



# ENSINO DAS CIÊNCIAS: BIOLOGIA

**Volume 1**

**Organizador  
Daniel Luís Viana Cruz**



# ENSINO DAS CIÊNCIAS: BIOLOGIA

**Volume 1**

**Organizador  
Daniel Luís Viana Cruz**

Editora Omnis Scientia  
ENSINO DAS CIÊNCIAS: BIOLOGIA  
Volume 1

1ª Edição

TRIUNFO – PE

2021

**Editor-Chefe**

Me. Daniel Luís Viana Cruz

**Organizador (a)**

Me. Daniel Luís Viana Cruz

**Conselho Editorial**

Dra. Pauliana Valéria Machado Galvão

Dr. Wendel José Teles Pontes

Dr. Walter Santos Evangelista Júnior

Dr. Cássio Brancaleone

Dr. Plínio Pereira Gomes Júnior

**Editores de Área – Ciências Humanas**

Dr. Cássio Brancaleone

Dr. José Edvânio da Silva

**Assistentes Editoriais**

Thialla Larangeira Amorim

Andrea Telino Gomes

**Imagem de Capa**

Freepik

**Edição de Arte**

Leandro José Dionísio

**Revisão**

Os autores



**Este trabalho está licenciado com uma Licença Creative Commons – Atribuição-  
NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.**

**O conteúdo abordado nos artigos, seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de  
responsabilidade exclusiva dos autores.**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

E59 Ensino das ciências [livro eletrônico] : biologia / Organizador Daniel Luís Viana Cruz. – Triunfo, PE: Omnis Scientia, 2021.  
143 p. : il.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-88958-18-6

DOI 10.47094/978-65-88958-18-6

1. Biologia – Estudo e ensino. 2. Prática de ensino. I. Cruz, Daniel Luís Viana.

CDD 570.7

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

**Editora Omnis Scientia**

Triunfo – Pernambuco – Brasil

Telefone: +55 (87) 99656-3565

[editoraomnisscientia.com.br](http://editoraomnisscientia.com.br)

[contato@editoraomnisscientia.com.br](mailto:contato@editoraomnisscientia.com.br)



## PREFÁCIO

O ensino é mais do que uma vocação, no país que vivemos trata-se de um sacerdócio. Ensinar, com poucos recursos e sem o merecido reconhecimento por parte da sociedade é persistir numa luta sem fim. Principalmente nesse período obscurecido pela desinformação e pelo negacionismo. Mas quando falamos de ensinar ciências, isso se torna ainda mais complexo, pois poucas escolas, sejam elas públicas ou privadas, possuem infraestrutura para aulas práticas. Que são tão importantes na fixação da informação. E assim os professores das ciências (Matemática, Física, Química e Biologia) seguem fazendo “mágica” nas salas de aula para que os alunos aprendam o mínimo necessário para a vida. Quando se trata de ensinar Biologia, há muito que fazer com poucos recursos e o mínimo de boa vontade. E nessa obra o leitor poderá se inspirar em metodologias e ideias muito interessantes publicadas pelos autores.

Em nossos livros selecionamos um dos capítulos para premiação como forma de incentivo para os autores, e entre os excelentes trabalhos selecionados para compor este livro, o premiado foi o capítulo 3, intitulado “UM OLHAR PARA O ENFRENTAMENTO DAS VISÕES INGÊNUAS SOBRE A CIÊNCIA NO ENSINO DE BIOLOGIA”.

# SUMÁRIO

CAPÍTULO 1.....11

AULAS REMOTAS DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA DURANTE A PANDEMIA DO COVID-19 NA PERSPECTIVA DOS DISCENTES

Priscila Chaves de Souza

Hélio da Guia Alves Junior

DOI: 10.47094/978-65-88958-18-6/11-18

CAPÍTULO 2.....19

PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS DIDÁTICOS NO ENSINO - APRENDIZAGEM DE DOENÇAS PARASITÁRIAS COMO: AMEBÍASE.

Sarah Lorena Silva Santos

Talessa Viegas Araujo

Samara Alves Correa

Lara Vitória Ribeiro Ferreira

Suelen Rocha Botão Ferreira

Lise Maria Mendes Holanda de Melo Ferreira

DOI: 10.47094/978-65-88958-18-6/19-27

CAPÍTULO 3.....28

UM OLHAR PARA O ENFRENTAMENTO DAS VISÕES INGÊNUAS SOBRE A CIÊNCIA NO ENSINO DE BIOLOGIA

Elda Cristina Carneiro da Silva;

Joanez Aparecida Aires

DOI: 10.47094/978-65-88958-18-6/28-41

CAPÍTULO 4.....42

ABORDAGEM DO TEMA SISTEMAS DE ENTREGA DE FÁRMACOS NO ENSINO FUNDAMENTAL

Edmilson Clarindo de Siqueira

José Adonias Alves de França

Silvana Caroline de Holanda

DOI: 10.47094/978-65-88958-18-6/42-52

CAPÍTULO 5.....53

A NANOTECNOLOGIA APLICADA AO ENSINO DE CIÊNCIAS

Edmilson Clarindo de Siqueira

José Adonias Alves de França

Silvana Caroline de Holanda

Fábio Rocha Formiga

DOI: 10.47094/978-65-88958-18-6/53-64

CAPÍTULO 6.....65

OFICINAS DE CORDEL COM TEMAS DE BIOLOGIA

Edmilson Clarindo de Siqueira

José Adonias Alves de França

Silvana Caroline de Holanda

DOI: 10.47094/978-65-88958-18-6/65-75

CAPÍTULO 7.....76

RELAÇÃO HOMEM E NATUREZA NAS MARGENS DO RIO PERICUMÃ NA CIDADE DE PINHEIRO-MA

Gabrielly Soares Dias Gonçalves



Jenilce Monica Ferreira Fernandes

Werberth Braga Bastos

Hellen José Daiane Alves Reis

DOI: 10.47094/978-65-88958-18-6/76-86

CAPÍTULO 8.....87

METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE FISIOLÓGIA HUMANA: O OLHAR DOS FUTUROS PROFESSORES

Maria Iracema Barbosa Moura

Francisco de Assis Pereira da Silva

Helayne Barbosa Moura

DOI: 10.47094/978-65-88958-18-6/87-96

CAPÍTULO 9.....97

CORRIDA DE ESPERMATOZOÍDES: SEXO E HERANÇA – UMA PROPOSTA INTERATIVA PARA O ENSINO DE HEREDITARIEDADE

Fernanda Pacheco-Fernandes

Benn Richard Alle

Iris Hass

Luciane Viater Turek

Maíra Alexandre Peres

Lupe Furtado-Alle

DOI: 10.47094/978-65-88958-18-6/97-112

CAPÍTULO 10.....113

DANÇA DOS CROMOSSOMOS: USANDO A LUDICIDADE PARA ENSINAR HEREDITARIEDADE

Fernanda Pacheco-Fernandes

Benn Richard Alle

Iris Hass

Luciane Viater Tureck

Maíra Alexandre Peres

Lupe Furtado-Alle

DOI: 10.47094/978-65-88958-18-6/113-126

CAPÍTULO 11.....127

A DISCUSSÃO DA HOMOSSEXUALIDADE EM UM LIVRO PARADIDÁTICO DE  
SEXUALIDADE

Lucas Mendes Silva

Vitoria Raquel Pereira de Souza

Jackson Ronie Sá-Silva

DOI: 10.47094/978-65-88958-18-6/127-137

### A NANOTECNOLOGIA APLICADA AO ENSINO DE CIÊNCIAS

#### **Edmilson Clarindo de Siqueira<sup>1</sup>**

Universidade de Pernambuco (UPE), Recife, Pernambuco.

<http://lattes.cnpq.br/5601480141942779>

#### **José Adonias Alves de França<sup>2</sup>**

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, Pernambuco.

<http://lattes.cnpq.br/5293044797864349>

#### **Silvana Caroline de Holanda<sup>3</sup>**

Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), Petrolina, Pernambuco.

<http://lattes.cnpq.br/8684017218696460>

#### **Fábio Rocha Formiga<sup>4</sup>**

Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz-PE), Recife, Pernambuco.

<http://lattes.cnpq.br/9356882101653526>

**RESUMO:** A cada dia surgem novos materiais poliméricos no campo da nanotecnologia. Um dos polímeros, mas versáteis nesse campo é o alginato. Trata-se de um polissacarídeo natural extraído de algas pardas capaz de formar microestruturas na presença de cátions bivalentes e, portanto, um excelente material para ser usado no ambiente escolar. O objetivo deste trabalho é abordar o tema nanotecnologia de forma experimental a partir da produção de esferas de alginato. O trabalho foi realizado em 2019, em uma escola na cidade do Recife (Pernambuco) com alunos do nono ano do Ensino Fundamental. O estudo foi dividido em duas etapas: abordagem do tema e atividade experimental. Os materiais utilizados foram: solução de alginato de sódio a 2% (1 L), solução de cloreto de cálcio a 1% (2 L), pipetas, recipientes de plástico e corantes artificiais. As microesferas foram obtidas gotejando a solução de alginato (com o corante) na solução de cloreto de cálcio. A avaliação da atividade foi feita pelos alunos através de questionários, usando a escala de Likert. Os resultados mostraram que a maioria dos estudantes (88%) já conhecia, ou tinha ouvido falar, sobre o tema nanotecnologia. Na etapa experimental, houve uma participação efetiva dos estudantes na execução da atividade. A formação das esferas de alginato deixou os estudantes maravilhados, gerando um ambiente de discussões. A proposta foi avaliada como positiva pelos participantes, como

mostra o resultado da escala de Likert: ótima (83%), boa (11%), regular (6%), ruim (0%) e péssima (0%). A atividade experimental permitiu verificar que os alunos estabeleceram novas concepções acerca da nanotecnologia e suas aplicações.

**PALAVRAS-CHAVE:** Alginato. Atividade Experimental. Alfabetização científica.

## NANOTECHNOLOGY APPLIED TO TEACHING SCIENCE

**ABSTRACT:** New polymeric materials emerge in the field of nanotechnology every day. One of the most versatile materials in this field is alginate, which is a natural polysaccharide extracted from brown algae capable of forming microstructures in the presence of bivalent cations. Therefore, alginate is an excellent material to use in the classroom setting. The aim of the present study was to address the topic of nanotechnology in an experimental manner through the production of alginate spheres. This study was conducted in 2019 at a school in the city of Recife (Pernambuco), with ninth grade students. The study was divided into two steps: the discussion of the topic and the experimental activity. The materials were 1% sodium alginate solution (1 L), 1% calcium chloride solution (2 L), pipettes, plastic recipients and artificial dyes. Microspheres were obtained by dripping the alginate solution (with dye) into the calcium chloride solution. The students evaluated the activity by answering a questionnaire with a Likert scale. The majority of students (88%) already knew or had heard about nanotechnology. The students participated actively in each experimental step of the activity. The formation of alginate spheres amazed the students and generated discussion. The activity was evaluated as positive, as shown by the results of the Likert scale: great (83%), good (11%), fair (6%), bad (0%) and awful (0%). The experimental activity enabled the students to establish new concepts regarding nanotechnology and its applications.

**KEY WORDS:** Alginate. Experimental activity. Scientific literacy.

## INTRODUÇÃO

A nanotecnologia é um campo em constante ascensão e tem como essência a manipulação da matéria na escala de átomos ou moléculas para obter componentes inteligentes em sistemas maiores (SILVA *et al.*, 2009). Nos últimos anos, o avanço da nanotecnologia proporcionou a descoberta de novos fenômenos e a criação de novas teorias. Além disso, estabeleceu uma nova revolução industrial, tornando-se a mais recente força geratriz da expansão econômica mundial na atualidade (FERREIRA e RANGEL, 2009).

Existe uma vasta gama de aplicações da nanotecnologia. Contudo, as dez aplicações mais importantes de materiais nanotecnológicos são: produção, estocagem e conversão de energia; elevação da produtividade agrícola; remediação e tratamento da água; prospecção e diagnóstico de

doenças; processamento e conservação de alimentos; controle e remediação dos efeitos da poluição do ar; construção; monitoração da saúde; detecção e controle de pragas e seus vetores e; sistemas para liberação controlada de fármacos (TOMA, 2005a; SIQUEIRA *et al.*, 2020).

Um dos desafios encontrados no ensino de temas ligados à nanotecnologia é criar uma metodologia eficiente e agradável no tocante à discussão dos tópicos a serem abordados. De um modo geral, a nanotecnologia é um campo inter- e multidisciplinar e ainda estar muito restrita ao universo acadêmico. Na Educação Básica, é importante que o professor aborde esse tema a partir da seleção de conteúdos que tenham relação direta com a nanotecnologia de modo a despertar o interesse dos alunos (LEITE *et al.*, 2013).

Em geral, ainda são poucos os trabalhos sobre o tema nanotecnologia na Educação Básica (SILVA *et al.*, 2010). Por exemplo, Leite *et al.* (2013) teceram considerações sobre uma metodologia de ensino de nanociência e da nanotecnologia baseada na aplicação de um minicurso a alunos do ensino médio, usando um texto de divulgação científica como eixo da atividade. Silva *et al.* (2009), utilizaram uma história envolvendo uma personagem instigadora (Rita) para tirar as dúvidas mais comuns de alunos sobre alguns conceitos básicos de nanociência e nanotecnologia. Pereira *et al.* (2010), propuseram estratégias educacionais para auxiliar alunos do ensino fundamental usando imagens de estruturas químicas tridimensionais em analogia com objetos do cotidiano de alunos de forma a instigá-los a procurarem mais informações sobre as substâncias e as propriedades relacionadas.

No tocante à atividade experimental, as estratégias de abordagem da nanotecnologia são bem mais escassas. Tasca *et al.* (2014), mediaram a preparação de nanopartículas magnéticas por alunos do ensino médio e exploraram conceitos relacionados ao magnetismo e propriedades associadas à nanoescala. Rebello *et al.* (2012) desenvolveram o tema nanociência e nanotecnologia no currículo de Química com alunos do ensino médio a partir de uma proposta de preparação de nanopartículas de magnetita utilizando materiais de uso comum.

Outro viés relacionado a atividade experimental envolvendo a nanotecnologia a ser observado, é fator custo. Os laboratórios de nanotecnologia exigem dispêndios milionários em equipamentos sofisticados, instalações e insumos (TOMA, 2005a). Neste sentido, uma alternativa é o uso de polissacarídeos. Os polissacarídeos têm sido uma das classes de biopolímeros com vasta aplicação na nanotecnologia.

Por sua vez, o alginato é um polissacarídeo natural extraído de algas pardas (Phaeophyceae) com aplicações reconhecidas nas indústrias têxtil, cosmética, alimentícia e agrícola. É bastante utilizado na nanotecnologia devido a sua capacidade de formar microestruturas na presença de cátions bivalentes. Estas microestruturas são usadas para incorporar moléculas bioativas, enzimas ou mesmo células inteiras (GARCIA-CRUZ *et al.*, 2008; CACURO e WALDMAN, 2018; SIQUEIRA *et al.*, 2020).

Devido a sua origem natural, baixo custo e capacidade de formar microestruturas, o alginato pode ser um material excelente para ser usado no ambiente escolar. Portanto, o objetivo deste trabalho

é abordar o tema nanotecnologia de forma experimental a partir da produção esferas de alginato.

## **METODOLOGIA**

Consiste de um estudo de caráter qualitativo, de natureza básica, com proposta exploratória descritiva e explicativa.

O trabalho foi realizado com alunos de uma escola particular da Região Metropolitana do Recife – Pernambuco, com adolescentes de ambos os sexos com idades entre 13 e 15 anos, regularmente matriculados no nono ano do Ensino Fundamental.

O trabalho foi realizado em 2019 e contou com 36 participantes (20 meninas e 16 meninos) que foram divididos em oito grupos de quatro alunos.

A abordagem foi realizada em dois momentos pedagógicos: a apresentação do tema e uma atividade experimental. No primeiro momento, o tema foi apresentado de forma participativa, com enfoque nos conceitos básicos de nanotecnologia, exposições de imagens de materiais nanométricos e discussões acerca de suas aplicações no cotidiano da sociedade. No segundo momento, uma atividade experimental foi realizada e esferas de alginato foram preparadas pelos estudantes. Os experimentos foram acompanhados pelos alunos e registrados com aparelhos celulares através de imagens e vídeos.

A proposta foi avaliada pelos alunos através de questionários, usando a Escala de Likert para gerar dados. A Escala de Likert é a soma das respostas dadas a cada item julgado (LIKERT, 1932). Ela mede o nível de concordância ou não concordância à uma afirmação. Usualmente são usados cinco níveis de respostas. A escolha desta escala se justifica por ela ser bipolar, medindo uma resposta positiva ou negativa à uma afirmação.

## **Materiais**

Com exceção do alginato, que foi doado pela Universidade de Pernambuco, os demais materiais descritos a seguir foram adquiridos no mercado local:

30 béqueres de vidro (de 25, 50 e 100 mL);

40 pipetas Pasteur de plástico;

40 palitos de picolé;

2 funis de Büchner;

4 corantes artificiais (azul, violeta, vermelho e amarelo);

1 L de uma solução de alginato de sódio a 2% (20 g em 1 L de água destilada);

2 L de uma solução de cloreto de cálcio a 1% (10 g em 1 L de água destilada).

### Preparação das esferas de alginato

As esferas de alginato foram preparadas de acordo com Silva et al. (2010), como descrito a seguir:

- ✓ Em um béquer de 100 mL adicionou-se 50 mL da solução de cloreto de cálcio (Solução 1);
- ✓ Em um béquer de 50 mL, adicionou-se 10 mL de solução de alginato de sódio e gotas de corantes. Em seguida, toda mistura foi homogeneizada com palitos de picolé (Solução 2);
- ✓ Com a pipeta Pasteur, gotejou-se a Solução 1 (alginato + corante) na Solução 2 (solução de cloreto de cálcio) a uma altura de 10 cm;
- ✓ Com um funil de Büchner, as esferas de alginatos foram filtradas;
- ✓ A umidade das esferas foi removida com papel absorvente.

### RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os termos nanociência, nanotecnologia e nanopartículas têm sido amplamente difundidos e são cada vez mais frequentes no cotidiano da sociedade (SILVA *et al.*, 2009). Por isso, a primeira parte do trabalho objetivou apresentar conceitos básicos de nanociência e nanotecnologia, além de apresentar a definição dos termos *nano* e nanoescala de forma lúdica a partir de imagens de materiais nanométricos (REBELLO *et al.*, 2012).

Os resultados dessa primeira etapa mostraram que a maioria dos estudantes (88%) já conhecia, ou tinha ouvido falar, sobre nanotecnologia. Dentre os meios mais frequentes que apoiaram esta resposta estão: internet (50%), escola (25%) e televisão (25%). Um dos estudantes afirmou que ouviu falar sobre o tema no cinema. Isso se justifica pelo fato do termo *nano* ocupar ambientes diversos na sociedade atual (REBELLO *et al.*, 2012). Segundo Rebello *et al.* (2012), o conhecimento que a sociedade tem acerca da nanotecnologia é um ponto a ser considerado.

Após a abordagem do tema, observou-se uma evolução considerada acerca dos conceitos básicos de nanotecnologia e suas aplicações, como pode ser observado nas respostas dos alunos, apresentadas no Quadro 1, a seguir:

Quadro 1: Questionário de sondagem e evolução do conhecimento dos alunos sobre o tema.

Questões	Respostas dos estudantes
1. O que você entende por nanotecnologia?	<p><i>Aluno A:</i> ‘É o entendimento e controle da matéria em nanoescala, em escala atômica e molecular.’</p> <p><i>Aluno B:</i> ‘É a prática real da nanociência.’</p> <p><i>Aluno C:</i> ‘É a ciência que estuda os tamanhos atômicos.’</p>
2. Cite algumas áreas de aplicação da nanotecnologia.	<p><i>Aluno D:</i> ‘Medicina, informática, biologia, química, física, etc.’</p> <p><i>Aluno E:</i> ‘É usado em medicina para medicamentos.’</p> <p><i>Aluno F:</i> ‘A nanotecnologia se aplica a todas as áreas.’</p>
3. Represente a unidade de um nanômetro.	<p><i>Aluno G:</i> ‘É <math>10^{-9}</math> de um metro.’</p> <p><i>Aluno H:</i> ‘Uma quantidade de <math>1/1000000000</math>.’</p> <p><i>Aluno I:</i> ‘É a bilionésima parte do metro.’</p>

Fonte: Produção autoral.

Como foi visto no Quadro 1, as respostas dos alunos foram condizentes com o objetivo desta etapa. Eles compreenderam o papel da nanotecnologia no tocante ao desenvolvimento de materiais nanoestruturados, entenderam que a nanotecnologia está presente em muitos setores da pesquisa e assimilaram de forma lúdica a ideia de nanoescala.

A aprendizagem e o entendimento do tema nanotecnologia, e suas respectivas aplicações, é essencial no ambiente escolar (PEREIRA *et al.*, 2010). Porém, a compreensão de medidas em nanoescala representa um grande viés para a compreensão desta tecnologia e, conseqüentemente, os fenômenos nela relacionados (PEREIRA *et al.*, 2010).

Para ser considerada uma estrutura nanométrica um material deve ter no mínimo uma de suas dimensões em escala nano, isto é,  $1/1.000.000.000$ , ou um bilionésimo do metro ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ) (FERREIRA e RANGEL, 2009). Como os participantes do trabalho eram alunos do Ensino Fundamental, explorar essas dimensões à luz da matemática foge ao escopo deste trabalho. O mais importante aqui foi mostrar aos estudantes que “há mais espaços lá embaixo”, como afirmou Richard Feynman, quando abriu o caminho para uma nova concepção em nanotecnologia (FERREIRA e RANGEL, 2009).

A segunda parte do estudo corresponde à atividade experimental de obtenção das esferas de alginato. Os resultados desta etapa foram apresentados sob forma de fotografias, como mostra a



Figura 1, a seguir:

Figura 1. Fotografias das esferas de alginato produzidas pelos alunos.



Fonte: Arquivo pessoal dos autores.

A maioria das esferas de alginato apresentou morfologia arredondadas e homogêneas. A rapidez com que as esferas foram formadas, concomitantemente à incorporação do corante no seu núcleo, deixou os estudantes entusiasmados e a sala de aula ganhou ares de encantamento. O fato mais importante nesta etapa foi a participação efetiva dos estudantes na execução da atividade.

Alguns grupos obtiveram esferas com morfologia heterogêneas e, em alguns casos, com deformações. Isso gerou um ambiente de discussões e algumas perguntas surgiram em sala de aula, a saber: ‘Por que isso aconteceu?’ / ‘O que aconteceu dentro da esfera?’ / ‘O que foi que deu errado?’

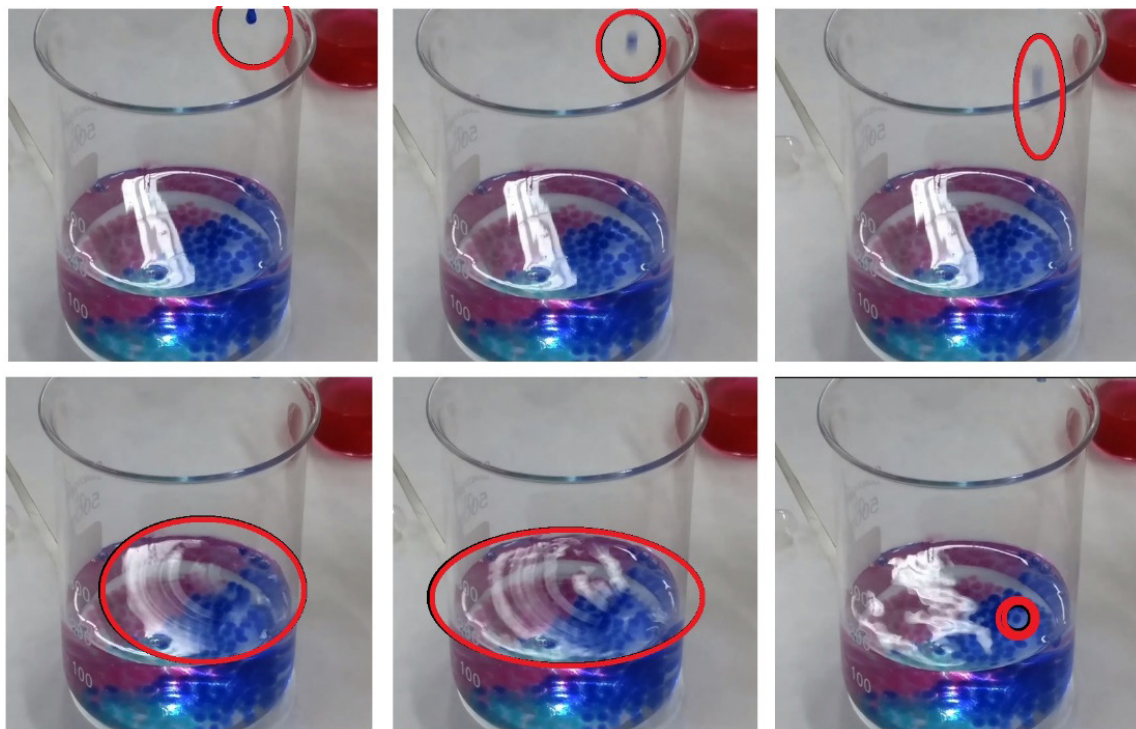
Esse foi um momento ímpar na abordagem, porque o mediador pôde aproveitar para contextualizar a prática e mostrar aos discentes a complexidade da marcha que gera o conhecimento. Neste contexto, é importante o professor ofertar um aporte para seus alunos conhecerem os processos científicos responsáveis pela produção de um bem comum (GARCIA-CRUZ *et al.*, 2008).

Neste sentido, para responder as perguntas anteriores feitas pelos alunos, foi sugerido que a aparição de esferas deformadas pode estar relacionada com a distância de gotejamento da solução de alginato sobre a salina. Uma vez que a distância influencia no impacto de uma solução sobre a outra e, conseqüentemente, na formação da esfera de alginato (TOMA, 2005b).

Depois dessa explicação, alguns alunos reconheceram que não respeitaram a distância de 10

cm estabelecida na seção de metodologia. Uns utilizaram distância maiores e outros menores. Por isso, repetiu-se o experimento com distância estabelecida e, com o auxílio da câmera de um celular, produziu-se um vídeo para observar a formação da esfera e sua morfologia (Figura 2).

Figura 2. Acompanhamento por imagens da influência da distância de gotejamento na formação das esferas de alginato.



Fonte: Arquivo pessoal dos autores.

O não cumprimento da distância de 10 cm no gotejamento pode influenciar na associação molecular para formar uma esfera bem definida. A associação molecular entre grupos com afinidade química é um ponto-chave para resultar na automontagem de sistemas ordenados (TOMA, 2005b).

Para completar a atividade, os participantes foram convocados a avaliar a proposta, a qual foi vista como positiva pelos estudantes, como mostra o resultado da escala de Likert: ótima (83%), boa (11%), regular (6%), ruim (0%) e péssima (0%).

Além disso, perguntado se os estudantes consideram importante a abordagem de temas novos na sua escola, eles responderam o seguinte: considero muito (83%), considero (17%), considero pouco (0%), não considero (0%).

Para finalizar esta etapa, foi solicitado aos alunos a responder mais duas questões pessoais sobre a atividade. Os resultados estão descritos no Quadro 2, a seguir:

Quadro 2: Avaliação do nível de satisfação dos alunos pela proposta pedagógica.

Questões	Respostas dos estudantes
1. O que mais lhe surpreendeu na atividade?	<p><i>Aluno A:</i> ‘A formação das bolinhas. Foi muito surpreendente.’</p> <p><i>Aluno B:</i> ‘O efeito da mistura dos líquidos.’</p> <p><i>Aluno C:</i> ‘A reação das substâncias, pois nunca tinha feito um experimento.’</p> <p><i>Aluno D:</i> ‘A experiência.’</p>
2. Por que?	<p><i>Aluno E:</i> ‘Pelo assunto explicado está em diversas áreas de trabalho.’</p> <p><i>Aluno F:</i> ‘Por estar nas coisas locais onde utilizamos no dia a dia. E eu não sabia.’</p> <p><i>Aluno G:</i> ‘Porque é um tema aparentemente simples e se mostrar tão complexo e importante.’</p> <p><i>Aluno H:</i> ‘Pelo o fato de estar aprendendo mais e também porque é muito importante conhecer mais a área das ciências.’</p> <p><i>Aluno I:</i> ‘Porque a gente fez experiências.’</p>

Fonte: Produção autoral.

O Quadro 2 mostrou um alto índice de satisfação dos alunos pela atividade proposta a partir das respostas. Além da aceitação positiva, pode-se inferir da primeira questão que houve uma evolução na escrita, indicando uma ideia da alfabetização científica. Na descrição dos resultados da experiência observa-se, inicialmente, o emprego de termos coloquiais. Em seguida, já há uma escrita mais científica empregando termos como, ‘mistura’, ‘reação’ e ‘substâncias’.

Na segunda questão, perguntado o ‘porquê’ a atividade surpreendeu, os alunos mostraram que a parte teórica foi bem assimilada por eles. Isso foi verificado nas respostas da questão. Por exemplo, a presença da nanotecnologia em ‘diversas áreas’; o fato dessa tecnologia está presente ‘no dia a dia’ da sociedade; a questão de ser uma área ‘tão complexa e importante’. Por fim, a resposta mais condizente e que surpreendeu os autores do trabalho foi está: ‘porque a gente fez experiências.’

Cabe ressaltar ainda a importância e o impacto que as atividades realizadas causaram nos participantes. Por exemplo, o trabalho em equipe ativou a criatividade, as habilidades individuais e o senso crítico dos integrantes. Além disso, a interação nos grupos e a integração entre grupos promoveram momentos de empatia entre as equipes.

As atividades experimentais são essenciais para o aluno entender como a Ciência é construída e perceber as suas limitações. Partindo-se deste ponto, o discente poderá compreender que o conhecimento científico não é uma verdade imutável e sim algo que está em constante construção e que necessita romper os paradigmas históricos e conceituais para evoluir (REBELLO *et al.*, 2012).

Rebello *et al.* (2012), conduziram um experimento de preparação de nanopartículas magnéticas nas aulas de Química do Ensino Médio. Os alunos puderam experimentar o trabalho científico através da realização de medidas e discussões sobre o fenômeno magnético. Além disso, os autores finalizaram a prática com um debate sobre os benefícios dos nanomateriais e potenciais destes na resolução de problemas ambientais e saúde pública.

Propostas pedagógicas que trabalham o lúdico usando materiais de fácil acesso incorrem nas tendências atuais de ensino de Ciências. Estas metodologias são diferenciadas por valorizar a participação ativa dos estudantes; contrariando às tendências tradicionais, de uso exclusivo do livro didático (GLASER *et al.*, 2017).

A educação em Ciências é um tema em constante discussão na sociedade contemporânea, principalmente no tocante à formação do cidadão crítico. Por isso, o ensino de Ciências deve ser pautado à luz da alfabetização científica do discente para que este alcance uma participação mais efetiva na sociedade (PEREIRA *et al.*, 2010).

Em resumo, é preciso destacar que a característica principal que define a prática científica é a atividade. Logo, a promoção de atividades de natureza experimental deve ser vista como uma ferramenta incentivadora para iniciar os estudantes na prática científica e, com isso, promover a investigação e a argumentação. Porém, não basta a realização de experimentos ou práticas; é preciso que estes envolvam as interações sociais entre os participantes (KELLY, 2016).

## CONCLUSÃO

Os avanços no campo da nanotecnologia são cada vez maiores e devem ser trabalhados na Educação Básica. Através de uma atividade experimental, foi verificado neste trabalho que os alunos de Ciências do Ensino Fundamental estabeleceram novas concepções acerca do tema nanotecnologia e suas aplicações.

A relevância deste estudo é claramente apoiada pela atual produção de materiais nanotecnológicos presentes no cotidiano da sociedade. O estudo pode contribuir com as pesquisas que lidam com o desenvolvimento de materiais didáticos no ensino de Ciências. Portanto, o trabalho em questão estabelece as bases para futuras pesquisas ligadas à atividade experimentação e alfabetização científica.

## DECLARAÇÃO DE INTERESSES

Nós, autores deste artigo, declaramos que não possuímos conflitos de interesses de ordem financeira, comercial, político, acadêmico e pessoal.

## REFERÊNCIAS

CACURO, Thiago Aguiar; WALDMAN, Walter. **Alginato e seu uso como polímero sensível a pH**. Revista Virtual de Química, Rio de Janeiro, v. 10, n. 5, p. 1607-1617, 2018.

FERREIRA, Hadma Sousa; RANGEL, Maria do Carmo. **Nanotecnologia: aspectos gerais e potencial de aplicação em catálise**. Química Nova, v. 32, n. 7, p. 1860-1870, 2009.

GARCIA-CRUZ, Crispin Humberto; FOGGETTI, Ulisses; SILVA, Adriana Navarro da. **Alginato bacteriano: aspectos tecnológicos, características e produção**. Química Nova, v. 31, n. 7, p. 1800-1806, 2008.

GLASER, Viviane; PIERRE, Patrícia Maria Oliveira; FIOREZE, Ana Carolina da Costa Lara. **Estratégias didático-pedagógicas como alternativas para o ensino de Biologia Celular: curso aos professores de escolas públicas de Ensino Médio de Curitiba-SC**. Revista de Ensino de Bioquímica, v. 15, n. 2, 2017.

KELLY, Gregory J. **Methodological considerations for interactional perspectives on epistemic cognition**. In: GREENE, Jeffrey Alan; SANDOVAL, William A. BRÅTEN, Ivar. Handbook of epistemic cognition. New York, NY: Routledge, 2016. p. 393–408.

LEITE, Ilaiáli Souza; LOURENÇO, Ariane Baffa; LICIO, José Guilherme; HERNANDES, Antonio Carlos. **Uso do método cooperativo de aprendizagem Jigsaw adaptado ao ensino de nanociência e nanotecnologia**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 35, n. 4, 4504, 2013.

LIKERT, R. **A technique for the measurement of attitudes**. Archives of Psychology, v. 22, n. 140, 55, 1932.

PEREIRA, Fábio Delgado; HONÓRIO, Káthia M.; SANNOMIYA, Miriam. **Nanotecnologia: desenvolvimento de materiais didáticos para uma abordagem no ensino fundamental**. Química Nova na Escola, São Paulo, v. 32, n. 02, p. 73-77, 2010.

REBELLO, Gabriel Antonio Fontes; ARGYROS, Mécia de Matos; LEITE, Wallace Leonardo Lopes; SANTOS, Mayke Machado; BARROS, José Celestino; SANTOS, Paula Macedo Lessa dos; SILVA, Joaquim Fernando Mendes da. **Nanotecnologia, um tema para o ensino médio utilizando a abordagem CTSA**. Química Nova na Escola, São Paulo, v. 34, n. 01, p. 03-09, 2012.

SILVA, Suzeley Leite Abreu; VIANA, Marcelo Machado; MOHALL, Nelcy Della Santana. **Afinal, o que é Nanociência e Nanotecnologia? Uma abordagem para o Ensino Médio**. Química Nova na

Escola, São Paulo, v. 31, n. 03, p. 172-178, 2009.

SILVA, Mariana dos Santos; COCENZA, Daniela Sgarbi; MELO, Nathalie Ferreira Silva de; GRILLO, Renato; ROSA; André Henrique; FRACETO, Leonardo Fernandes. **Nanopartículas de alginato como sistema de liberação para o herbicida clomazone**. Química Nova, v. 33, n. 9, p. 1868-1873, 2010.

SIQUEIRA, Edmilson Clarindo; REBOUÇAS, Juliana de Souza; PINHEIRO, Irapuan Oliveira; FORMIGA, Fabio Rocha. **Levan-based nanostructured systems: An overview**. International Journal of Pharmaceutics, v. 580 (119242), p. 1–11, 2020. doi:10.1016/j.ijpharm.2020.119242.

TASCA, Rodolfo A.; ALMEIDA, José R. L. de; SILVA, Delmarcio G. da; MELO, Fernando M. de; TOMA, Henrique E. **Desenvolvendo Habilidades e Conceitos de Nanotecnologia no Ensino Médio por Meio de Experimento Didático Envolvendo Preparação e Aplicação de Nanopartículas Superparamagnéticas**. Química Nova na Escola, São Paulo, v. 37, n. 3, p. 236-240, 2014.

TOMA, Henrique E. **Interfaces e organização da pesquisa no brasil: da química à nanotecnologia**. Química Nova, v. 28, p. 48-S51, 2005.

TOMA, Henrique E. **A nanotecnologia das moléculas**. Química Nova na Escola, São Paulo, v. 21, p. 03-09, 2005.

# ÍNDICE REMISSIVO

## Símbolos

1ª e 2ª Lei de Mendel 114, 116

## A

alelos 98, 99, 100, 101, 102, 105, 107, 108, 110, 117, 118, 119, 121, 122, 123, 124

alfabetização científica 42, 44, 51, 61, 62

alginato 42, 44, 45, 46, 48, 52, 53, 55, 56, 57, 59, 64

alginato de sódio 42, 44, 45, 46, 53, 56, 57

ambiente escolar 13, 29, 53, 55, 58, 89

animais nativos 76, 80, 84

animais vertebrados 76, 77, 78, 83

animais vertebrados e o ser humano 76

Aprendizagem 18, 65, 67, 112

aprendizagem de biologia 114

atividade experimental 44, 45, 46, 53, 55, 56, 58, 62

atividades remotas 11, 15

aulas de biologia 28

aulas presenciais 11, 15, 17, 89, 90

aulas remotas 11, 13

a vida em sociedade 127

## B

Biologia 6, 11, 14, 15, 16, 17, 20, 22, 24, 26, 27, 37, 40, 41, 63, 85, 86, 88, 100, 110, 112, 115, 116, 124, 125, 133

biologia celular 114, 115

botânica 65, 70

## C

campo da ecologia 65, 69

campo da nanotecnologia 53, 62

caráter histórico e dinâmico da ciência □ 28, 36, 37

carreadores de fármacos 42, 43, 44

cátions bivalentes 53, 55

ciclo da doença 20, 22, 23

ciência como atividade coletiva □ 28, 36, 37, 38

Ciências 11, 12, 14, 15, 16, 18, 22, 24, 26, 40, 41, 43, 44, 48, 50, 62, 65, 67, 75, 87, 91, 110, 111, 112, 117, 125, 137

citologia 37, 65, 70  
compreensão e fixação das informações 19  
comunidade 20, 22, 25, 76, 77, 78  
conceito de homofobia 127, 134  
concentração nos estudos 11, 15  
conexão de internet 11  
conhecimentos da genética 114  
consciência biológica 76, 84  
construção de cordéis 65, 67  
conteúdo didático 11, 12  
conteúdo informativo 20  
cromossomos 98, 99, 100, 101, 102, 104, 105, 106, 108, 109, 110, 114, 115, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124

## D

Dança dos Cromossomos 114, 116  
déficit informativo 19  
didáticas alternativas 98  
dificuldade de entender os conceitos 11  
dificuldade na compreensão 97  
Dificuldades de aprendizagem 11, 111, 125  
dificuldades do aprendizado 11  
dinâmica das aulas 87, 88  
disciplina de genética 97, 115  
dispositivo eletrônico 11, 16  
disseminação de conhecimento 20, 21  
diversidade 71, 77, 127, 132  
doenças negligenciadas 19  
dominância completa 98, 100

## E

Educação básica 11  
educação sexual 127, 135  
Enfrentamento das visões ingênuas sobre a ciência 28  
ensino da hereditariedade 97  
ensino de ciências 27, 28, 32, 40, 42, 51, 96, 125



ensino de parasitologia 19, 22  
ensino remoto 11, 13, 14, 17, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 96  
entendimento sobre a amebíase 20  
esferas de alginato 42, 45, 46, 47, 48, 53, 56, 57, 58, 59, 60  
espécie humana 77, 101  
espermatozoides 98, 100, 102, 107, 108, 109  
Estratégias 26, 63, 65  
estudantes de biologia 98  
Estudos Culturais em Educação 127, 128  
estudos histórico-filosóficos 28  
etapa experimental 53

## F

falta de reflexão sobre a NdC 28  
família 76, 80, 136  
farmacocinética 42, 50  
fármacos 42, 50, 55  
fechamento das escolas 11, 12  
fenômeno biológico 101, 108, 113, 115  
fenômenos biológicos 114  
fenótipo 98, 100, 103, 108, 124  
ferramenta didática 65, 67, 114  
ferramenta didática adjuvante 65  
fisiologia humana 87, 91, 94  
formação dos gametas 114, 117, 118, 119, 121, 124  
formato de aprendizagem 11  
formulação convencional 42  
fusos meióticos 114, 120, 122

## G

genótipo 98, 100, 101, 102, 124  
graduação nas áreas biológicas 98

## H

hereditariedade 98, 99, 101, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 125, 133  
homem e natureza 76, 77, 82, 84

homem e natureza/vertebrados 76  
homem primitivo 76, 77  
homossexualidade 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137

## I

Inclusão 11  
inteligência cinestésico-corporal 114, 116  
interdisciplinaridade 42, 50  
interesse em aprender 87, 95

## J

jovens em idade escolar 11

## L

Leis de Mendel 110, 113, 114, 115, 125  
Ligação Gênica 114, 116, 121, 123, 125  
linguagem e conceitos complexos 19, 21  
lipossomas 42, 44  
Literatura 65, 74, 75  
literatura de cordel 65, 66, 67, 68, 73, 74, 75  
livro paradidático de sexualidade 127, 128, 129, 131, 132  
livros didáticos 28, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 39, 41, 48  
livros didáticos de biologia 28, 31, 32, 34, 35, 36, 38, 41  
livros didáticos de ciências/biologia 28

## M

manifestações culturais 65, 66  
materiais didáticos 14, 20, 22, 25, 31, 52, 62, 63  
materiais poliméricos 53  
mecanismos biológicos 113  
medicamentos 42, 43, 44, 58  
meio ambiente 65, 69, 77, 78  
meiose 71, 101, 114, 116, 117, 118, 119, 124, 125  
Mentimeter 87, 88, 89, 92  
Metodologias 14, 18, 65, 95, 96  
metodologias ativas 14, 87, 89, 90, 91, 94, 96  
métodos profiláticos 20

microestruturas 53, 55  
minimizar prejuízos 11  
Ministério da Educação 11, 88  
Ministério da Saúde 11  
modelos didáticos 24, 98, 100  
modo de transmissão 20, 22  
mudanças no âmbito educacional 87, 88

## N

nano- e micropartículas 42  
nanosistemas 42  
nanotecnologia 43, 50, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 61, 62, 63, 64  
nanotecnologia e suas aplicações 54, 57, 62  
natureza da ciência (NdC) 28, 29  
novo coronavírus 87, 88

## O

oficinas de versificação 65

## P

Padlet 87, 88, 89, 92, 93  
padrões de herança 98, 100, 101, 103, 110, 111  
pandemia 11, 12, 14, 17, 18, 87, 88, 89, 96  
pandemia do COVID-19 11, 14  
panfletos informativos 20  
participação ativa 14, 62, 87, 91, 92, 93, 94, 95  
participação mais efetiva 43, 44, 51, 62  
Pecha Kucha 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93  
perspectiva cidadã 127  
perspectiva sociocultural 127  
plataformas digitais 11, 15  
polissacarídeo natural 44, 53, 55  
poluição 55, 65, 69, 70, 82  
povo nordestino 65  
principais dificuldades 11  
problematização 28, 129, 134

processo da fecundação 98, 101  
processo de ensino-aprendizagem 20, 25, 39, 52, 87, 100, 115, 124  
professor de biologia 114, 125  
protozoário *Entamoeba histolytica* 20, 21

## R

recursos didáticos alternativos 19, 100  
relação ecossistêmica 76, 80  
responsabilidade com o ambiente 76, 84

## S

segurança 11, 12, 81  
simulações 98, 123  
sobrevivência 76, 78, 79, 80, 83  
subsistência 76, 77, 79, 80, 82, 83, 84  
sub terapêutica 42  
suspensão das aulas presenciais 11  
sustentabilidade 65, 69, 71

## T

Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) 87, 89  
teoria celular 28, 31, 32, 37, 38  
terapêutica 42, 49  
Trilha da aprendizagem 87, 89, 90, 92

## U

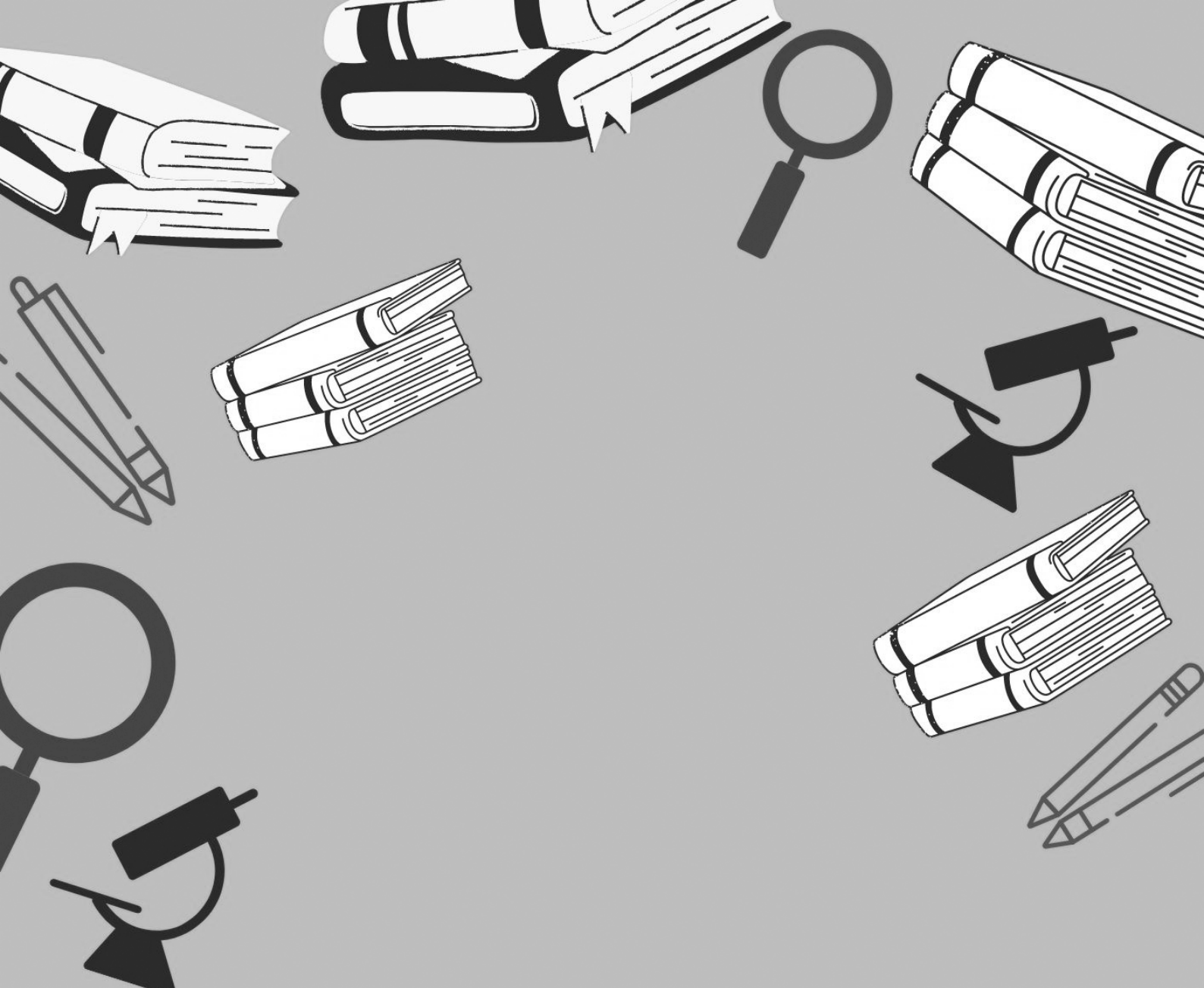
uso de jogos 98

## V

vírus SARS-CoV-2 11, 12

## Z

zoologia 65, 70



editoraomnisscientia@gmail.com 

<https://editoraomnisscientia.com.br/> 

@editora\_omnis\_scientia 

<https://www.facebook.com/omnis.scientia.9> 

+55 (87) 9656-3565 



editoraomnisscientia@gmail.com 

<https://editoraomnisscientia.com.br/> 

@editora\_omnis\_scientia 

<https://www.facebook.com/omnis.scientia.9> 

+55 (87) 9656-3565 