0m2MrE>



https://drive.google.com/file/d/1WntSuC_wNHY_k1KUqmsmDRtcsD8yTcj/view?usp=drive_link





CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este PE tem como base a pesquisa realizada e documentada através da Dissertação de Mestrado do primeiro autor, e foi criado a partir da aplicação da proposta cuja dinâmica se estabeleceu por meio da combinação entre a metodologia ativa da Sala de Aula Invertida e Impressão 3D de moléculas para a potencialização do processo de ensino-aprendizagem dos haletos orgânicos, com foco nos compostos organoclorados, sendo elaborada e aplicada uma Sequência Didática em uma turma de 3º ano do ensino médio, em uma escola pública de Belém-PA.

A partir dos referenciais consultados e após a aplicação da proposta, entendemos que o uso dessa combinação pode ser considerada como promissora, na medida em que essa relação permite a participação ativa dos alunos ao longo do processo, estimulando atividades em grupos, o pensamento crítico, a exploração de seus conhecimentos prévios e contextualização do conteúdo com o seus cotidianos.

Ademais, destacamos a oportunidade gerada por meio do processo de impressão 3D de moléculas. A maioria dos alunos relatou não conhecer esse recurso. Assim, a implementação dessa metodologia permitiu vivências de novas experiências e processos únicos, como o entendimento sobre o funcionamento dos *softwares* e programas relacionados à impressão, a integração entre a teoria e prática, a visualização dos conceitos abstratos de forma tátil e imersiva.

Outrossim, esperamos que este Guia Didático possa inspirar professores a utilizarem essa dinâmica apresentada, ou adaptá-la de acordo com seu interesse e necessidade. Que a tecnologia da impressão 3D possa ganhar mais força no cenário educacional, para que assim, diversas instituições públicas possam contar com esse recurso. Em suma, colocamo-nos à disposição para quaisquer dúvidas, perguntas, curiosidades, enfim. Para isso, utilize os *e-mails* disponibilizados na apresentação dos autores.

REFERÊNCIAS

BERGMANN, Jonathan; SAMS, Aarons. **Sala de aula invertida**: uma metodologia ativa de aprendizagem. 1 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

HULL, Charles. **Apparatus for production of three-di-mensional objects by stereolithography**. U.S. Patentn.US4575330 A. 1984.

JOHNSTONE, Alex. Macro and microchemistry. **The School Science Review**, v. 64, n. 227, p.377379, 1982.

KODAMA, Hideo. Automatic method for fabricating a three dimensional plastic model with photohardening polymer. **Review of Scientific Instruments**, v. 52, n. 11, p. 1770-1773, 1981.

LIMA, Adriana Maria Queiroz da Silva; FERREIRA, João Elias Vidueira; SOUZA, Ronilson Freitas de. Química orgânica para alunos com deficiência visual: uma estratégia de aprendizagem combinando uso de modelos 3D e audiodescrição. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 7, n. 2, p. 1-23, 2022.

SANTOS, Weider Alberto Costa.; MERCADO, Luis Paulo Leopoldo. Desenvolvimento da Sala de Aula Invertida nos Anos Finais do Ensino Fundamental. **INTERFACES DA EDUCAÇÃO**, [S. l.], v. 13, n. 38, 2022.

“A nossa maior responsabilidade no ensinar Ciências é procurar que nossos alunos(as) se transformem, com o ensino que fazemos, em homens e mulheres mais críticos. Sonhamos que, com o nosso fazer educação, os estudantes possam tornar-se agentes de transformação – para melhor – do mundo em que vivemos.”

– Attico Chassot

APONTE SUA CÂMERA PARA
O *QR*CODE E ACESSE O
PRODUTO EDUCACIONAL
DE FORMA DIGITAL

