



Série. Nº 008

ISBN 978-65-86361-83-4

Carol de Souza Berger

André Romero da Silva

Paulo Rogerio Garcez de Moura

**#NANOTEAM – O ENSINO DA  
NANOTECNOLOGIA VIA METODOLOGIAS  
ATIVAS: NANOCIÊNCIA POR MEIO DE UMA  
ABORDAGEM COLABORATIVA.**



**INSTITUTO  
FEDERAL**  
Espírito Santo  
Campus  
Vila Velha



**Edifes**  
ACADÊMICO



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM  
QUÍMICA

Mestrado Profissional em Química

Carol de Souza Berger

André Romero da Silva

Paulo Rogerio Garcez de Moura

**#NANOTEAM – O ENSINO DA NANOTECNOLOGIA VIA  
METODOLOGIAS ATIVAS: NANOCIÊNCIA POR MEIO DE  
UMA ABORDAGEM COLABORATIVA.**

Série Guia Didático de Ciências – Nº 008

**Grupo de pesquisa**



**Edifes**  
**ACADÊMICO**

Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Espírito Santo

Vila Velha  
2020

Copyright © 2020 by Instituto Federal do Espírito Santo Depósito legal na biblioteca Nacional conforme Decreto nº. 1.825 de 20 de dezembro de 1907. O conteúdo dos textos é de inteira responsabilidade dos respectivos autores.

Material didático público para livre reprodução.  
Material bibliográfico eletrônico.



**Edifes**  
**ACADÊMICO**



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Quezia Barbosa de Oliveira Amaral CRB6-590

---

I59n Instituto Federal do Espírito Santo. Programa de Pós-Graduação Profissional em Química.

**#NANOTEAM: o ensino da nanotecnologia via metodologias ativas: nanociência por meio de uma abordagem colaborativa. / Carol de Souza Berger, André Romero da Silva, Paulo Rogerio Garcez de Moura. Vila Velha: Edifes Acadêmico, 2020.**

75 p. : il. col.; Série Guia Didático de Ciências, n. 008.

Inclui Bibliografia.

1. Nanotecnologia. 2. Nanociência. 3. Ensino médio - Química. I. Berger, Carol de Souza. II. Silva, André Romero da. III. Moura, Paulo Rogerio Garcez de. IV. Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Vila Velha. V. Título.

CDD: 620.5

---

## **Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo**

Pró-Reitoria de Extensão e Produção

Av. Rio Branco, nº 50, Santa Lúcia Vitória – Espírito Santo CEP 29056-255 -

Tel.+55 (27)3227-5564

E-mail:editoraifes@ifes.edu.br

### **Mestrado Profissional em Química**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo

Campus Vila Velha

Avenida Ministro Salgado Filho, 1000, Soteco, Vila Velha, Espírito Santo –

CEP: 29106-010

### **Comissão Científica**

Frederico da Silva Fortunato

Sidnei Quezada Meireles Leite

### **Coordenação Editorial**

Editora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo.

Avenida Rio Branco, nº 50 – Santa Lúcia – 29056-264 – Vitória – ES.

[www.edifes.ifes.edu.br](http://www.edifes.ifes.edu.br)

[editora@ifes.edu.br](mailto:editora@ifes.edu.br)

### **Revisão do Texto**

Os autores.

### **Capa e Editoração Eletrônica**

Assessoria de Comunicação Social do IFES.

### **Produção e Divulgação**

Mestrado Profissional em Química

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo

## MINICURRÍCULO DOS AUTORES



### **CAROL DE SOUZA BERGER**

Professora da Rede Estadual do Espírito Santo e da Rede Particular de Ensino. Licenciada em Química pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES). Mestre em Química pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES).



### **ANDRÉ ROMERO DA SILVA**

Professor e Pró-reitor de Pesquisa e Pós-graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES). Graduado em Química Tecnológica pela Universidade Estadual de Campinas (2000). Mestre em Química pela Universidade Estadual de Campinas (2003). Doutor em Química pela Universidade Estadual de Campinas (2007).



### **PAULO ROGERIO GARCEZ DE MOURA**

Professor da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Graduado em Química e Especialista em Educação pela Universidade de Cruz Alta (Unicruz). Mestre em Filosofia pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Doutor em Educação em Ciências pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>PEDAGOGIA DE PROJETOS</b> .....	<b>11</b>
<b>4</b>	<b>ATIVIDADE EXPERIMENTAL PROBLEMATIZADA – AEP</b> .....	<b>13</b>
<b>5</b>	<b>JIGSAW CLASSROOM – JC</b> .....	<b>14</b>
<b>6</b>	<b>NANOTECNOLOGIA</b> .....	<b>16</b>
6.1	ENSINO DA NANOTECNOLOGIA.....	19
<b>7</b>	<b>TESTES INICIAIS</b> .....	<b>20</b>
<b>8</b>	<b>O PROJETO #NANOTEAM</b> .....	<b>27</b>
8.1	MOMENTO 1 – CONHECENDO A NANOTECNOLOGIA .....	27
8.2	MOMENTO 2 – RETOMANDO CONCEITOS TEÓRICOS DO CURRÍCULO .....	29
8.3	MOMENTO 3 – AMPLIANDO A VISÃO SOBRE NANOTECNOLOGIA 31	
8.4	MOMENTO 4 – EXPERIMENTANDO COM MATERIAIS DO COTIDIANO .....	32
<b>9</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>34</b>
<b>10</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>38</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>39</b>
	<b>APÊNDICE I – QUESTIONÁRIO INICIAL</b> .....	<b>41</b>
	<b>APÊNDICE II – TEXTO EM PDF NA APLICAÇÃO DO JIGSAW CLASSROOM</b> .....	<b>50</b>
	<b>APÊNDICE III – QUESTIONÁRIO APÓS JIGSAW CLASSROOM</b> .....	<b>51</b>
	<b>APÊNDICE IV – TEXTO EM PDF SOBRE INTERAÇÕES INTERMOLECULARES</b> .....	<b>54</b>
	<b>APÊNDICE V – TEXTO EM PDF COM O ROTEIRO EXPERIMENTAL</b> ...	<b>55</b>
	<b>APÊNDICE VI – ROTEIRO EXPERIMENTAL COMPLETO</b> .....	<b>56</b>

<b>APÊNDICE VII – QUESTIONÁRIO APÓS APLICAÇÃO DA AEP .....</b>	<b>60</b>
<b>APÊNDICE VIII – QUESTIONÁRIO FINAL .....</b>	<b>63</b>
<b>ANEXO I – ALGUNS PRODUTOS DO <i>PADLET</i>.....</b>	<b>73</b>
<b>ANEXO II – PRODUTOS FINAIS .....</b>	<b>74</b>

# 1 APRESENTAÇÃO

O designio deste guia didático é aproximar a prática docente à pesquisa científica, aperfeiçoando o processo de ensino-aprendizagem, tradicionalmente replicado. Possibilita-se ainda, a livre reprodução, adaptação e utilização didática por profissionais do magistério que buscam aprimorar sua forma de trabalho, encarando-o como uma possibilidade de abertura para novas visões de mundo, indo muito além de simplesmente resolução de problemas cotidianos.

O guia didático formulado para o Ensino de Química e/ou Ciências contém em seu escopo a metodologia de ensino da Pedagogia de Projetos articulada à Atividade Experimental Problematiza (AEP) e ao Jigsaw Classroom (JC), contendo ainda o arcabouço teórico e as orientações para o uso dessas metodologias. A associação de metodologias ativas, como é o caso do JC e da experimentação via AEP, ao ensino de Química/Ciências exalta a promoção da criticidade científica, além de permitir que os discentes participem efetivamente do processo de ensino-aprendizagem.

A proposta de aplicação da intervenção didático-pedagógica contida neste guia, tem como enfoque a Nanotecnologia e a Nanociência, permitindo a experimentação com materiais do cotidiano aliados ao ensino de interações intermoleculares e proteínas, interdisciplinarmente. Além de tudo, foi executado no ensino remoto, ou seja, não presencial. Podendo, contudo, ser aplicado presencialmente.

Boa leitura e ótimo trabalho!

**Os autores.**



## 2 INTRODUÇÃO

Inúmeras temáticas podem ser exploradas no conteúdo programático do ensino médio, abordando temas ligados às questões científica, tecnológica, social e ambiental, podendo contribuir ricamente para o desenvolvimento de conceitos químicos, sobretudo pelas vias da contextualização, da interdisciplinaridade e da experimentação (ZUIN et al., 2009).

Nesse contexto, ciência e tecnologia deveriam ser encaradas como uma possibilidade de abertura para novas visões de mundo, indo muito além de simplesmente resolução de problemas cotidianos. Todavia, poucas pessoas aplicam os conhecimentos e procedimentos científicos na resolução de seus problemas, tampouco ampliam sua visão para enxergar o mundo de outro modo. Sendo esta, uma das maiores preocupações da Educação Básica – em especial, a área de Ciências da Natureza – a necessidade de comprometer-se com o letramento científico da população (BRASIL, 2017). No cenário mundial, reconhecer-se em seu contexto histórico e cultural, comunicar-se, ser criativo, participativo, colaborativo, resiliente e responsável requer muito mais do que um simples acúmulo de informações, como descrito pela BNCC – Base Nacional Comum Curricular:

Requer o desenvolvimento de competências para aprender a aprender, saber lidar com a informação cada vez mais disponível, atuar com discernimento e responsabilidade nos contextos das culturas digitais, aplicar conhecimentos para resolver problemas, ter autonomia para tomar decisões, ser proativo para identificar os dados de uma situação e buscar soluções, conviver e aprender com as diferenças e as diversidades (BRASIL, 2017).

Em acordo com a BNCC – Base Nacional Comum Curricular, o Ministério da Educação propôs mudanças que preveem auxiliar as áreas do conhecimento a se unirem, utilizando a interdisciplinaridade em função da aprendizagem, levando em consideração o sujeito e suas particularidades.

Na Educação Básica, a área de Ciências da Natureza deve contribuir com a construção de uma base de conhecimentos contextualizada, que prepare os estudantes para fazer

juizamentos, tomar iniciativas, elaborar argumentos e apresentar proposições alternativas, bem como fazer uso criterioso de diversas tecnologias. O desenvolvimento dessas práticas e a interação com as demais áreas do conhecimento favorecem discussões sobre as implicações éticas, socioculturais, políticas e econômicas de temas relacionados às Ciências da Natureza (BRASIL, 2017).

O trecho acima sustenta que o conhecimento contextualizado permite aos discentes discutirem acerca dos temas explorados, dando os subsídios necessários para que sejam protagonistas do processo de aprendizagem, fazendo-os segurar uma afirmação e/ou uma negação, a partir do momento que se tornam detentores do conhecimento pretendido. Ao tomar iniciativas, os discentes demonstram participar efetivamente do processo, elaborando argumentos e apresentando proposições alternativas. E, todos esses eixos podem ser alcançados com a aprendizagem colaborativa.

Ao ressaltar o uso criterioso de diversas tecnologias, destaca-se também a compreensão do desenvolvimento linear de Auler (2007), onde a visão de progresso linear reflete-se em um modelo tradicional de pensar ciência. O autor alinha o modelo linear de progresso ao considerar que “o desenvolvimento científico (DC) gera desenvolvimento tecnológico (DT), este gerando o desenvolvimento econômico (DE) que determina, por sua vez, o desenvolvimento social (DS – bem-estar social).” (AULER, 2007). Sem embargo, a química deve ser ensinada como um dos pilares da cultura do mundo moderno, destacando contextos que privilegiam a atualidade e que sejam capazes de mobilizar conceitos químicos importantes, fundamentais para a compreensão das mudanças e inovações da modernidade (MARTINS et al., 2004).

Abundantemente a química participa de processos naturais e tecnológicos, estando diretamente ligada a temas contemporâneos, associados aos avanços científicos e tecnológicos. Aliando isso ao fato das chamadas subáreas da química estarem em desenvolvimento, Rebello e colaboradores (2012) discorrem sobre a nanotecnologia ser trabalhada dentro da sala de

aula, como parte valiosa do currículo dessa disciplina.

Apesar de esse tema apresentar grande expansão na sociedade e de o termo nano poder ser percebido em ambientes variados desde os acadêmicos e técnicos, até a sociedade em geral, o real conhecimento que a sociedade tem sobre nanotecnologia é uma questão que deve ser discutida. Essa pode ser uma ótima oportunidade para se trabalhar esse tema na escola, por meio de atividades que possibilitem ao aluno ter um conhecimento dos potenciais benefícios e prejuízos que uma nova tecnologia pode trazer (REBELLO et al., 2012)

E foi justamente a nanotecnologia a escolhida para protagonizar esse projeto, partindo do pressuposto que o manuseio da matéria em escala nanométrica tem favorecido o desenvolvimento de materiais com propriedades macroscópicas revolucionárias, corrobora-se com Martins e colaboradores (2004), dentre outros.

Com o intuito de privilegiar a inclusão desse tema no currículo básico do ensino médio, desenvolveu-se um projeto chamado #NanoTeam, promovendo aprendizado acerca da nanociência e nanotecnologia por meio de diferentes formas de ensino, e ainda, por meio da experimentação, investigando sobre as propriedades do tamanho das gotículas de ar presentes no preparo de uma omelete e sua influência na textura e sabor do alimento, tornando o ensino contextualizado e aproximando do cotidiano do estudante.

### **3 PEDAGOGIA DE PROJETOS**

A prática reflexiva situa-se, tradicionalmente, na aprendizagem pela experiência e também é chamada de cognição contextualizada. Ao citar Dewey, Lewin e Piaget, os autores Moreira e Caleffe (2008) comentam a necessidade de interação entre os indivíduos participantes da aprendizagem, tornando-a mais efetiva, sendo a experiência a base para a aprendizagem efetiva e reflexiva.

Dewey (1933) afirma a importância de ser prático e reflexivo no ensino,

capaz de questionar suas práticas, reexaminar suas experiências, e deste modo, iniciar o processo de aprendizagem, sendo que, nada do que foi descrito, pode ser executado por meio de procedimentos operacionais padronizados (MOREIRA e CALEFFE, 2008).

Para Branco (2014), a educação tem que levar em conta a especificidade do estudante, as suas necessidades, forças e fraquezas. As escolas não devem assumir o papel de criar uniformidade, mas sim, de permitir o desenvolvimento da individualidade.

Uma das possíveis formas de estar de acordo com as ideias mencionadas, é trabalhar com projetos, reformulando a concepção do professor em “cumprir o currículo” tradicionalmente fadado, tornando-o mais flexível e abrangente. Segundo Portes (2010), partindo dos conhecimentos prévios dos estudantes, durante a execução do projeto ocorrerá, naturalmente, a interdisciplinaridade, para que haja possibilidade de compreensão da totalidade do assunto trabalhado.

Sob a ótica de Gasque e Cunha (2010), em acordo com Dewey, a realização de projetos favorece o pensamento reflexivo. O estudante inicia sua investigação a partir de um determinado problema e se engaja na busca por soluções, de maneira contextualizada e conectada ao que se deve aprender, para que não seja perdido o objetivo primário de se apropriar de certos conceitos.

Tendo em mente o emprego dos ensinamentos de Dewey para o ensino por meio de projetos, buscou-se aliar experimentação, buscas teóricas acerca do tema nanotecnologia, conteúdos de interação intermolecular e afins, proteínas e alimento do cotidiano para, juntos, formarem o projeto *#NanoTeam*.

#### 4 ATIVIDADE EXPERIMENTAL PROBLEMATIZADA – AEP

A Atividade Experimental Problematizada (AEP) é um mecanismo de ensino que se desenvolve a partir da delimitação de um problema de natureza teórica. Em outras palavras, é uma forma de experimentação que busca solucionar questões a partir da proposição de um problema (SILVA; MOURA; DEL PINO, 2017).

A promoção da aprendizagem através da experimentação é motivo de discussão há bastante tempo. Giordan, a título de exemplo, em 1999 destacou que:

É de conhecimento dos professores de ciências o fato de a experimentação despertar um forte interesse entre alunos de diversos níveis de escolarização. Em seus depoimentos, os alunos também costumam atribuir à experimentação um caráter motivador, lúdico, essencialmente vinculado aos sentidos. Por outro lado, não é incomum ouvir de professores a afirmativa de que a experimentação aumenta a capacidade de aprendizado, pois funciona como meio de envolver o aluno nos temas em pauta (GIORDAN, 1999).

O conhecimento químico divide-se em três âmbitos: macroscópico, o microscópico e o representacional. Entende-se, deste modo, que a experimentação deve ser o elo da inter-relação entre essas três formas de conhecimento químico.

Pensar, sobretudo, na inovação do ensino de química por meio de propostas metodológicas capazes de torná-lo mais atrativo é sempre um grande desafio. Para Moreira et al. (2019), os estudantes, em sua grande parcela, apresentam algum tipo de resistência às aulas de química por considerá-las distantes dos contextos vivenciados por eles.

Propõe-se assim, o emprego da AEP, uma metodologia de ensino centrada em dois eixos principais, que servem de alicerce para a sua estratégia de ensino experimental. Um dos eixos baseia-se na natureza teórica e o outro, na natureza metodológica, ou seja, no desenvolvimento. Desse modo, mostram-se na Figura 1, em síntese, seus fundamentos estruturantes,

tratados como eixo teórico (O planejar) e eixo metodológico (O executar).

**Figura 1:** Eixos estruturantes da AEP.



**Fonte:** A autora, 2020.

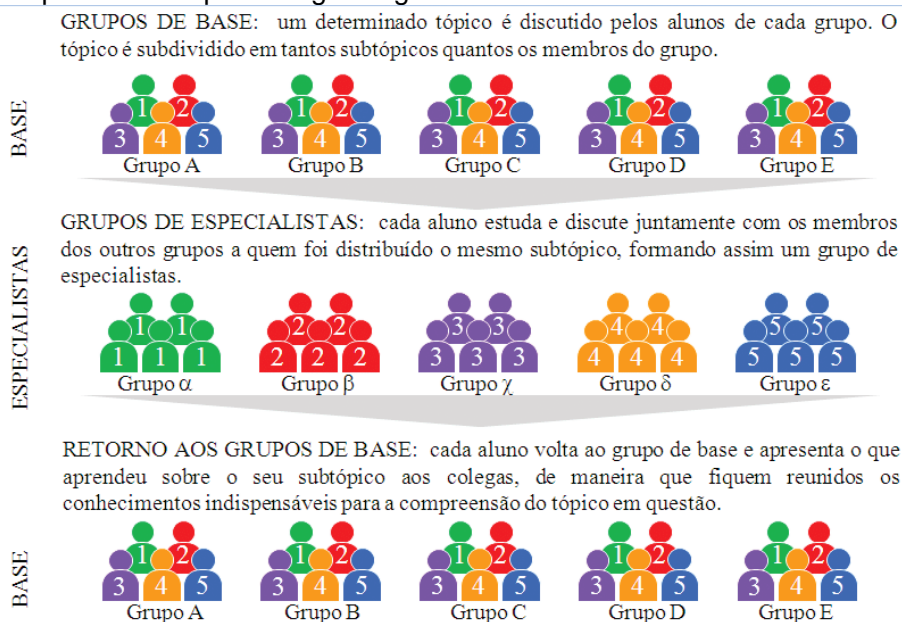
## 5 JIGSAW CLASSROOM – JC

O Jigsaw Classroom, traduzido livremente para “sala de aula quebra-cabeças”, é uma técnica de aprendizagem cooperativa baseada em pesquisa inventada e desenvolvida no início dos anos 1970 por Elliot Aronson e seus alunos na Universidade do Texas e na Universidade da Califórnia. O site [Jigsaw.org](http://Jigsaw.org) traz contribuições valiosas a respeito dessa técnica de ensino-aprendizagem ao relatar:

Uma sala de aula quebra-cabeças não é uma situação solta, “vale tudo”. É altamente estruturado. A interdependência é necessária. É o elemento de interdependência “necessária” entre os alunos que torna este método de aprendizagem único, e é esta interdependência que incentiva os alunos a tomarem parte ativa na sua aprendizagem. Ao se tornar uma espécie de professor, cada aluno se torna um recurso valioso para os outros (ARONSON e col., 2000).

Assim, o professor aprende a ser um facilitador no processo de aprendizagem, em vez de ser o único recurso disponível. Os alunos passam a ser participantes ativos e responsáveis pela própria aprendizagem, e não mais um receptor de informações advindas do transmissor, ora, professor. A Figura 2, busca esclarecer como a metodologia JC é desenvolvida.

**Figura 2:** Representação esquemática de atividade baseada no método cooperativo de aprendizagem Jigsaw.



Fonte: Fatarelli *et al.*, 2010.

De maneira ordeira, o JC primeiramente distribui os alunos em grupos de base e um determinado tópico é discutido por todos de cada grupo. A quantidade de tópicos depende do número de alunos dentro de cada grupo. Em seguida, cada aluno estuda e discute com os membros dos outros grupos, que receberam o mesmo tópico, formando assim o chamado grupo de especialistas. Posteriormente, cada aluno retorna ao grupo de base e apresenta o que aprendeu sobre o seu tópico aos seus colegas, de maneira

que, após todos entregarem suas “partes”, reúnam-se todo o conhecimento indispensável para a compreensão do conteúdo. Cada estudante precisa aprender a matéria para “si próprio” e também explicar aos seus colegas, de forma clara, o que aprendeu (COCHITO, 2004 *apud* FATARELI *et al.*, 2010). Noutra perspectiva, pode-se empregar o JC seguindo dez passos básicos, trazidos por Aronson e descritos na Tabela 1 a seguir.

**Tabela 1:** Etapas da metodologia Jigsaw Classroom.

<b>PASSOS</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
<b>1</b>	Divida os alunos em grupos de quebra-cabeças de 5 ou 6 pessoas.
<b>2</b>	Nomeie um aluno de cada grupo como líder.
<b>3</b>	Divida a lição do dia em 5-6 segmentos.
<b>4</b>	Designê cada aluno para aprender um segmento.
<b>5</b>	Dê aos alunos tempo para ler seu segmento pelo menos duas vezes e se familiarizar com ele.
<b>6</b>	Forme “grupos de especialistas” temporários, fazendo com que um aluno de cada grupo de quebra-cabeças se junte a outros alunos atribuídos ao mesmo segmento.
<b>7</b>	Traga os alunos de volta para seus grupos de quebra-cabeças.
<b>8</b>	Peça a cada aluno para apresentar seu segmento ao grupo.
<b>9</b>	Flutue de grupo em grupo, observando o processo.
<b>10</b>	No final da sessão, faça um questionário sobre o material.

**Fonte:** A autora, segundo Elliot Aronson (2000).

O formato de ensino JC foi então utilizado no início da aplicação do projeto com alunos do ensino médio, para introduzir o assunto sobre nanotecnologia e dar suporte para as demais tarefas ao longo do projeto.

## **6 NANOTECNOLOGIA**

E se fosse possível colocar na cabeça de um alfinete toda a enciclopédia britânica? Magia ou química? Criar novas materiais, manipular moléculas, átomos, seria possível? Loucura ou ciência? Então, em 1959, o físico norte-americano Richard Feynman discursou a respeito desse campo da ciência, ainda desconhecido, durante o encontro anual da Sociedade Americana de



Física no Instituto de Tecnologia da Califórnia (Caltech). Toda a comunidade científica foi surpreendida com sua palestra intitulada: "*There's Plenty of Room at the Bottom: an Invitation to Enter a New Field of Physics*" – “Há mais espaços lá embaixo: Um convite para penetrar em um novo campo da física”, sendo considerado o marco inicial para que fosse possível a manipulação de átomos e moléculas para a criação de novos materiais.

O termo nanotecnologia foi definido pela Universidade Científica de Tóquio, no ano de 1974. Mas foi somente a partir do ano de 2000 que a nanotecnologia começou a ser desenvolvida e testada em laboratórios.

Define-se etimologicamente à luz de Toma e Araki que:

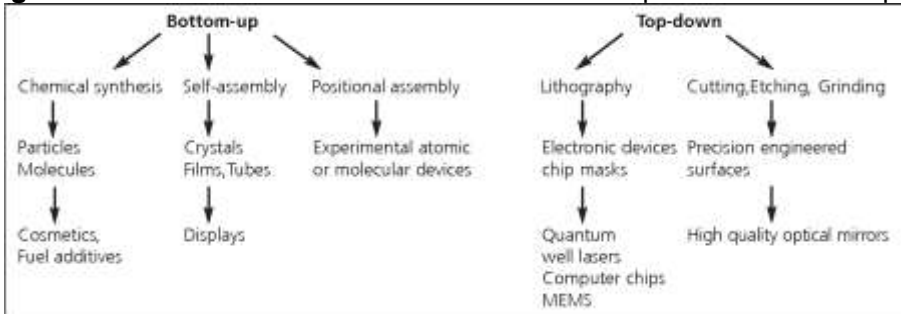
Nano – que significa ‘anão’, em grego – é o prefixo usado na notação científica para expressar um bilionésimo ( $10^{-9}$ ). Um nanômetro (nm), por exemplo, equivale a  $10^{-9}$  m, ou seja, um bilionésimo de metro. Nessa escala de tamanho, um minúsculo vírus, invisível a olho nu, se apresenta como uma incrível entidade com cerca de 200 nm. Apesar da dimensão ínfima, ele camufla, na realidade, uma complexa máquina molecular aparelhada com todos os dispositivos para invadir as células de organismos superiores e utilizá-las em sua reprodução, proporcionando um exemplo típico de tecnologia nanométrica colocada em prática pela natureza (TOMA e ARAKI, 2005).

A manipulação dos átomos em escala nanométrica faz com que a matéria adquira propriedades macroscópicas diferentes daquelas encontradas nos materiais comuns. Numa mesma substância são verificadas mudanças nas características, como na condutividade elétrica, reatividade, mudança de cor e resistência, reatividade, novas propriedades mecânicas, materiais que se tornam mais resistentes, mais fortes, mais leves, mais elásticos, novas propriedades magnéticas, enfim, tudo isso apenas com a manipulação em nanoescala.

De acordo com a *The Royal Society* e a *The Royal Academy of Engineering* (2004), existe uma grande variedade de técnicas de manufatura em nanoescala que são comumente divididas em duas abordagens principais: (i) *top-down*; e (ii) *bottom-up*. A Figura 3 representa esquematicamente as técnicas de manufatura em nanoescala, classificadas segundo as referidas

abordagens.

**Figura 3:** Métodos de manufatura em nanoescala: top-down e bottom-up.



**Fonte:** The Royal Society/The Royal Academy of Engineering (2004).

A técnica conhecida como *top-down* objetiva reproduzir algo já existente, contudo em escala menor que a original, sendo a mais tradicional no desenvolvimento de nanoestruturas. Já a técnica chamada de *bottom-up*, consiste na criação de estruturas, átomo por átomo ou molécula por molécula. Numa tradução livre a primeira técnica pode ser entendida como uma produção “*de cima para baixo*” e a segunda, como uma produção “*de baixo para cima*”. De qualquer modo, ambas estão diretamente ligadas a uma propriedade nanoparticulada muito importante: o tamanho.

O conceito tamanho é muito utilizado em nossa língua para referir às medidas e às dimensões físicas de um objeto qualquer, tais como um móvel, uma peça de roupa, um utensílio doméstico, entre outros. É um adjetivo originado do latim *tam magnus*, que significa ‘tão grande’.

O atributo mais importante que define a nanopartícula é o tamanho. Só para se ter uma noção do tamanho, 1 nm (um nanômetro) equivale aproximadamente ao comprimento de dez átomos enfileirados. A dimensão de uma molécula de DNA, por exemplo, situa-se na escala de 100 nm e é um pouco menor que a de um vírus (TOMA, 2004, p.13).

## 6.1 ENSINO DA NANOTECNOLOGIA

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino básico defendem que temas relevantes e atuais, merecem atenção no ensino de ciências moderno e contemporâneo. Dessa maneira é indispensável que os alunos conheçam a respeito da Nanociência e da Nanotecnologia e suas potencialidades, levando em consideração que os avanços provenientes de sua utilização podem resultar em uma venerável revolução tecnológica.

O Quadro 1 abaixo faz uma seleção de trabalhos relevantes que utilizaram o viés da Nanotecnologia para o ensino de química, ciências e física.

**Quadro 1:** Trabalhos relevantes com o tema Nanotecnologia.

<b>Título</b>	<b>Autores</b>	<b>Ano</b>
<b>Afinal, o que é Nanociência e Nanotecnologia? Uma Abordagem para o Ensino Médio</b>	Suzeley L. A. Silva, Marcelo M. Viana e Nelcy D. S. Mohallem.	2009
<b>Nanotecnologia: Desenvolvimento de Materiais Didáticos para uma Abordagem no Ensino Fundamental</b>	Fábio D. Pereira, Káthia M. Honório e Miriam Sannomiya	2010
<b>Nanotecnologia, um tema para o ensino médio utilizando a abordagem CTSA</b>	Gabriel Antonio F. Rebello, Mécia de Matos Argyros, Wallace L. L. Leite, Mayke M. Santos, José C. Barros, Paula M. L. dos Santos e Joaquim F. M. da Silva.	2012
<b>Nanotecnologia e Nanociência no ensino de química</b>	Ítala Kariny B. Lopes, Tábata Cristina S. Ferreira, Laryssa Fernanda da S. Gonçalves, Wbiratan Cesar M. de Oliveira, Josana P. dos Santos, Erik R. Pinto, Cristina F. Diniz, Angélica O. de Araújo.	2012
<b>Nanotecnologia e ligação química: proposta interdisciplinar para o ensino de química</b>	Victor F. de S. Gomes e Maria Suely C. da Câmara.	2013
<b>Desenvolvendo Habilidades e Conceitos de nanotecnologia no ensino</b>	Rodolfo A. Tasca, José R. L. de Almeida, Delmarcio G. da Silva, Fernando M. de Melo e Henrique E.	2014

<b>médio por meio de experimento didático envolvendo preparação e aplicação de nanopartículas superparamagnéticas</b>	Toma.	
<b>A abordagem da nanociência e nanotecnologia nos livros didáticos de química do ensino médio</b>	Vanessa Fernanda da S. Camara e Tania Renata Prochnow.	2016
<b>Nanociência, Nanotecnologia e Nanobiotecnologia: uma experiência de divulgação científica em Rio Branco – Acre</b>	Najara V. Pantoja, Uiara M. Ferraz, Anselmo F. R. Rodriguez, Sâmara Regina S. Albuquerque, Danielly de S. Nóbrega.	2016
<b>Nanotecnologia na escola: possibilidades e desafios</b>	Lee Jing, Lee Ning, Lee J. Yun, Kathia M. Honorio, Fabiana C. Pioker, Agnaldo Arroio, Simone A. de A. Martorano e Miriam Sannomiya.	2019
<b>Investigando a mobilização de saberes docentes em propostas de ensino sobre nanociência e nanotecnologia</b>	Paulo Ricardo da Silva e José Guilherme S. Lopes.	2019

Fonte: A autora, 2020.

Esses e outros trabalhos já publicados sugerem o ensino da nanotecnologia e, sobretudo, sua contextualização com conceitos do cotidiano e conteúdos do currículo básico. Um outro ponto é a interdisciplinaridade, que melhora o desempenho do aluno e amplia as perspectivas de adquirir o conhecimento.

## 7 TESTES INICIAIS

A pesquisa experimental foi realizada no Laboratório de Sistemas de Liberação Controlada - LSLC no Instituto Federal do Espírito Santo IFES – Campus Aracruz. Algumas dúzias de ovos de galinha comerciais foram utilizadas, para produção de omelete e posterior análise da distribuição de

tamanho das bolhas de ar e do tamanho das moléculas de proteína via espalhamento de luz dinâmica usando o equipamento Zetatrac da Microtrac (Foto 1).

**Foto 1:** Equipamento *Microtrac* utilizado nas análises.



**Fonte:** A autora, 2019.

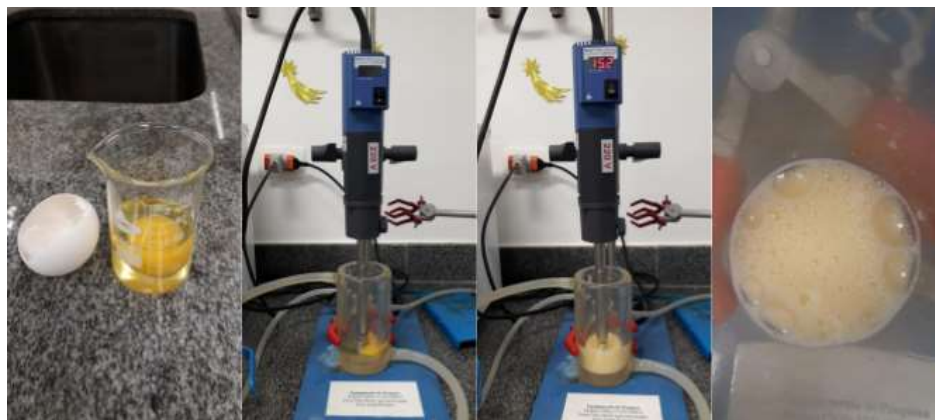
Foram feitos testes sobre estabilidade de emulsão com agitação manual, feita com o auxílio de garfo e prato (Foto 2) e testes com agitação em equipamento homogeneizador Ultra-Turrax®, com velocidade de 15000 rpm (Foto 3).

**Foto 2:** Procedimento para produção da omelete com agitação manual.



**Fonte:** A autora, 2019.

**Foto 3:** Procedimento para produção da omelete com agitação no homogeneizador.



**Fonte:** A autora, 2019.

Análise macroscópica da emulsão ar-água, em que a fase aquosa é constituída da gema e da clara do ovo, demonstram que a omelete preparada sob alta agitação se apresenta mais aerada em razão da presença de gotículas de ar de menor tamanho, refletindo no sabor e textura do alimento. Espumas são sistemas dispersos de duas fases distintas, onde a líquida circunda uma fase dispersa constituída de bolhas de ar. As proteínas podem agir como estabilizantes desse sistema, adsorvendo-se na interface ar-água, alterando as propriedades de superfícies. As bolhas de ar são separadas por uma fina camada de líquido, denominada lamela, formando uma interface gás-líquido de elevada proporção, resultando em um filme que previne a coalescência das bolhas de ar (HALLING, 1981). Para estabilizar a espuma, as propriedades requeridas das proteínas são diferentes das necessárias à sua formação. Sendo necessário obter uma película proteica impermeável ao ar, elástica, coesa e contínua em torno da bolha. Portanto, a proteína como surfactante, deve desempenhar duas funções fundamentais na formação de espuma: reduzir a tensão interfacial do líquido e formar um filme de estrutura contínua envolvendo as bolhas de gás (SGARBIERE, 1996).

Ao iniciar o preparo da omelete feita sob agitação manual, há dissipação de energia mecânica (agitação) na forma de calor, fato que causa aquecimento às bolhas de ar dispersas na emulsão. O calor provoca a expansão do ar aprisionado causando a expansão da bola. Por fim, a rede que circunda as bolhas solidifica no calor e a estrutura apresenta cavidades maiores. Como a omelete sob alta agitação apresenta bolhas menores em tamanho, ao ser preparada sua textura fica mais homogênea e rígida (Foto 4), pois as cavidades acabam sendo menores, diferenciando em muito em relação à textura da omelete sob baixa agitação (Foto 5).

**Foto 4:** Preparação da omelete obtida por alta agitação.



**Fonte:** A autora, 2019.

**Foto 5:** Preparação de omelete obtida por baixa agitação.



**Fonte:** A autora, 2019.

Resumidamente, quando uma proteína do ovo é exposta ao ar ou às moléculas de água, a proteína se desenovela, de modo que as partes hidrofílicas da proteína interajam com as moléculas da água e as partes hidrofóbicas se voltam à fase gasosa ou aos grupos hidrofóbicos presentes na própria proteína. Depois que as proteínas se desenovelaram, suas cadeias podem interagir, criando uma rede que pode manter as bolhas de ar no lugar. Quando essa rede acontece, ela é chamada de ligação ou coagulação e o resultado é uma espuma. Agitar a clara do ovo pode quebrar as ligações químicas que mantêm as cadeias proteicas interligadas, permitindo que elas se desenrolem ou mesmo sofram fracionamentos de suas cadeias. Quando as bolhas de ar capturadas são aquecidas, elas se expandem à medida que o gás dentro delas também é aquecido. Tratada adequadamente, a rede que



circunda as bolhas solidifica no calor e a estrutura não entra em colapso após a explosão das bolhas.

Outro fator a ser considerado é a capacidade de agregar e formar géis, sendo uma das mais importantes propriedades das proteínas e que faz com que o ovo seja amplamente utilizado em muitos produtos alimentícios. A ovalbumina é a principal proteína do albúmen, constituindo cerca de 54% da proteína total da clara de ovo, e é a principal responsável pelo comportamento de gelificação (ARZENI et. al., 2015). Pode-se observar esse comportamento na Foto 6, onde, ao se diluir a omelete em água, a miscibilidade não ocorre, favorecendo a formação do gel.

**Foto 6:** Emulsão ar/clara de ovo diluída em água, na proporção 1:3.



**Fonte:** A autora, 2019.

As forças atrativas intermoleculares (geralmente interações hidrofóbicas) induzem a formação de agregados aleatórios, resultando na formação de géis moles e turvos. Nesse sentido, foi possível fazer uma comparação entre o comportamento da diluição da omelete preparada à mão daquela preparada

no homogeneizador.

Observou-se que a solução apresentada na Foto 7 – A possui turbidez na fase aquosa, fato não observado na Foto 7 – B. A turbidez da fase líquida se deu pela diluição dos agregados na fase aquosa, fruto da desnaturação das proteínas que agregaram durante o processo de clivagens e exposição dos seus grupamentos hidrofóbicos. Considerando que a omelete preparada via homogeneizador é capaz de fragmentar a estrutura proteica, torna-se mais fácil a solubilização dos agregados em fase aquosa (solução mais turva) do que aqueles preparados à mão em que a desnaturação e a fragmentação das cadeias proteicas são menores, levando a formação de uma solução menos turva.

**Foto 7:** Diluição das emulsões em água: Em A, a emulsão obtida no Turrax e em B, a emulsão manual.



**Fonte:** A autora, 2019.

As análises feitas e discutidas acima reforçaram a ideia de que é possível trabalhar sobre nanociência e nanotecnologia com a utilização de materiais do cotidiano e de fácil acesso e manuseio, promovendo a alfabetização científica efetiva por meio da experimentação. Esses testes foram cruciais

para o entendimento das mudanças que ocorrem num sistema apenas com a modificação do tamanho das partículas, confirmando a importância dessa propriedade.

## **8 O PROJETO #NANOTEAM**

O projeto foi desenvolvido para ser realizado inteiramente de forma remota, contudo, pode perfeitamente ser aplicado de forma presencial. Concretizou-se com o auxílio do *Google Meet*, para as aulas síncronas; dos grupos de *WhatsApp*, criados para aumentar a interação com os discentes; dos infográficos produzidos para aproximar ainda mais o discente do projeto, de alguns recursos tecnológicos para a produção de murais *online* e vídeos; com o auxílio dos Formulários do Google que possibilitaram o *feedback* desejado, a respeito da aprendizagem do tema em questão. Abaixo, seguem as aulas que poderão nortear as futuras aplicações desse projeto.

### **8.1 MOMENTO 1 – Conhecendo a Nanotecnologia**

- ❖ Comece com a aplicação de um questionário inicial – ele proporcionará ao professor conhecer em que nível de conhecimento o seu aluno está. O APÊNDICE I é um modelo de questionário e pode ser, perfeitamente, adequado para os objetivos do professor-aplicador.
- ❖ Em seguida, para usar a metodologia *Jigsaw Classroom*, divida a turma de forma que, sempre que possível, tenham nos grupos o número de integrantes exatamente igual ao número de partes que o conteúdo pretendido poderá ser fragmentado. Essa divisão chama-se Grupo de Base. (Foto 8)
- ❖ Utilize um infográfico (ou outro formato de informativo) para enviar aos discentes suas partes do conteúdo pretendido. O APÊNDICE II é um

modelo de texto, em formato PDF, sobre o conteúdo de nanotecnologia. Podem ser usados também, charges, quadrinhos, vídeos, e outras formas de apresentar o conteúdo aos alunos.

- ❖ No assíncrono, no ensino remoto, ou em aula, no ensino presencial, os discentes devem ter um momento de estudo, para que possam começar a se familiarizar com o conteúdo pretendido.
- ❖ A metodologia *Jigsaw* sugere que um líder seja escolhido por equipe, para que possa auxiliar ao professor na divisão dos temas e organização das discussões com o grupo.
- ❖ O próximo passo, após os estudantes já terem lido os textos ou assistido aos vídeos, é que cada componente de um grupo de base, munido da mesma parte que o colega do outro grupo, possa ter um momento de encontro, para que seja formado, neste momento, o chamado Grupo de Especialistas.
- ❖ Neste momento o professor pode intervir, auxiliando aos discentes na apropriação de conhecimento, necessária para a finalização da aplicação da metodologia.
- ❖ Finalmente, após as etapas principais, os discentes retornam aos Grupos de Base para “entregar” suas partes a todos os componentes do grupo, e também à turma por completo, promovendo a aprendizagem significativa de todos os envolvidos.
- ❖ Como forma de consolidar essa etapa, deve-se motivar a produção de materiais, sobre o tema discutido, pelos discentes. O ANEXO I é traz exemplos de produtos, utilizando um aplicativo chamado *Padlet*, onde os discentes podem construir murais *online* sobre os temas trabalhados. Um outro questionário pode ser usado para mensurar a aprendizagem até o momento, como o exemplo do APÊNDICE III.

**Foto 8:** 1º Print dos momentos de aplicação do projeto.



**Fonte:** A autora, 2020.

*Obs.: Esse momento pode ser dividido da forma que o professor desejar, dentro de suas possibilidades, adequando, sempre que possível, o tempo gasto para a realização de todas as etapas. Uma outra possibilidade, caso esteja em uma aula presencial, é trocar o aplicativo do Padlet pela confecção de cartazes, que teriam exatamente o mesmo efeito.*

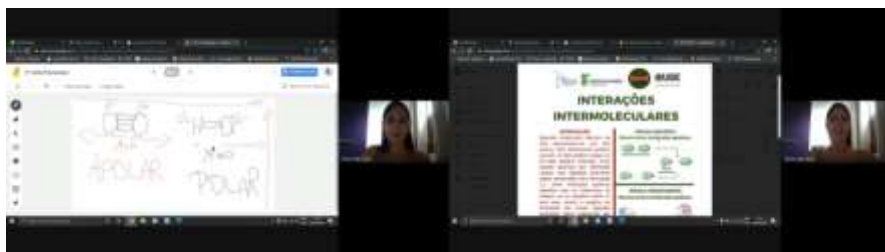
## 8.2 MOMENTO 2 – Retomando conceitos teóricos do currículo

- ❖ Aula teórica sobre interação intermolecular – é de extrema importância certificar-se de que os discentes aprenderam sobre as interações e, se necessário for, retomem também os conceitos sobre átomos, moléculas, íons, ligações, geometria, e outros mais que se façam necessários (Foto 9).
- ❖ Mais uma vez, é um bom momento para utilizar um infográfico, ou outros meios de informação, para enviar aos discentes sobre interações, ligações, e quaisquer conteúdos pretendidos. O APÊNDICE IV exemplifica um texto em PDF que trata sobre as interações intermoleculares.
- ❖ Aula teórica sobre proteínas e ovos – é uma forma de interdisciplinaridade, havendo a possibilidade do professor-aplicador, sendo este da área de Química, convidar ao professor de Biologia,

funcionário ou não da própria escola, para participar deste momento. Sabe-se que, por vezes, os conteúdos são desconexos, não havendo sequer relação com o cotidiano, quem dirá entre disciplinas diferentes. Esse projeto é uma excelente forma de amenizar essa barreira educacional.

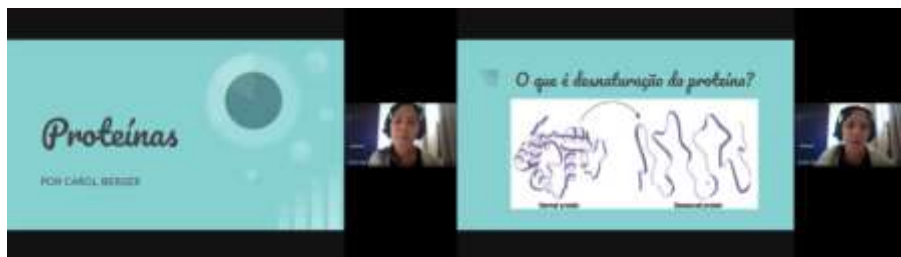
- ❖ Criou-se uma apresentação de slides, para que os discentes pudessem relembrar e observar sobre o conteúdo de bioquímica que estava sendo retomado (Foto 10).

**Foto 9:** 2º Print dos momentos de aplicação do projeto.



**Fonte:** A autora, 2020.

**Foto 10:** 3º Print dos momentos de aplicação do projeto.



**Fonte:** A autora, 2020.

*Obs.: É primordial frisar que a série que participará do projeto será determinante para a listagem de quais conteúdos serão retomados, ou ainda, ensinados pela primeira vez. No caso da aplicação deste projeto, os discentes eram da terceira série do ensino médio, portanto, todos os conteúdos eram previamente conhecidos.*

### 8.3 MOMENTO 3 – Ampliando a visão sobre nanotecnologia

- ❖ Promova uma *Webinar* / Palestra com um especialista no assunto nanotecnologia, alguém fora do campo de pesquisa dos discentes. Opte, sempre que possível, por alguém fora da escola em que se está aplicando o projeto. É uma forma de ampliar os horizontes, por vezes ocultados pelos profissionais já conhecidos (Foto 11).
- ❖ Para que possam aprimorar os conceitos formados, sanar as dúvidas que surgirem ao longo do projeto, e que possam sentir confiança na pessoa que está proferindo as informações, garanta que esta irá fazer o melhor pelo seu projeto e por seus alunos.

**Foto 11:** 4º Print dos momentos de aplicação do projeto.



Fonte: A autora, 2020.

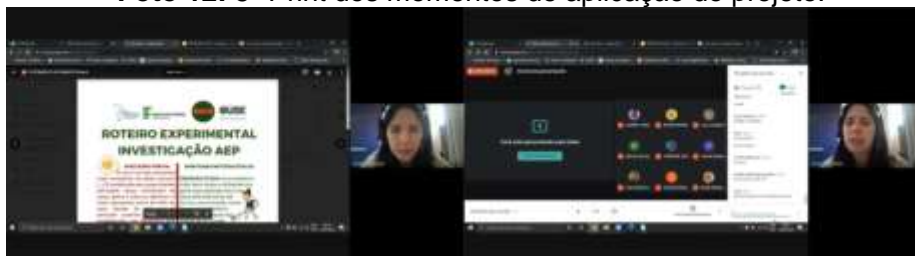
*Obs.: Se não for possível encontrar um especialista, busque ao menos um bom vídeo ou texto que cumpra esse papel, de aprofundar os conceitos acerca da nanotecnologia. Essa etapa não é indispensável, mas, pode lapidar seus resultados.*

#### 8.4 MOMENTO 4 – Experimentando com materiais do cotidiano

- ❖ A experimentação baseada na Atividade Experimental Problematizada (AEP), é uma forma de utilizar um roteiro semiestruturado, que permite aos discentes executar as ações e demonstrar seus resultados de maneira única, sem aprisionarem-se em resultados pré-determinados.
- ❖ A utilização de materiais do cotidiano, como é o caso do ovo e dos utensílios de cozinha, como observado no APÊNDICE V, aproximam a vivência do estudante aos conteúdos aprendidos na escola, permitindo uma melhor apropriação de conhecimento e uma aprendizagem mais significativa.
- ❖ Três aulas foram destinadas na experimentação e nas discussões desencadeadas a partir dos fenômenos observados, nesta aplicação do projeto (Fotos 12-14);
- ❖ Um infográfico, mais completo, pode ser enviado aos discentes sobre o roteiro experimental, como no exemplo do APÊNDICE VI;
- ❖ Mais uma oportunidade para aplicar um novo questionário, para saber quais foram as percepções dos alunos após a experimentação. Pode-se observar que o APÊNDICE VII tem algumas perguntas, que podem ser reformuladas, dependentemente dos objetivos do projeto.
- ❖ Pode-se, também, pedir outro produto, agora de maneira mais ampla, com novas possibilidades para os discentes. No caso desta aplicação, os alunos produziram vídeos, quadrinhos, murais, resumos, relatos e até uma canção, para descreverem tudo o que aprenderam com o projeto (ANEXO II).
- ❖ Além de responderem ao questionário final (APÊNDICE VIII).



**Foto 12:** 5º Print dos momentos de aplicação do projeto.



**Fonte:** A autora, 2020.

**Foto 13:** 6º Print dos momentos de aplicação do projeto.



**Fonte:** A autora, 2020.

**Foto 14:** 7º Print dos momentos de aplicação do projeto.



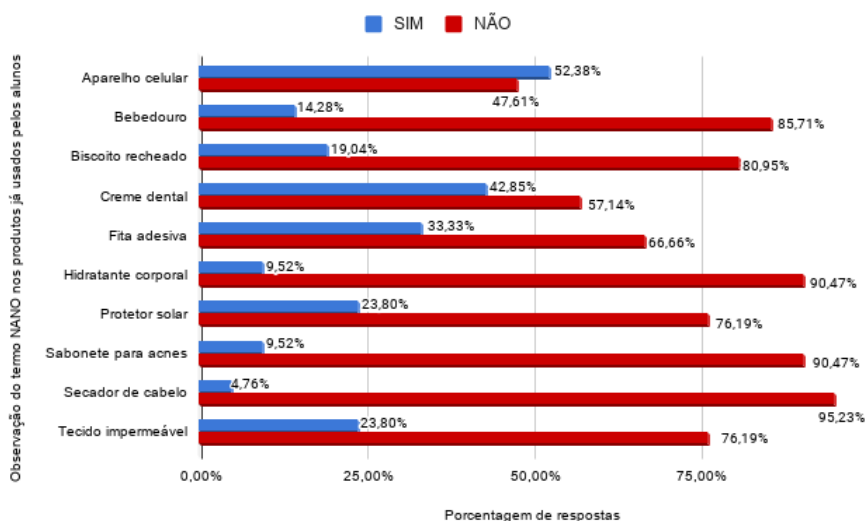
**Fonte:** A autora, 2020.

*Obs.: Toda a aplicação, neste caso, foi de forma remota, com cada aluno em sua casa e a professora orientando por meio do Google Meet. Não houve total controle, pois em alguns casos, os alunos não ligaram as câmeras. Se fosse realizado presencialmente, os discentes estariam dispostos em grupos de trabalho, dividindo as tarefas e buscando, juntos, as explicações para as ocorrências observadas.*

## 9 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Da aplicação do questionário inicial, pode-se concluir que os discentes não dominavam o conteúdo nanotecnologia. Não sabiam ao certo que, dentre tantos produtos do cotidiano, pudesse haver a participação, mesmo que mínima, da tecnologia NANO. Sendo muito válida as discussões advindas da aplicação do *Jigsaw Classroom*.

**Gráfico 1** – Pergunta 2 do QI: "Você já observou que no rótulo dos produtos que você listou aparece o termo NANO?"



**Fonte:** A autora, 2020.

As discussões foram bastante significativas, com expressão de opinião, acesso às reportagens e séries que tratam sobre a nanotecnologia. Quando alguém questionou algo que não entendeu muito bem, o outro aluno esclareceu e, assim, cumpriram a segunda etapa do *Jigsaw Classroom*. Um ponto negativo desse momento foi que alguns alunos estavam sem acesso à internet, já que houve uma pane geral no município em que residem, e muitos provedores de internet ficaram indisponíveis. Esses alunos não

puderam partilhar diretamente das discussões, mas, assim que conseguiram, enviaram aos grupos suas contribuições.

*Aluno A: “Eu achei interessante a parada da nanotecnologia ser aplicada ao esporte, pq pode tornar a vida do atleta melhor, disponibilizando equipamentos melhores, mais leves e eficazes.”*

*Aluno B: “Hoje em dia já existe impressora 3D. De acordo com a série Grey's Anatomy apresenta muito a tecnologia e a nanotecnologia na medicina assim como impressão de órgãos e o desenvolvimento de órgãos reais que possam ser utilizados.”*

*Aluno C: “Trata-se de algo muito pequeno mesmo, e dá para ser usado em várias coisas, tanto no uso medicinal para ajudar/tratar alguma doença, igual ao câncer. E no uso do dia a dia, como escova, o spray impermeabilizante. Eu particularmente, achava que a nanotecnologia era usada só em eletrônicos, e vendo o vídeo, percebi que está mais perto da gente.”*

Os discentes estavam extremamente participativos, alguns, por não possuírem microfone para falar durante a reunião na plataforma *Google Meet*, digitaram no chat suas contribuições e dúvidas. Dentre os pontos mais discutidos nesta aula, destaca-se a utilização da nanotecnologia na medicina e, conseqüentemente, a utilização de nanorobôs para carreamento de medicamentos dentro do corpo, sendo a mais intensa e impactante, pela fala dos estudantes.

Seguiram as aulas teóricas, previstas para o projeto, falou-se sobre interação intermolecular, ligação química, proteínas, entre outros. Em outro momento ocorreu a *Webinar* com o especialista, onde os discentes puderam tirar todas as suas dúvidas e aprender mais profundamente sobre nanotecnologia.

Então, iniciou-se a AEP, e após todas as orientações iniciais, o experimento foi começado com o preparo da omelete manualmente ou usando um mixer. O preparo da omelete via mixer foi realizado na casa de um dos alunos, e a omelete batida à mão foi preparada por oito alunos, simultaneamente. Todos os alunos foram alertados sobre o tempo de preparo, sendo cronometrado

60 segundos para a agitação, a fim de que todos agitassem durante o mesmo tempo.

Foi bastante interessante o fato de que muitos alunos nunca tinham feito uma omelete, muito menos prestado atenção nas interações existentes naquele processo. Alguns ainda por cima não gostam de ovo, prepararam a omelete e deram aos pais para degustarem o alimento.

Os discentes foram se organizando para fazer a experimentação de diferentes formas, alguns usaram o ovo inteiro (gema e clara), outros usaram apenas a clara, e foram tirando suas conclusões acerca da agitação. Durante a experimentação, os alunos também discutiram sobre a gema possuir mais gordura em sua composição enquanto a clara tem a maior parte de proteínas, em especial a albumina.

Foi observado também pelos estudantes que a omelete mais aerada foi a preparada com o mixer, em relação a agitação manual. Mas que depois de preparadas, a omelete com agitação manual foi caracterizada por apresentar maiores poros, conferindo assim uma textura mais leve e saborosa. Já a omelete preparada pelo mixer, como apresentava muitas bolhas de tamanho pequeno, acabou sendo caracterizada pela presença de poros menores, fazendo com que a omelete ficasse mais rígida e menos saborosa.

Testou-se também a capacidade de gelificação das proteínas, ou seja, tornar-se uma espécie de gel quando colocada em água. Após 60 segundos de agitação da clara em um mixer, foi colocada uma colher dessa emulsão dentro de um copo com água. Algumas observações foram feitas por parte dos alunos, por exemplo, que a emulsão das claras é menos densa do que a água. Foi observado também a presença de bolhas de ar durante o contato da clara com água, e ao tentar miscibilizar a mesma, algumas proteínas se solubilizaram na água, mas a maior parte delas permaneceram na emulsão. Posteriormente, aplicou-se um questionário a respeito dos experimentos

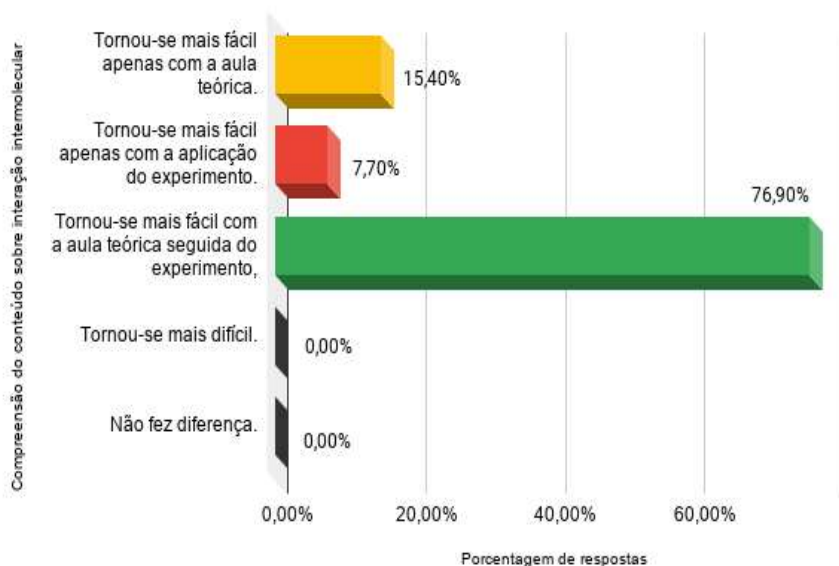
executados, validando a importância da aplicação da AEP a partir das respostas.

*Aluno D: "Pois entendi que quanto mais batida a omelete era, menor as proteínas ficavam, a ponto de ficarem quase em escala nanométrica."*

*Aluno E: "Me ajudou a ter uma noção aproximada do tamanho que tanto falamos."*

*Aluno F: "Conhecimento de conteúdo geralmente não passado na escola e que está presente no dia a dia."*

**Gráfico 2** – Pergunta 2 do Q-AEP: "A compreensão do conteúdo sobre interação intermolecular:"



**Fonte:** A autora, 2020.

Aqui lhes foram apresentados alguns dados, obtidos na Pesquisa de Mestrado da autora. Caso queiram mais informações, pesquisem sobre a dissertação defendida (BERGER, 2020).

## 10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto *#Nanoteam* comprometeu-se com o conceito de educação integral referido pela BNCC, principalmente pela intencionalidade da construção de processos educativos que promovam aprendizagens sintonizadas com os desafios da sociedade contemporânea. Sobretudo, ainda em acordo à BNCC, superou-se a fragmentação disciplinar do conhecimento ao trabalhar a universalidade da interface química-biologia (bioquímica), promovendo estímulo à sua aplicação na vida real ao experimentar com materiais do cotidiano, dando real significado ao que se aprende e, principalmente, incentivando o protagonismo do estudante em sua aprendizagem e na construção de seu projeto de vida.

Resumidamente, é possível refletir sobre a importância de se trabalhar temas de grande impacto para a ciência, como o caso da nanotecnologia, e aliar a experimentação, com materiais do cotidiano, aos temas variados do currículo de química. A utilização da Atividade Experimental Problematizada foi crucial para desenvolver uma experimentação à distância, que pudesse abordar aspectos claros de metodologia científica aliados aos materiais do cotidiano, fazendo com que o discente sentisse pertencente de fato aquela aula experimental. O projeto é aplicável a qualquer série, desde que se abordem conceitos relacionados a série a ser trabalhada. Nunca é cedo, ou tarde, para falar sobre nanotecnologia no ensino. A pesquisa ainda pode ser continuada tendo em vista as inúmeras formas de se ensinar acerca do tema proposto.

## REFERÊNCIAS

- ARONSON, Elliot. **Jigsaw Classroom**. Social Psychology Network, 2000.  
Disponível em: <<https://www.jigsaw.org/>>. Acesso em julho de 2020.
- BERGER, Carol de Souza. **O ensino da nanotecnologia via metodologias ativas: nanociência por meio de uma abordagem colaborativa**. Dissertação de Mestrado – Profqui. 280p. Ifes – Vila Velha, 2020.
- BRANCO, Maria Luísa Frazão Rodrigues. **A educação progressiva na atualidade: o legado de John Dewey**. Educ. Pesqui., São Paulo, v. 40, n. 3, p.783-798, jul./set. 2014.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: Educação Infantil e Ensino Fundamental**. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2017.
- COCHITO, M.I.S. **Cooperação e aprendizagem: educação intercultural**. Lisboa: ACIME, 2004. Disponível em:  
<[http://www.acidi.gov.pt/docs/Publicacoes/Entreculturas/Coop\\_Apredizagem\\_N3.pdf](http://www.acidi.gov.pt/docs/Publicacoes/Entreculturas/Coop_Apredizagem_N3.pdf)>.
- DEWEY, John. **How We Think. a Restatement of the Relation of Reflective Thinking**. D. C. Heath and Company, 1933. 301 p.
- FATARELI, Elton Fabrino; FERREIRA, Luciana Nobre de Abreu; FERREIRA, Jerino Queiroz; QUEIROZ, Salete Linhares. **Método Cooperativo de Aprendizagem Jigsaw no Ensino de Cinética Química**. Química Nova na Escola, vol. 32, n° 3, agosto 2010.
- GASQUE Kelley Cristine Gonçalves Dias; CUNHA, Marcus Vinícius da. **A epistemologia de John Dewey e o letramento informacional**. TransInformação, Campinas, 22(2):139-146, maio/ago., 2010.
- GIORDAN, Marcelo. **O Papel da Experimentação no Ensino de Ciências**. Química Nova na Escola, 1999.
- MARTINS, I. P.; SIMÕES, M. O.; SIMÕES, T. S.; LOPES, J. M.; COSTA, J. A.; RIBEIRO CLARO, P. (2004). **Educação em Química e Ensino de Química – Perspectivas curriculares**. Química e Ensino, v. 42, p. 42-45.

MOREIRA, Herivelto; CALEFFE, Luiz Gonzaga. **Metodologia da pesquisa para o professor pesquisador**. Lamparina editora – 2ª ed. – Rio de Janeiro: Lamparina, 2008.

MOREIRA, Jackeline da Rosa; SILVA, André Luís Silva da; MOURA, Paulo Rogerio Garcez de; DEL PINO, José Cláudio. **Potencialidade de um plano de ensino pautado na atividade experimental problematizada (AEP) à alfabetização científica em química**. Experiências em Ensino de Ciências V.14, Nº.2 – RS, 2019.

PORTES, Kátia Aparecida Campos. **A organização do currículo por projetos de trabalho**. Especialista em Educação Matemática pela UFJF, 2010. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/virtu/files/2010/04/artigo-2a3.pdf>>. Acesso em julho 2020.

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 Escola, v. 34, p. 3-9, 2012.

SILVA, André Luís Silva da; MOURA, Paulo Rogerio Garcez de; DEL PINO, José Cláudio. **Atividade experimental problematizada (AEP) como uma estratégia pedagógica para o ensino de ciências: aportes teóricos, metodológicos e exemplificação**. Experiências em Ensino de Ciências V.12, Nº 5 – RS, 2017.

THE ROYAL SOCIETY & THE ROYAL ACADEMY OF ENGINEERING.

**Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties**.

Nanoscience and nanotechnologies, p. 7, July 2004.


TOMA, Henrique. **O mundo Nanométrico: a dimensão do novo século**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

TOMA, Henrique; ARAKI, Koiti. **Nanociência e nanotecnologia: o gigantesco e promissor mundo do muito pequeno**. Ciência Hoje, São Paulo, vol. 37, nº 217, pág. 25, junho de 2005. Disponível em: <<http://cienciahoje.org.br/artigo/o-gigantesco-e-promissor-mundo-do-muito-pequeno/>>. Acesso em: dezembro de 2019.

ZUIN, Vânia Gomes; IORIATTI, Maria Célia; MATHEUS, Carlos Eduardo. **O emprego de parâmetros físicos e químicos para a avaliação da qualidade de águas naturais: uma proposta para a educação química e ambiental na perspectiva CTSA**. Química Nova na Escola, v. 31, n. 1, p. 3 8, 2009.



## APÊNDICE I – Questionário Inicial



The image shows a mobile browser interface displaying a Google Form. At the top, the status bar shows the time as 13:13 and battery at 38%. The browser address bar shows the URL 'docs.google.com/forms/d/e/11'. Below the address bar is a green circular logo with the text '#NANOTEAM'. The main title of the form is 'QUESTIONÁRIO A PRIORI'. Below the title, there is a descriptive paragraph: 'Pré-questionário aplicado aos discentes da 3ª série do Centro de Ensino Ouse, para diagnose do conhecimento prévio sobre o tema Nanotecnologia. (Data: 11.08.2020)'. A red asterisk followed by the word 'Obrigatório' indicates that the form is mandatory. The first question is 'Nome: \*', with a text input field below it containing the placeholder text 'Sua resposta'. The second question is '1 - Marque qual ou quais produtos listados abaixo você já usou ou adquiriu. \*'. Below this question is a placeholder image of a smartphone displaying an app interface, framed by a green border. A small speech bubble icon is visible in the bottom left corner of the image area.



1 - Marque qual ou quais produtos listados abaixo você já usou ou adquiriu. \*



Aparelho celular



Bebedouro





Biscoito recheado



Creme dental



Fita adesiva





Hidratante corporal



Protetor Solar



Sabonete para acnes





Secador de cabelo



Tecido impermeável

2 - Você já observou que no rótulo dos produtos que você listou aparece o termo NANO? \*

SIM NÃO

Aparelho celular



Bebedouro



Biscoito  
recheado



Creme dental



Fita adesiva



Hidratante





Hidratante corporal

Protetor solar

Sabonete para acnes

Secador de cabelo

Tecido impermeável

 Esta pergunta exige uma resposta por linha

3 - Você sabe o que significa o prefixo NANO no rótulo dos produtos que você listou? \*

SIM

NÃO

4 - Caso tenha marcado sim, o que você entende pelo termo NANO?

Sua resposta \_\_\_\_\_



5 - Numa escala de 1 a 5, onde 5 é o mais

5 - Numa escala de 1 a 5, onde 5 é o mais importante e 1 o menos importante. Para você, quais as vantagens/benefícios que os produtos adquirem ao possuírem a tecnologia NANO em relação ao seu similar sem o uso da nanotecnologia? \*

	1	2	3	4
Reduz o gasto com matéria-prima.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Amplia a vida útil do produto.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Melhora a funcionalidade do produto.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Impulsiona o crescimento de outros setores da indústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Reduz as dimensões do produto.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6 - Numa escala de 1 a 5, onde 5 é o mais importante e 1 o menos importante. Das áreas listadas abaixo, a partir do seu ponto de vista, em qual área a nanotecnologia é

6 - Numa escala de 1 a 5, onde 5 é o mais importante e 1 o menos importante. Das áreas listadas abaixo, a partir do seu ponto de vista, em qual ou em quais delas você julga ser importante a discussão sobre nanotecnologia? \*

	1	2	3
Aeronáutica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Agricultura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Alimentício	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Automotiva	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cosmético	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Construção Civil	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eletrônica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Esportivo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Farmacologia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Medicina	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
 Meio Ambiente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>




- Medicina
- Meio Ambiente
- Mineradora
- Naval
- Pecuária
- Petrolífera
- Siderúrgico/Metalúrgico
- Têxtil

 Esta pergunta exige uma resposta por linha

7 - Para a(s) resposta(s) que teve/tiveram a nota 5 atribuída, por que você acredita que essa seja a melhor área para o estudo e aprofundamento da NANOTECNOLOGIA?

Sua resposta

Enviar

 Nunca envie senhas pelo Formulários Google.

Este formulário foi criado em [CENTRO DE ENGINHARIA CIVIL](#)



## JIGSAW CLASSROOM

### GRUPO DE BASE

Se você está com a parte 1, clique no quadro ao lado e leia o texto sobre a história da nanotecnologia.

01



02

Se você está com a parte 2, clique na lupa ao lado e leia o texto sobre a importância do tamanho.

Se você está com a parte 3, clique no carrinho de supermercado ao lado e leia sobre os produtos nanotecnológicos.

03



04

Se você está com a parte 4, clique nos livros ao lado e leia o artigo sobre nanociência e ensino médio.

Se você está com a parte 5, clique no coração ao lado e depois na lâmpada e assista aos vídeos sobre nanotecnologia.

05



**MATERIAL DE APOIO:** Cartilha ABDI

**PRODUTO DO JIGSAW:** Padlet

## APÊNDICE III – Questionário após Jigsaw Classroom



The image shows a mobile application interface for a questionnaire. At the top, there is a dark status bar with icons for signal, Wi-Fi, battery (38%), and time (13:20). Below this is a green circular logo with the text "#NANOTTAM". The main title of the questionnaire is "QUESTIONÁRIO PÓS APLICAÇÃO DO MÉTODO JIGSAW CLASSROOM" in large, bold, black letters. Below the title, there is a paragraph of text: "Questionário aplicado aos discentes da 3ª série do Centro de Ensino Ouse, para a diagnose do conhecimento adquirido pelos discentes após a utilização do Método Jigsaw. (Data: 18.08.2020)". Below this paragraph, there is a red asterisk followed by the word "Obrigatório". The questionnaire consists of several sections: 1- "Em relação ao que você vivenciou utilizando o método Jigsaw Classroom: Relembrando, foram as ações utilizadas na semana anterior, com os grupos de base, especialistas e Padlet." Below this, there is a question: "Aponte três pontos positivos. \*". Below the question, there is a text input field with the placeholder "Sua resposta". At the bottom, there is another question: "Aponte três pontos negativos. \*".

#NANOTTAM

### QUESTIONÁRIO PÓS APLICAÇÃO DO MÉTODO JIGSAW CLASSROOM

Questionário aplicado aos discentes da 3ª série do Centro de Ensino Ouse, para a diagnose do conhecimento adquirido pelos discentes após a utilização do Método Jigsaw. (Data: 18.08.2020)

\*Obrigatório

1- Em relação ao que você vivenciou utilizando o método Jigsaw Classroom:  
Relembrando, foram as ações utilizadas na semana anterior, com os grupos de base, especialistas e Padlet.

Aponte três pontos positivos. \*

Sua resposta

Aponte três pontos negativos. \*



Aponte três pontos negativos. \*

Sua resposta

2 - O que você achou sobre a utilização do Padlet como produto desta etapa de aprendizagem? \*

Sua resposta

3 - Que outra dinâmica/modelo de aula você sugere para abordar o conteúdo sobre Nanociência/Nanotecnologia? \*

Sua resposta

4 - O que você achou do PDF enviado para nortear o grupo de base? \*

O PDF sobre os conteúdos divididos em 5 partes sobre nanotecnologia.

Sua resposta



5 - Qual foi seu grupo de base? \*



4 - O que você achou do PDF enviado para nortear o grupo de base? \*

O PDF sobre os conteúdos divididos em 5 partes sobre nanotecnologia.

Sua resposta

5 - Qual foi seu grupo de base? \*

- Equipe 1: Henrique Sasso, Pedro Marim, Bruno Marim, Gabriel Pessoti e Rhuan Gomes.
- Equipe 2: Kaylane Badiani, Guilherme Coffler, M<sup>a</sup> Victória, Loyse Carvalho e M<sup>a</sup> Luiza.
- Equipe 3: Murilo Rissari, Lucas Chaves, Victor Queiroz, Nicollas Gaigher e Ângelo Camatta.
- Equipe 4: Ana Carolina, Priscila Quiuqui, Luiza Castilhoni, Maria Eduarda, Wendry Fiorino e Vanessa Benincá.

Enviar

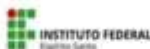
Nunca envie senhas pelo Formulários Google.

Este formulário foi criado em CENTRO DE ENSINO OUSE.

[Denunciar abuso](#)



Google Formulários



# INTERAÇÕES INTERMOLECULARES

## INTRODUÇÃO

Quando moléculas, átomos ou íons aproximam-se uns dos outros, dois fenômenos podem ocorrer: (i) eles podem reagir ou (ii) eles podem interagir. Uma reação química por definição requer que ligações químicas sejam quebradas e/ou formadas [...]. Uma interação química significa que as moléculas se atraem ou se repelem entre si, sem que ocorra a quebra ou formação de novas ligações químicas. Estas interações são frequentemente chamadas de interações não covalentes ou interações intermoleculares. [...]

Deseja continuar essa leitura?  
Clique na lupa.



Tive uma ideia! Clique nela para relembrar sobre polaridade.



Deseja relembrar sobre ligações químicas?  
Clique nos livros.

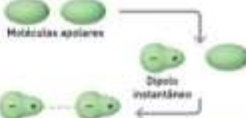
Deseja saber mais sobre interações químicas?  
Clique no celular.



PRODUTO DA AULA TEÓRICA: KAHOOT

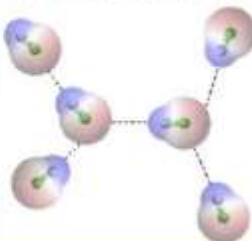
## DIPOLO INDUZIDO

Ocorre entre moléculas apolares.



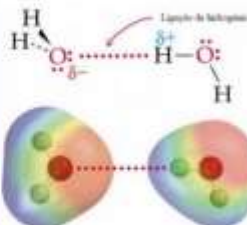
## DIPOLO PERMANENTE

Ocorre entre moléculas polares.



## LIGAÇÃO DE HIDROGÊNIO

Ocorre entre moléculas que possuem H ligado a F, O e N.





## ROTEIRO EXPERIMENTAL

### INVESTIGAÇÃO AEP



#### DISCUSSÃO PRÉVIA

O ovo é um dos alimentos mais completos da dieta humana [...]. É constituído por quatro partes principais: casca, membrana da casca, gema e clara ou albúmen. A clara representa cerca de 67% do peso líquido do ovo [...]. A principal proteína da clara é oovalbumina, que representa 54% do total proteico. [...] [Ler mais](#)

#### OBJETIVOS EXPERIMENTAIS

- Relacionar as diferentes formas de agitação com o tamanho das gotículas de ar;
- Observar a influência do tamanho das gotículas de ar sobre propriedades macroscópicas do alimento - sabor e textura;
- Correlacionar conceitos nanotecnológicos associados ao conteúdo de interações intermoleculares;
- Preparar uma omelete sob diferentes situações.



#### MATERIAIS

- Ovos
- Sal
- Prato
- Garfo
- Mixer
- Tigela
- Frigideira
- Fogão



#### PROPOSIÇÃO DO PROBLEMA

É possível compreender conceitos da nanotecnologia e de interação intermolecular ao preparar uma omelete?

#### DIRETRIZES METODOLÓGICAS

**PRIMEIRA ETAPA:** Ovos batidos à mão. Num prato e utilizando um garfo para agitação dos ovos, bata delicadamente até formar uma emulsão, como fazemos no cotidiano. Observe a formação das bolhas de ar e anote suas percepções. Coloque na frigideira e prepare a omelete.



**SEGUNDA ETAPA:** Ovos batido no Mixer. Numa vasilha apropriada, bata os ovos utilizando um aparelho mixer, a fim de aumentar a velocidade de agitação da emulsão. Observe a formação e estabilidade das bolhas de ar. Anote suas considerações. Coloque na frigideira e prepare a omelete.



**TERCEIRA ETAPA:** Adicionando sal em ambas as emulsões. Repita os procedimentos anteriores, agora, com a adição de sal na solução. Observe o comportamento das bolhas de ar e da massa mais densa da omelete (composta pelas proteínas). Prepare em frigideira e compare sabor e textura de ambas as omeletes. Anote suas percepções.



Observações: Faça o possível para manter um procedimento padrão no preparo das omeletes, considerando o tempo de preparo e de fritura.

## APÊNDICE VI – Roteiro Experimental Completo

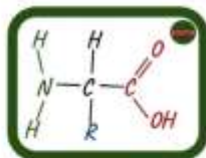


### 1.1 PROTEÍNAS

As proteínas são polímeros formados a partir da condensação de aminoácidos. Mesmo apresentando estruturas e funções tão diversificadas, elas são sintetizadas usando apenas 20 aminoácidos diferentes. Apesar do número relativamente pequeno de aminoácidos, a possibilidade de combinação para formar proteínas é muito grande.<sup>9</sup>

Os aminoácidos são compostos de função mista de ácido carboxílico e amina. O radical R é um grupo substituinte que pode ser um simples átomo de hidrogênio, mas também pode ser substituído por grupos complexos. Podemos observar essa estrutura na figura 2 a seguir.

Figura 2: Estrutura básica de um aminoácido.

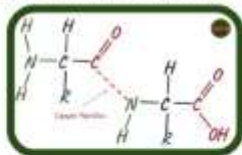


Fonte: Própria.

As propriedades físicas das cadeias laterais R dos aminoácidos, principalmente o fato de algumas delas terem afinidade pela água e outras não, são importantes para a conformação das proteínas e, portanto, para sua função. Os aminoácidos formados por cadeias apolares são chamados de hidrofóbicos e, os formados por cadeias polares, hidrofílicos.<sup>9</sup>

As proteínas são compostos formados por reação de polimerização de um número muito grande de  $\alpha$ -aminoácidos. Essa polimerização se dá quando um ácido carboxílico de um aminoácido reage com uma amina de outro aminoácido, formando uma amida. Essa ligação formada durante esse processo é denominada ligação amídica ou ligação peptídica. Observa-se a seguir um exemplo de estrutura polimérica (Fig. 3).

Figura 3: Exemplo de ligação peptídica.



Fonte: Própria.

A principal proteína do ovo é a albumina (Fig. 4). As albuminas apresentam como principal propriedade, que as distingue de todas as outras proteínas, a sua solubilidade em água. Exemplos de albumina incluem a clara do ovo (ovoalbumina), do leite (lactalbumina) e de



ervilhas (legumitina).<sup>7</sup> Quando em solução, a ovoalbumina pode ser desnaturada por agitação e, pode também, coagular por aquecimento. Vale salientar que o processo de desnaturação, ocorre devido à alteração da conformação tridimensional nativa da proteína. Dessa maneira, essa reação se concretiza quando as proteínas são submetidas a fatores físicos como: alteração da temperatura e estresse mecânico, estes atuam destruindo suas propriedades fisiológicas. Também, podem ser causados por agentes químicos como: ácidos e bases fortes, solventes orgânicos, íons de metais pesados, agentes redutores e detergentes. Estes, não afetam a sequência dos aminoácidos, porém causam modificações na molécula, tendo como consequências a insolubilização das proteínas e, sobretudo, prejudicando o processo de cristalização desses compostos. A desnaturação pode ser ou não um processo reversível, tudo vai depender do grau de alteração que ocorreu na estrutura da proteína.<sup>8</sup>

Figura 4: Exemplo da proteína Ovoalbumina.



Fonte: Própria.

## 2. OBJETIVOS

- Relacionar as diferentes formas de agitação com o tamanho das gotículas de ar;
- Observar a influência do tamanho das gotículas de ar sobre propriedades macroscópicas do alimento - sabor e textura;
- Correlacionar conceitos nanotecnológicos associados ao conteúdo de interações intermoleculares;
- Preparar uma omelete sob diferentes situações.

## 3. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

### 3.1 MATERIAIS

- Ovos
- Sal



- Prato
- Garfo
- Mixer
- Tigela
- Frigideira
- Fogão

### 3.2 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

#### 3.2.1 Primeira Etapa: Ovos batidos à mão.

Num prato e utilizando um garfo para a agitação dos ovos, bata delicadamente até formar uma emulsão, como comumente fazemos no cotidiano. Observe a formação das bolhas de ar e anote suas percepções. Coloque na frigideira e prepare a omelete.

#### 3.2.2 Segunda Etapa: Ovos batido no mixer.

Numa vasilha apropriada, bata os ovos utilizando um aparelho mixer, a fim de aumentar a velocidade de agitação da emulsão. Observe a formação e estabilidade das bolhas de ar. Anote suas considerações. Coloque na frigideira e prepare a omelete.

#### 3.2.3 Terceira Etapa: Adicionando sal em ambas as emulsões.

Repita os procedimentos anteriores, agora, com a adição de sal na solução. Observe o comportamento das bolhas de ar e da massa mais densa da omelete (composta pelas proteínas). Prepare em frigideira e compare sabor e textura de ambas as omeletes. Anote suas percepções.

*Observações: Faça o possível para manter um procedimento padrão no preparo das omeletes, considerando o tempo de preparo e de fritura.*

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

<sup>1</sup> RÉGO, I.O.P.; CANÇADO, S.V.; FIGUEIREDO, T.C.; MENEZES, L.D.M.; OLIVEIRA, D.D.; LIMA, A.L.; CALDEIRA, L.G.M.; ESSER, L.R. Influência do período de armazenamento na qualidade do ovo integral pasteurizado refrigerado. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 64, n.3, p.735-742. 2012. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-09352012000300027&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-09352012000300027&script=sci_arttext)> Acesso em 24 fev 2020.

<sup>2</sup> ALCÂNTARA, Juliana Bonfácio de. Qualidade físico-química de ovos comerciais: avaliação e manutenção da qualidade. Goiânia. 2012. 31f. Seminários aplicados 23 (Doutorado em Ciência Animal) Universidade Federal de Goiás – Escola de Veterinária e Zootecnia de Goiânia, 2012.

<sup>3</sup> COTTA, Tadeu. Galinha: produção de ovos. Viçosa: Aprenda Fácil, 2002. 227 p.



\* AQUINO, Débora Rodrigues de. Embalagem e tempo de armazenamento sobre a qualidade de ovos vermelhos mantidos em refrigerador. 2016.32f. Monografia (Graduação em Zootecnia) – Faculdade de Zootecnia – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2016.

\* SARCINELLI, Miryelle Freire; VENTURINI, Katiani Silva; SILVA, Luis César da. Características dos Ovos. Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, 2007.

\* FRANCO, Dalton. FTD sistema de ensino: SIM: ensino médio: Química: 3a série: Livro do professor/ Dalton Franco. 1. Ed. São Paulo, 2014.

\* ROTH, Klaus. Proteins Present in Egg White. 2012, Chemie in unserer Zeit/Wiley- VCH. Disponível em: <<https://www.chemistryviews.org/details/ezine/1492619/>> Acesso em: 07 mar 2020.

\* MOTTA Valter T. Bioquímica básica; 2a edição; 2011.

## APÊNDICE VII – Questionário após aplicação da AEP



The image shows a mobile application interface for a questionnaire. At the top, there is a dark status bar with icons for signal, Wi-Fi, and battery (37%), and the time 13:37. Below this is a green circular logo with the text "#NANOTIAM". The main title of the questionnaire is "QUESTIONÁRIO PÓS APLICAÇÃO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL PROBLEMATIZADA - AEP". Below the title, there is a paragraph explaining that the questionnaire is applied to 3rd-year students at the Center of Teaching Ouse, for the diagnosis of knowledge acquired after an experiment with an omelette. A red asterisk indicates that the questionnaire is mandatory. There is a text input field for the user's name, followed by a question: "1 - Você acredita que exista diferença entre a omelete batida a mão e a batida num Mixer?". Below the question, there is a note: "Obs.: Escolha um dos dois itens abaixo para responder."

#NANOTIAM

### QUESTIONÁRIO PÓS APLICAÇÃO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL PROBLEMATIZADA - AEP

Questionário aplicado aos discentes da 3ª série do Centro de Ensino Ouse, para a diagnose do conhecimento adquirido pelos discentes após o Experimento com a omelete .

**\*Obrigatório**

Nome: \*

Sua resposta

1 - Você acredita que exista diferença entre a omelete batida a mão e a batida num Mixer?

Obs.: Escolha um dos dois itens abaixo para responder.



1 - Você acredita que exista diferença entre a omelete batida a mão e a batida num Mixer?

Obs.: Escolha um dos dois itens abaixo para responder.

Sim. Por quê?

Sua resposta \_\_\_\_\_

Não. Por quê?

Sua resposta \_\_\_\_\_

2 - A compreensão do conteúdo sobre Interação Intermolecular: \*

- Tornou-se mais fácil apenas com a aula teórica.
- Tornou-se mais fácil apenas com a aplicação do experimento.
- Tornou-se mais fácil com a aula teórica seguida do experimento, complementarmente.
- Tornou-se mais difícil.
- Não fez diferença.





3 - De que forma as interações intermoleculares são capazes de influenciar substâncias e misturas macroscopicamente? \*

Sua resposta

4 - Como o experimento AEP (Abordagem Experimental Problematizada) te ajudou a compreender o conteúdo Nanociência/Nanotecnologia? \*

Sua resposta

5 - Em relação ao que você vivenciou utilizando a AEP - Atividade Experimental Problematizada:

Aponte três pontos positivos. \*

Sua resposta

Aponte três pontos negativos. \*



Sua resposta

## APÊNDICE VIII – Questionário Final

13:40 37%

# QUESTIONÁRIO A POSTERIORI

Questionário aplicado aos discentes da 3ª série do Centro de Ensino Ouse, para a diagnose do conhecimento adquirido pelos discentes após o projeto sobre Nanociência e Nanotecnologia.

**\*Obrigatório**

Infográfico - Nanotecnologia

Nome: \*

Sua resposta



1 - Em que setores a nanotecnologia pode ser aplicada? \*



Agricultura



Medicina







Aeronáutica



Eletrônica



Cosmético





Meio Ambiente



Têxtil



Pecuária





Alimenticio



Farmacologia



Esportivo





Siderúrgico/Metalúrgico



Automotiva



Construção Civil





Naval




Petrolifera



Mineradora



docs.google.com/forms/d/e/11



Outros

2 - Quais os benefícios da nanotecnologia para os segmentos que você listou acima? \*

- Melhora o desempenho dos ativos.
- Aumenta a resistência dos produtos.
- Agrega valor à vida útil do produto.
- Diminui o desperdício de matéria-prima.
- Amplia a percepção sensorial do produto.
- Entrega mais efetiva de medicamentos.
- Melhoria na qualidade dos exames de imagem.
- Cirurgias menos invasivas.
- Despoluição de águas.
- Melhoria na capacidade de conversão do CO<sub>2</sub>.
- Menor uso de pesticidas na agricultura.



3 - Um "nano chip" é assim chamado apenas por possuir menor tamanho visível comparado aos outros chips disponíveis no mercado? Explique. \*



Sua resposta

4 - Para você o impacto que a nanotecnologia tem no seu cotidiano é:  
Obs.: Escolha um dos três itens abaixo para responder.

Pequeno. Por quê?

Sua resposta



Médio. Por quê?



Médio. Por quê?

Sua resposta

Grande. Por quê?

Sua resposta

**5 - Você acredita que a Nanotecnologia deve ser abordada no Ensino Médio?**

Obs.: Escolha um dos dois itens abaixo para responder.

Sim. Por quê?

Sua resposta

Não. Por quê?

Sua resposta

Enviar

 nunca envie senhas pelo Formulários Google.

Este formulário foi criado em [CENTRO DE ENSINO QUÍMICA](#)



# ANEXO I – Alguns produtos do Padlet

## Meu padlet descolado

Imagens e vídeos selecionados para dar suporte:

**Alguns tratamentos como gravidade, fricção, contensão, eletrostática, entre outros**, são utilizados para controlar o tamanho.

Decorrerão nos anos 40, porém já existem energias desde "V A.C"

Dentro da escola não, existem vários profões que atuam a multiplicação de uma determinada grandeza. Porém todos estão associados com potências de 10.

### NANOTECNOLOGIA

#### Escala nanométrica

A nanotecnologia vem ajudando a natureza, através da construção de novas mais sofisticadas estruturas de materiais de frutas.

Do setor biológico, a nanotecnologia já oferece novos instrumentos para auxiliar na qualidade do tratamento à vida humana e promover o bem-estar ainda mais.

Para compreender o progresso grande mundo da nanotecnologia, é necessário mostrar a natureza como observamos as coisas, não de acordo com a lógica, mas como a natureza trabalha.

Atividade prática: Atividade prática com 50 pontos que permitem laborativos Interativos.

A nanotecnologia está presente na natureza, tanto no mundo quanto no planeta.

Vale mencionar que efeitos naturais, como interferência na bordada azul, ventosas nas patas de lagartixa, efeito lotus e a resistência dos dentes conchas que a nanotecnologia está presente em progressos detalhados que não damos tanta atenção assim.

Atividade prática: Atividade prática com 50 pontos que permitem laborativos Interativos.

Já há vários produtos no mercado atual com nanotecnologia.

Nanotecnologia poderá diminuir o valor de produtos futuramente, visto que elementos mais baratos poderão exercer o papel dos mais caros.

Investimento Global de 1000 bilhões.

## My glorious padlet

Imagens e vídeos selecionados para dar suporte:

### QUE É NANOTECNOLOGIA?

Trata-se de um conjunto de técnicas que permitem trabalhar com materiais em escala nanométrica, ou seja, em escala de bilhões de metros.

Essa tecnologia é aplicada em diversas áreas, como a medicina, a agricultura, a indústria e a ciência.

Um exemplo é a nanotecnologia aplicada na medicina, que permite a criação de medicamentos mais eficazes e seguros.

Outro exemplo é a nanotecnologia aplicada na agricultura, que permite a criação de fertilizantes mais eficazes e seguros.

A nanotecnologia também é aplicada na indústria, onde permite a criação de materiais mais resistentes e duráveis.

Por fim, a nanotecnologia é aplicada na ciência, onde permite a descoberta de novos materiais e fenômenos físicos.

### HISTÓRIA

A nanotecnologia surgiu no início dos anos 1980, com o desenvolvimento da microscopia de sonda.

Essa tecnologia permitiu a observação de estruturas em escala nanométrica, o que levou ao desenvolvimento de técnicas para a manipulação desses materiais.

Atualmente, a nanotecnologia é considerada uma das áreas de maior crescimento científico e tecnológico.

Isso se deve ao fato de que a nanotecnologia oferece possibilidades de desenvolvimento de novos materiais e dispositivos que podem revolucionar diversas áreas da ciência e da indústria.

Além disso, a nanotecnologia também oferece possibilidades de desenvolvimento de novos dispositivos eletrônicos, o que pode levar a avanços significativos na computação e na comunicação.

### NOVITAS

Atualmente, a nanotecnologia está sendo aplicada em diversas áreas, como a medicina, a agricultura, a indústria e a ciência.

Um exemplo é a nanotecnologia aplicada na medicina, que permite a criação de medicamentos mais eficazes e seguros.

Outro exemplo é a nanotecnologia aplicada na agricultura, que permite a criação de fertilizantes mais eficazes e seguros.

A nanotecnologia também é aplicada na indústria, onde permite a criação de materiais mais resistentes e duráveis.

Por fim, a nanotecnologia é aplicada na ciência, onde permite a descoberta de novos materiais e fenômenos físicos.

### UTILIZAÇÃO EM PRODUÇÃO

A nanotecnologia é utilizada em diversas áreas da produção, como a medicina, a agricultura, a indústria e a ciência.

Um exemplo é a nanotecnologia aplicada na medicina, que permite a criação de medicamentos mais eficazes e seguros.

Outro exemplo é a nanotecnologia aplicada na agricultura, que permite a criação de fertilizantes mais eficazes e seguros.

A nanotecnologia também é aplicada na indústria, onde permite a criação de materiais mais resistentes e duráveis.

Por fim, a nanotecnologia é aplicada na ciência, onde permite a descoberta de novos materiais e fenômenos físicos.

### A ESCALA NANO

A escala nanométrica é a menor escala de medida utilizada na ciência e na tecnologia.

Essa escala é baseada no sistema internacional de unidades (SI), onde o prefixo "nano" representa o fator de 10<sup>-9</sup>.

Isso significa que 1 nanômetro equivale a 1 bilionésimo de um metro.

Embora seja uma escala muito pequena, a nanotecnologia oferece possibilidades de desenvolvimento de novos materiais e dispositivos que podem revolucionar diversas áreas da ciência e da indústria.

### FUTURO E TENDÊNCIAS

O futuro da nanotecnologia é extremamente promissor, com diversas possibilidades de desenvolvimento de novos materiais e dispositivos.

Essa tecnologia pode revolucionar a medicina, a agricultura, a indústria e a ciência, oferecendo possibilidades de desenvolvimento de novos produtos e serviços.

Além disso, a nanotecnologia também pode contribuir para o desenvolvimento de soluções mais sustentáveis e seguras para diversos desafios globais.

## ANEXO II – Produtos Finais

### “Nanometricamente”

Compositor e cantor: Lucas Chaves

Nanotecnologia é o estudo de manipulação das matérias,  
em escala atômica e molecular.

E incluindo desenvolvimento de materiais associada diversas áreas como: medicina,  
eletrônica e física e biologia.

Um exemplo é na gastronomia,  
você faz uma omelete com nanotecnologia.

Você quer entender porquê?

Vou te explicar, já, já.

#### Refrão

Quebra as moléculas de proteína,  
nanometricamente,  
pra ela ficar bem gostosinha.

Quebra as moléculas em pequenas partes,  
pra omelete ficar bem fofinha. **(bis)**



