

## INOVAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA: MODELO 3D DE QUÍMICA ORGÂNICA PARA MONTAGEM DE MOLÉCULAS ACESSÍVEL A TODOS E DE BAIXO CUSTO

*Edson Anício Duarte - edsonduarte@ifsp.edu.br*  
IFSP - Instituto Federal de São Paulo - Campus Campinas  
Rodovia Dom Pedro I, Km 143,6 - Bairro Amarais  
CEP: 13069-901 - Campinas - São Paulo

*João Alexandre Bortoloti*  
IFSP - Instituto Federal de São Paulo - Campus Campinas  
Rodovia Dom Pedro I, Km 143,6 - Bairro Amarais  
CEP: 13069-901 - Campinas - São Paulo

*Geovany Candido*  
IFSP - Instituto Federal de São Paulo - Campus Campinas  
Rodovia Dom Pedro I, Km 143,6 - Bairro Amarais  
CEP: 13069-901 - Campinas - São Paulo

**Resumo:** Este projeto tem por objetivo desenvolver e manufaturar um kit de química orgânica através da confecção dos elementos químicos com modelos 3D. Os modelos foram confeccionados em uma impressora 3D com o símbolo correspondente ao elemento químico em sua superfície, possuem também a impressão do código Braille do elemento, permitindo, assim, a inclusão e acesso a estes modelos por pessoas daltônicas, de baixa visão e cegas. Para propiciar melhor acessibilidade aos usuários, foram inseridos nos modelos atômicos, dispositivos RFID que permitem a identificação de cada átomo, desta forma, durante a utilização dos modelos, o átomo é identificado e essa informação é enviada para um aplicativo smartphone responsável por abrir uma página web Azure relacionada ao modelo que foi identificado. Além disso o aplicativo também faz a leitura dessa página web e anuncia, por voz, ao usuário o modelo atômico identificado melhorando de forma significativa a prática de acessibilidade do kit de química podendo ser utilizado por um maior espectro de usuários possíveis com ou sem deficiência, conforme os princípios do Desenho Universal. Foram selecionados os principais elementos químicos que são utilizados nas aulas de Química Orgânica, para o Ensino Médio, e realizado seu modelamento mecânico. Estes modelos possuem encaixes que permitem a conexão de outros elementos químicos formando a molécula desejada, para a manufatura de cada elemento foi utilizada uma impressora 3D. Os resultados iniciais mostram que os modelos estão adequados ao uso

**Palavras-chave:** Moléculas Química Orgânica; modelos 3D; Kit educacional

### 1 INTRODUÇÃO

A utilização de modelos didáticos potencializa o aprendizado dos alunos. Em especial na química, a ideia de modelos é de fundamental importância pois esse método facilita a compreensão do aluno quanto as leis que regem essa ciência pois com a utilização de modelos físicos o aluno tem a oportunidade de interagir e aprofundar seus estudos.

A maioria das questões envolvendo conceitos químicos são baseados em modelos de átomos e moléculas, esta é a base do ensino de Química. Um bom entendimento dos conceitos atômicos e moleculares são a base para os demais assuntos que virão logo a seguir. Atualmente existem kits de modelos de Química Orgânica que são importados que possibilitam este aprendizado.

A popularização das impressoras 3D possibilita que sejam modelados moléculas e átomos com diferentes dimensões, massa e cor, a um custo razoável que antes não era possível. Daí surge a proposta deste projeto que é desenvolver modelos de uso universal, isto é, sem distinção; que poderão ser usados tanto por estudantes com deficiência visual quanto por aqueles que não apresentam tais deficiências. Desta forma este projeto tem o objetivo de criar modelos de Química Orgânica que sejam acessíveis a todos os alunos.

### 1.1 Objetivo e Questão Problema

Desenvolver um kit de química orgânica, modelo 3D de montagem de moléculas orgânicas, que seja acessível a todos os estudantes, inclusive àqueles com deficiência visual e que seja de baixo custo.

A utilização de modelos de química são uma ferramenta para útil para alavancar o processo de aprendizagem da matéria, hoje os kits similares e disponíveis no mercado são importados e possuem um custo elevado.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

A proposta é desenvolver protótipos usando impressora 3D e, em parceria com o CTI (Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer), testar os kits junto ao CNRTA (Centro Nacional de Referência em Tecnologia Assistiva) para verificar a sua utilidade e usabilidade junto ao público que apresenta alguma deficiência visual.

Este kit atende não somente ao público de deficientes visuais, mas a todos, seguindo as diretrizes do desenho universal. O desenvolvimento deste projeto visa oferecer uma ferramenta importante, e barata, no aprendizado de química e, mais importante, de acesso a todos; sejam estudantes deficientes visuais ou não.

Para iniciar a modelagem mecânica dos modelos foram definidos os principais elementos químicos a serem projetados que foram: Carbono (C), Hidrogênio (H), Nitrogênio (N) e Oxigênio (O). Com estes elementos químicos é possível montar moléculas como a água (H<sub>2</sub>O), o Metano (CH<sub>4</sub>) e o gás Nitrogênio (N<sub>2</sub>), por exemplo.

Com essa definição foi pesquisado a massa e o raio atômico para realizar uma proporção de dimensão para cada elemento químico deixando os modelos mais reais (ALBRECHT, BIANCHI, MAIA, 2005; MAIA, 2007).

Também foi definido as cores para cada elemento químico modelado. A tabela 1 mostra os dados pesquisados na tabela periódica.

Tabela 1 – Dados dos elementos químicos utilizados para modelamento.

Nome	Símbolo	Raio (pm)	Massa (u)	Nº de Ligações	Cor
Hidrogênio	H	53	1	1	Branco
Oxigênio	O	60	16	2	Vermelho
Nitrogênio	N	65	14	3	Azul
Carbono	C	70	12	4	Preto

Fonte: Autoria própria

Foi pesquisado o código Braille para cada elemento químico (ABNT, 2004), a figura 1 mostra os códigos em Braille que serão utilizados.

Figura 1 – Código Braille dos elementos Químicos

Átomo:	Hidrogênio	Oxigênio	Nitrogênio	Carbono
Símbolo em Relevo:	H	O	N	C
Símbolo em Braille:				

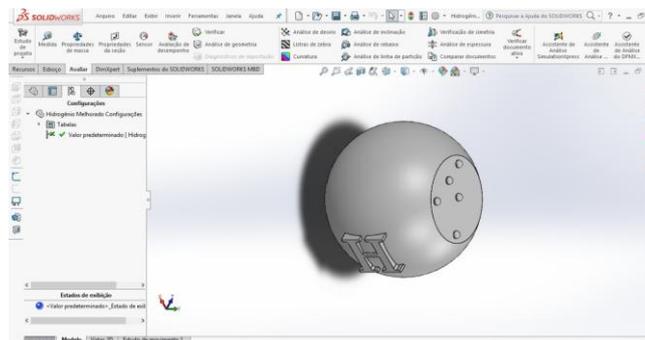
Fonte: Autoria própria

## 2.1 Modelagem mecânica

Para o desenvolvimento do desenho e das simulações de projeto e montagem foi utilizado o software de modelagem mecânica SolidWorks versão Student.

Para cada elemento foi gerado um modelo 3D que serão mostrados a seguir. A figura 2 mostra o elemento químico Hidrogênio modelado.

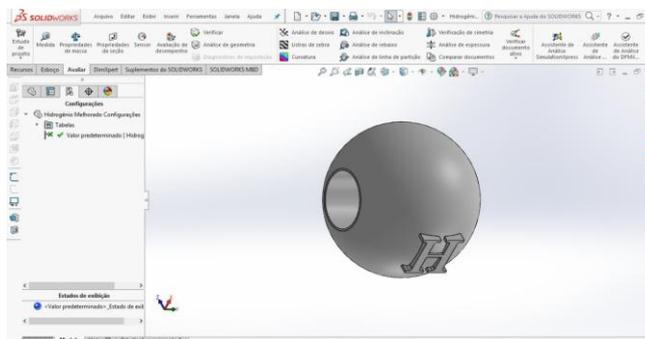
Figura 2 – Modelo 3D do Hidrogênio



Fonte: Autoria própria

Na figura 2 é possível observar o modelo 3D do Hidrogênio, com a impressão da letra H e do respectivo código Braille. Na figura 3 é possível verificar o encaixe que será utilizado para formar as moléculas desejadas.

Figura 3 – Modelo 3D do Hidrogênio com encaixe em detalhe



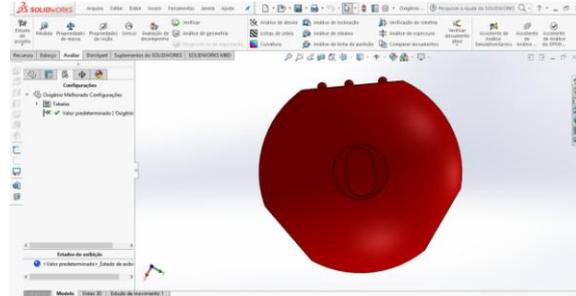
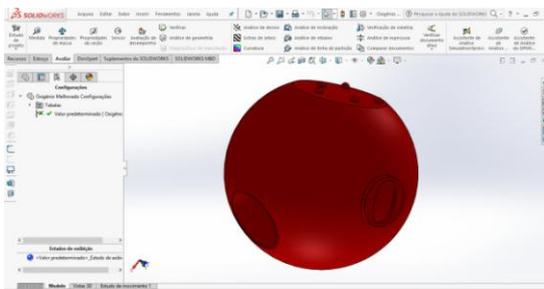
Fonte: Autoria própria

A figura 4 mostra o elemento químico Oxigênio modelado e a figura 5 mostra os dois encaixes para realizar as ligações com outros elementos.

A figura 6 mostra a molécula de água montada com a união de um átomo de Oxigênio com dois átomos de Hidrogênio e a figura 7 mostra a vista isométrico desta molécula.

Figura 4 – Modelo 3D do Oxigênio

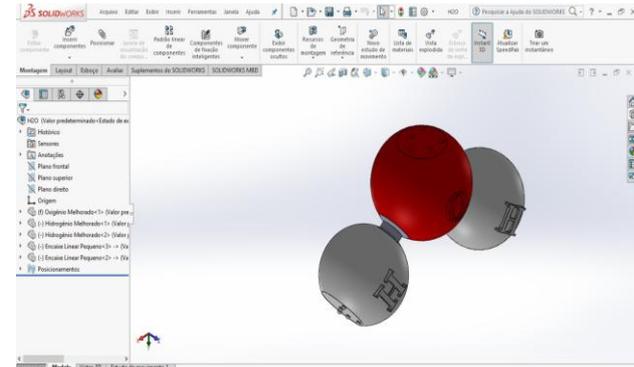
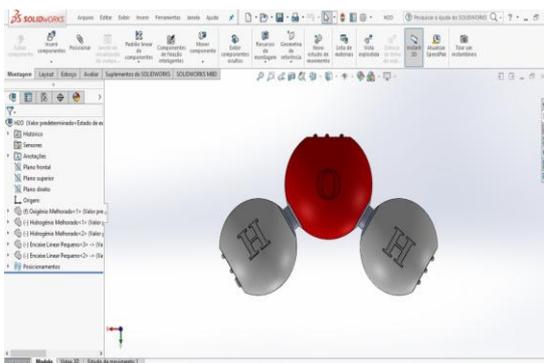
Figura 5 – Modelo 3D do Oxigênio com encaixe em detalhe



Fonte: Autoria própria

Fonte: Autoria própria

Figura 6 – Modelo da molécula de água. Figura 7 – Modelo da molécula de água vista lateral.



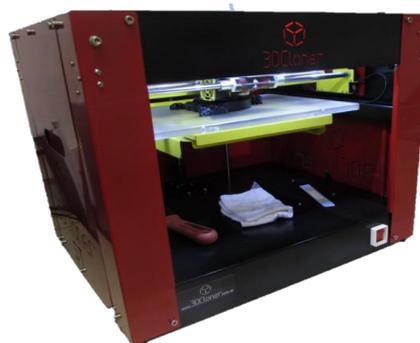
Fonte: Autoria própria

Fonte: Autoria própria

## 2.2 Manufatura aditiva

As impressoras 3D fazem cada vez mais sucesso e já provaram do que são capazes. Elas podem criar desde objetos mais simples até os mais complexos, de maneira eficiente e, muitas vezes, mais barata. Elas utilizam o processo chamado de manufatura aditiva, ou seja, com a deposição de material. A figura 8 apresenta a impressora 3D que foi utilizada neste projeto.

Figura 8 - Impressora 3D Cloner ST



Fonte: Autoria própria

A tecnologia Fused Deposition Modeling (FDM) é um poderoso método de manufatura aditiva que pode produzir modelos conceituais, protótipos funcionais e peças para uso final em termoplásticos padrão, de engenharia e de alto desempenho. É a única tecnologia de impressão 3D profissional que utiliza termoplásticos de categoria de produção.

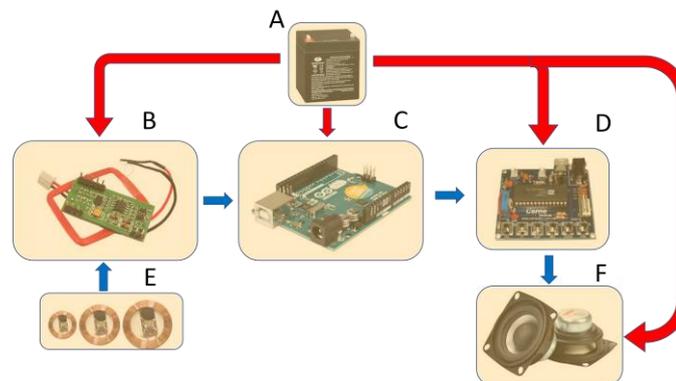
A impressora utilizada neste trabalho usa este método (FDM) para produzir peças. O filamento utilizado neste trabalho foi o PLA que é um termoplástico biodegradável derivado de fontes renováveis como amido de milho, raízes de mandioca e de cana, por isso seria a opção mais ecologicamente amigável. Degrada-se em torno de 24 meses enterrado ou em 48 em água, o que é um tempo bem inferior quando comparado às centenas de anos dos outros plásticos

### 2.3 Projeto Elétrico

Para ampliar o acesso a este kit, além da impressão do código Braille, da diferenciação por cores e dimensão de cada elemento, fez-se a opção por inserir um sistema de voz que informa ao usuário qual o elementos está sendo manipulado.

O diagrama de blocos mostrado na figura 9 mostra como o sistema foi projetado.

Figura 9 - Diagrama de Blocos



Fonte: Autoria própria

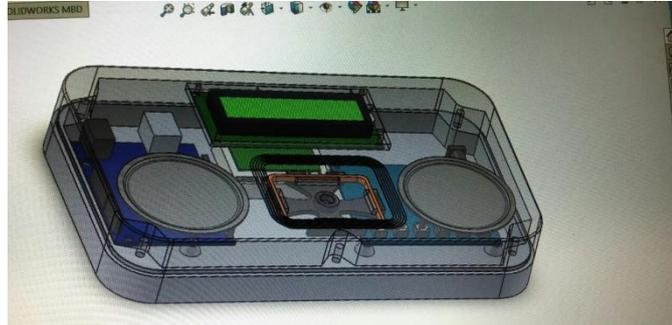
Na figura 9 podem ser identificados os seguintes componentes:

- A - Fonte de tensão;
- B - Leitor RFID;
- C - Microcontrolador;
- D - Placa de voz;
- E - Tag RFID e;
- F - Saída de som.

Foi utilizado um microcontrolador para realizar a automação do sistema. Para sua programação utilizou-se a linguagem C e o programa Arduino IDE. Para a identificação das moléculas, foi inserido, dentro de cada elemento, um Tag RFID que ao ser aproximado do leitor RFID envia o código lido para o microcontrolador. Com a molécula identificada, o microcontrolador envia um comando para a placa de voz, que possui a gravação de voz do elemento em sua memória, que por sua vez, ativa a saída de som.

Para acondicionar todos os componentes eletrônicos em uma caixa foi projetada a peça mostrada na figura 10.

Figura 10 - Caixa com os componentes instalados



Fonte: Autoria própria

Na figura 10 podem ser visualizados os espaços para o leitor dos elementos, saída de som e display LCD.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Foram manufacturados na impressora 3D Cloner ST as primeiras peças para a montagem das moléculas. A figura 11 mostra as primeiras amostras dos átomos de Hidrogênio e de Oxigênio. Nesta figura é possível verificar que a peça impressa é possível de ser manipulada, também são observados os encaixes e o código Braille impresso.

Na figura 12 é possível verificar o encaixe do átomo em detalhe, já na figura 13 mostra em detalhe a impressão da letra H na molécula.

Figura 11 - Primeiras amostras



Fonte: Autoria própria

Figura 12: Detalhe de encaixe do átomo de Hidrogênio



Fonte: Autoria própria

Figura 13 - Detalhe da impressão da letra do átomo de Hidrogênio



Fonte: Autoria própria

A figura 14 mostra a impressão do código Braille para o átomo de Oxigênio e a figura 15 mostra o encaixe desta mesma molécula.

Figura 14: Detalhe da impressão do código Braille do átomo de Oxigênio



Fonte: Autoria própria

Figura 15: Detalhe da impressão do encaixe do átomo de Oxigênio



Fonte: Autoria própria

A figura 16 mostra os 4 primeiros modelos impressos com qualidade para realizar a montagem das moléculas.

A figura 17 mostra a molécula de CH<sub>4</sub>, nela estão interconectadas um átomo de Carbono e 4 átomos de Hidrogênio, também pode ser visualizado as conexões na cor cinza.

Figura 16: Átomo de Hidrogênio, Oxigênio, Nitrogênio e Carbono

Figura 17 - Molécula de CH<sub>4</sub>



Fonte: Autoria própria



Fonte: Autoria própria

A figura 18 mostra a molécula de NH<sub>3</sub>, nela estão interconectadas uma átomo de Nitrogênio e 3 átomos de Hidrogênio, também pode ser visualizado as conexões na cor cinza. A figura 19 apresenta a molécula do gás Oxigênio (O<sub>2</sub>) e a figura 20 mostra algumas possibilidades de montagem com o kit.

Figura 18 - Molécula de NH<sub>3</sub>



Fonte: Autoria própria

Figura 19 - Molécula de O<sub>2</sub>



Fonte: Autoria própria

A figura 20 mostra a molécula de NH<sub>3</sub>, nela estão interconectadas um átomo de Nitrogênio e 3 átomos de Hidrogênio, também pode ser visualizado as conexões na cor cinza.

Figura 20 - Possibilidade de montagem



Fonte: Autoria própria

A figura 21 mostra o primeiro protótipo montado, onde foi iniciado os testes de bancada.

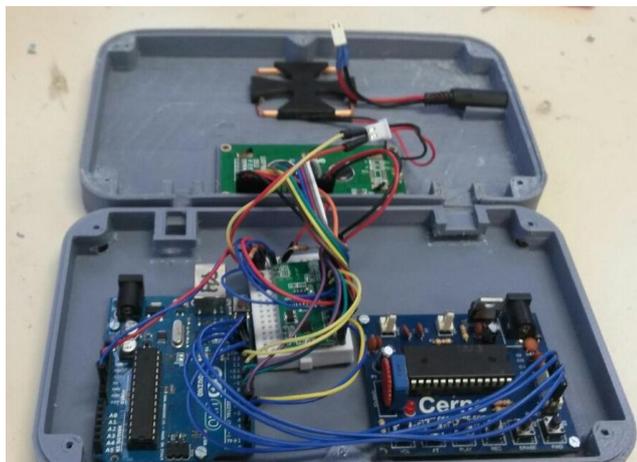
Figura 21 - Primeiro Protótipo



Fonte: Autoria própria

A figura 22 mostra em detalhe os componentes instalados na caixa projetada, podem ser visualizadas o leitor de RFID, microcontrolador, placa de voz e antena RFID.

Figura 22 - Protótipo Montado em detalhe



Fonte: Autoria própria

O sistema montado e em operação pode ser visto na figura 23.

Figura 23 - Protótipo Montado em detalhe



Fonte: Autoria própria

### 3.1 C - Próximos Passos

Para este trabalho sugere-se fazer o teste com os alunos em sala de aula e verificar se as modelos de Átomos impressos estão adequadas ao manuseio. Também é imprescindível testar as moléculas com pessoas cegas e de baixa visão afim de verificar se o código Braille está adequado a proposta.

## 4 CONCLUSÃO

Este projeto teve a proposta de criar modelos 3D de química para a utilização em sala de aula por alunos do Ensino Médio, teve também como premissa possibilitar o seu uso por pessoas cegas e de baixa visão, assim foi incorporado o alfabeto Braille nos modelos. O resultados dos modelos permite concluir que o objetivo previsto foi alcançado com êxito. Também existem novos estudos a serem realizados com o usuário final para verificar se este kit realmente tem efeito positivo no processo de aprendizagem dos alunos.

## REFERÊNCIAS

ABNT. **Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. Associação Brasileira de Normas Técnicas: NBR 9050 ABNT NBR 9050:2004. Rio de Janeiro, 2004.

ALBRECHT, Carlos Henrique; BIANCHI, José Carlos de Azambuja; MAIA, Daltamir Justino. **Universo da química: ensino médio: volume único** – 1. ed. – São Paulo: FTD, 2005.

CENSO. **IBGE Censo Demográfico 2010 Características gerais da população, religião e pessoas com deficiência**. Rio de Janeiro, 2012.

EXSTO. Depoimento de professores a respeito de kits didáticos. Disponível em:  
<http://www.exsto.com.br:80/institucional-depoimentos-de-nossos-clientes>. Acesso em:  
20/março/2017

MAIA, Daltamir Justino. **Química geral: fundamentos**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007. 436 p.

MEC. Ministério da Educação, número de escolas no Brasil. 2014. Disponível em:  
[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=17044-dados-censo-2015-11-02-materia&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=17044-dados-censo-2015-11-02-materia&Itemid=30192). Acesso em: 31/março/2017.

RIBEIRO, Gabriel. Impressora 3D já pode salvar vidas e melhorar a qualidade delas também. Disponível em <<http://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2014/10/impressora-3d-ja-pode-salvar-vidas-e-melhorar-qualidade-delas-tambem.html>>. Acesso em 22/08/2016.

## METHODOLOGY FOR THE DEVELOPMENT OF ENGINEERING PROJECTS ADDRESSED TO MIDDLE SCHOOL AND HIGHER EDUCATION

**Abstract:** *This project aims to develop and manufacture a kit of organic chemistry by making the chemical elements with 3D models. The models were made in a 3D printer with the symbol corresponding to the chemical element on its surface, also have the Braille element print, thus allowing the inclusion and access to these models by blind, blind and low vision people. In order to provide better accessibility to users, RFID devices that allow the identification of each atom have been inserted into the atomic models, thus, during the use of the models, the atom is identified and this information is sent to a smartphone application responsible for opening a page Azure web related to the model that was identified. In addition, the application also reads this web page and announces, by voice, the user the identified atomic model significantly improving the practice of accessibility of the chemistry kit and can be used by a wider range of possible users with or without disabilities, according to the principles of Universal Design. We selected the main chemical elements that are used in the classes of Organic Chemistry, for High School, and its mechanical modeling. These models have fittings that allow the connection of other chemical elements forming the desired molecule, for the manufacture of each element a 3D printer was used. The initial results show that the models are suitable for use*

**Keywords:** Organic Chemistry Molecules, 3D Models, Educational Kit.