

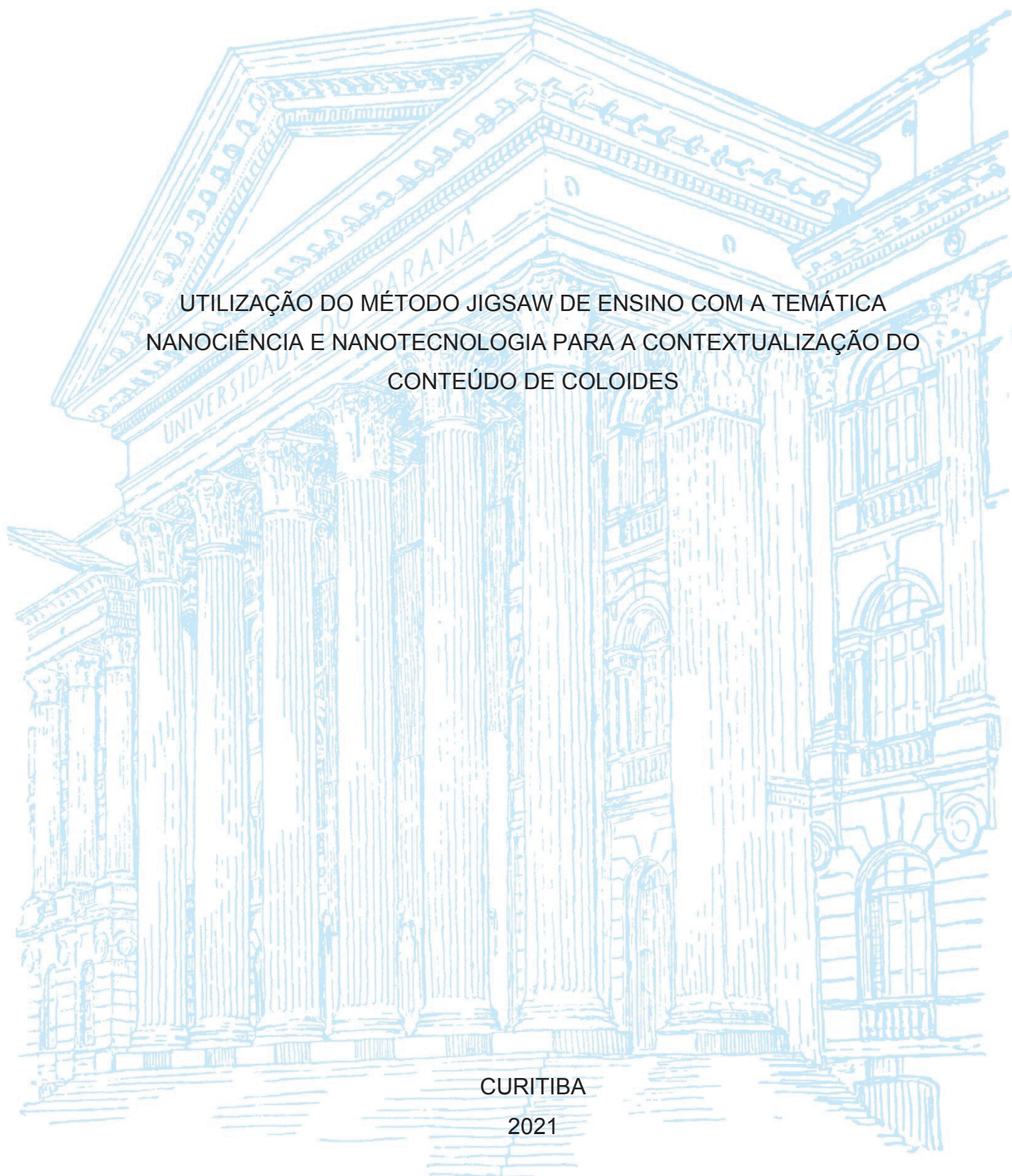
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

GIOVANNI DE OLIVEIRA BORSATO

UTILIZAÇÃO DO MÉTODO JIGSAW DE ENSINO COM A TEMÁTICA  
NANOCIÊNCIA E NANOTECNOLOGIA PARA A CONTEXTUALIZAÇÃO DO  
CONTEÚDO DE COLOIDES

CURITIBA

2021



GIOVANNI DE OLIVEIRA BORSATO

UTILIZAÇÃO DO MÉTODO JIGSAW DE ENSINO COM A TEMÁTICA  
NANOCIÊNCIA E NANOTECNOLOGIA PARA A CONTEXTUALIZAÇÃO DO  
CONTEÚDO DE COLOIDES

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional, Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Química.

Orientador: Prof. Dr. Lauro Camargo Dias Júnior

Coorientador: Prof. Dr. George Hideki Sakae

CURITIBA

2021

Catálogo na Fonte: Sistema de Bibliotecas, UFPR  
Biblioteca de Ciência e Tecnologia

---

B738u Borsato, Giovanni de Oliveira  
Utilização do método Jigsaw de ensino com a temática nanociência e nanotecnologia para a contextualização do conteúdo de colóides [recurso eletrônico] / Giovanni de Oliveira Borsato – Curitiba, 2021.

Dissertação - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Exatas, Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional – PROFQUI.

Orientador: Prof. Dr. Lauro Camargo Dias Júnior  
Coorientador: Prof. Dr. George Hideki Sakae

1. Química – Estudo e ensino. 2. Nanotecnologia. 3. Jigsaw (Método de ensino). 4. Colóide. I. Universidade Federal do Paraná. II. Dias Júnior, Lauro Camargo. III. Sakae, George Hideki. IV. Título.

CDD: 542.8

---

Bibliotecária: Roseny Rivelini Morciani CRB-9/1585



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SETOR DE CIÊNCIAS EXATAS  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO QUÍMICA EM REDE  
NACIONAL - 31001017169P2

## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em QUÍMICA EM REDE NACIONAL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **GIOVANNI DE OLIVEIRA BORSATO** intitulada: **UTILIZAÇÃO DO MÉTODO JIGSAW DE ENSINO COM A TEMÁTICA NANOCIÊNCIA E NANOTECNOLOGIA PARA A CONTEXTUALIZAÇÃO DO CONTEÚDO DE COLOIDES.**, sob orientação do Prof. Dr. LAURO CAMARGO DIAS JÚNIOR, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua aprovação no rito de defesa.

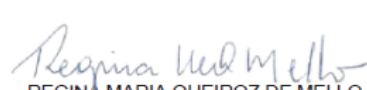
A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 19 de Agosto de 2021.

  
LAURO CAMARGO DIAS JÚNIOR  
Presidente da Banca Examinadora

  
MARCELA MOHALLEM OLIVEIRA

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ)

  
REGINA MARIA QUEIROZ DE MELLO  
Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Regina M. Queiroz de Mello  
Depo. Química - UFPR  
MAT 17203

Dedico este trabalho à minha família e aos professores que me ajudaram a chegar até aqui. Às pessoas que me motivaram a entrar e buscar mais conhecimento no mestrado.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a todos os professores que me ensinaram como levar um mestrado com maior aproveitamento do conhecimento e aos familiares e minha esposa Danielle Seyer, que me motivaram a continuar a realizar a pesquisa mesmo em meio a pandemia, no qual, não foi nada fácil.

Agradeço ao Professor Orientador Lauro Camargo Dias Júnior e ao Professor Coorientador George Hideki Sakae por me motivar e ter muita paciência ao corrigir e me orientar.

Agradeço aos órgãos de fomento CAPES e CNPq pelo auxílio à pesquisa.

Agradeço aos meus amigos do mestrado, Fabiula, Heidi, Renan, Yuri, Fábio, Murilo, Giselle, Thamires e Thiago pela motivação e por sempre me apoiarem a continuar desenvolvendo a pesquisa.

E finalizando os agradecimentos, sou muito grato pelos professores responsáveis pela minha banca, por me apoiarem e acrescentar mais conhecimento à minha carreira.

Há três caminhos para o fracasso: não ensinar o que se sabe, não praticar o que se ensina, não perguntar o que se ignora. (SÃO BEDA, 725 d.C).

## RESUMO

Na literatura são descritas diferentes metodologias de ensino para despertar no aluno a curiosidade, motivação e o pensamento crítico, tornando as aulas mais atrativas e interessantes. Dentre esses métodos destaca-se o método cooperativo Jigsaw como uma alternativa para o ensino de Química. Considerando tal fato esse trabalho propõe a aplicação desse método para analisar o uso da temática Nanociência e Nanotecnologia a fim de contextualizar o ensino do conteúdo de Coloides em uma turma do terceiro ano do Ensino Médio. Analisando-se os dados coletados por meio de questionários concluiu-se que os alunos avaliaram positivamente o método aplicado. Além disso observou-se uma maior compreensão do tema em comparação com o método tradicional de ensino (mesmo tendo sido o método aplicado de forma remota).

Palavras-chave: Química – Estudo e Ensino. Nanotecnologia. Jigsaw (Método de Ensino). Coloide.

## **ABSTRACT**

In literature different teaching methodologies are described to awaken the student's curiosity, motivation, and critical thinking, making the classes more attractive and interesting. Among these methodologies the Jigsaw cooperative method stands out as an alternative for teaching Chemistry. Considering such a fact this work applies this method in order to verify the contributions of Nanoscience and Nanotechnology in order to contextualize the teaching of Colloids content in the third year of high school. By analysing the data collected through questionnaires it was concluded that the students positively evaluated the applied method. Moreover, it was observed a greater comprehension of the contents in comparison with the traditional teaching method (even though the method was virtually applied).

Keywords: Chemistry – Study and Teaching. Nanotechnology. Jigsaw (Teaching Method). Colloid.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - GRÁFICO (ESCALA LIKERT) DAS RESPOSTAS DOS ALUNOS SOBRE O MÉTODO JIGSAW. CONCORDO FORTEMENTE (CF), CONCORDO (C), INDECISO (I), DISCORDO (D) E DISCORDO FORTEMENTE (DF). .....	17
FIGURA 2: REPRESENTAÇÃO DO MÉTODO JIGSAW .....	31
FIGURA 3: DISTRIBUIÇÃO DOS SUBTÓPICOS PELOS ALUNOS DENTRO DO GRUPO DE ORIGEM .....	38

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: UTILIDADES DA NANOTECNOLOGIA.....	23
QUADRO 2: LD (LIVROS DIDÁTICO) DE QUÍMICA UTILIZADOS NO ENSINO MÉDIO. ....	25
QUADRO 3: CLASSIFICAÇÃO DAS DISPERSÕES .....	27
QUADRO 4: PERGUNTAS EM RELAÇÃO AO MÉTODO APLICADO NO FORMATO JIGSAW .....	32
QUADRO 5: RESPOSTAS APONTADAS PELOS ALUNOS PARA O QUESTIONAMENTO “QUE FATORES AFETAM A VELOCIDADE DAS REAÇÕES QUÍMICAS” NAS DISCUSSÕES (INICIAL E FINAL) NOS GRUPOS DE BASE. ....	33
QUADRO 6: CATEGORIAS DE RESPOSTAS DOS ALUNOS .....	40
QUADRO 7: ALUNOS QUE NÃO RESPONDERAM À QUESTÃO 1 DO QUESTIONÁRIO INICIAL .....	41
QUADRO 8: RESPOSTAS INSATISFATÓRIAS (INS) DA QUESTÃO 1 .....	42
QUADRO 9: ALUNOS QUE COMETERAM PLÁGIO (P).....	42
QUADRO 10: ALUNOS COM RESPOSTAS INCOMPLETAS NA QUESTÃO 1 DO QUESTIONÁRIO INICIAL .....	44
QUADRO 11: ALUNOS QUE OBTIVERAM RESPOSTA COMPLETA NA QUESTÃO 1 DO QUESTIONÁRIO INICIAL.....	44
QUADRO 12: ALUNOS QUE NÃO SOUBERAM (NS) A RESPOSTA SOBRE A APLICAÇÃO DA NANOTECNOLOGIA.....	46
QUADRO 13: ALUNOS QUE COMETERAM PLÁGIO NA SEGUNDA QUESTÃO (P) DO QUESTIONÁRIO INICIAL.....	46
QUADRO 14: RESPOSTA DO ALUNO 24 NA SEGUNDA QUESTÃO DO QUESTIONÁRIO INICIAL. ....	47
QUADRO 15: RESPOSTAS DOS ALUNOS QUE SOUBERAM RESPONDER ONDE A NANOTECNOLOGIA É APLICADA NA SEGUNDA QUESTÃO DO QUESTIONÁRIO INICIAL. ....	48
QUADRO 16: RESPOSTA DOS ALUNOS QUE NÃO SOUBERAM OU NÃO OPINARAM SOBRE A TERCEIRA QUESTÃO DO QUESTIONÁRIO INICIAL. ....	49

QUADRO 17: RESPOSTAS COMPLETAS DOS ALUNOS NA QUESTÃO 3 DO QUESTIONÁRIO INICIAL .....	50
QUADRO 18: ALUNOS QUE RESPONDERAM DE FORMA INCOMPLETA SOBRE O CONCEITO DE COLOIDES DA TERCEIRA QUESTÃO DO QUESTIONÁRIO INICIAL. ....	51
QUADRO 19: ALUNOS QUE NÃO SOUBERAM OU NÃO OPINARAM SOBRE A QUARTA E ÚLTIMA PERGUNTA DO QUESTIONÁRIO INICIAL.....	52
QUADRO 20: ALUNOS QUE COMETERAM PLÁGIO (P) NA PERGUNTA SOBRE A PRESENÇA DE COLOIDES NO COTIDIANO .....	53
QUADRO 21: FORMAÇÃO DOS GRUPOS DE ORIGEM PARA APLICAÇÃO DO METODO JIGSAW.....	57
QUADRO 22: PERGUNTAS DESTINADAS PARA CADA GRUPO DE ESPECIALISTA.....	57
QUADRO 23: FORMAÇÃO DOS GRUPOS DE ESPECIALISTAS. ....	58
QUADRO 24: RESPOSTAS DE CADA GRUPO DA QUESTÃO NÚMERO 2.....	59
QUADRO 25: PERGUNTAS DO QUESTIONÁRIO FINAL.....	61
QUADRO 26: RESPOSTAS DOS ALUNOS QUE COMETERAM PLÁGIO NA PRIMEIRA QUESTÃO DO QUESTIONÁRIO FINAL. ....	62
QUADRO 27: RESPOSTAS CORRETAS DOS ALUNOS DA PRIMEIRA QUESTÃO DO QUESTIONÁRIO FINAL .....	63
QUADRO 28: RESPOSTAS INCOMPLETAS DOS ALUNOS NA PRIMEIRA QUESTÃO DO QUESTIONÁRIO FINAL.....	65
QUADRO 29: RESPOSTAS COMPLETAS DOS ALUNOS DE EMULSÃO DA QUESTÃO NÚMERO 2 DO QUESTIONÁRIO FINAL.....	66
QUADRO 30: RESPOSTAS COMPLETAS DOS ALUNOS DO GRUPO DE ESPUMAS DA QUESTÃO 2 DO QUESTIONÁRIO FINAL. ....	67
QUADRO 31: RESPOSTAS COMPLETAS DOS ALUNOS DO GRUPO DE GEL DA QUESTÃO 2 DO QUESTIONÁRIO FINAL.....	69
QUADRO 32: RESPOSTAS COMPLETAS DOS ALUNOS DO GRUPO DE AEROSSOL DA QUESTÃO 2 DO QUESTIONÁRIO FINAL .....	70
QUADRO 33: RESPOSTAS COMPLETAS DOS ALUNOS DO GRUPO DE SOL DA QUESTÃO 2 DO QUESTIONÁRIO FINAL.....	71
QUADRO 34: RESPOSTAS COMPLETAS DA QUESTÃO 3 DO QUESTIONÁRIO FINAL.....	72

QUADRO 35: PERGUNTAS SOBRE O MÉTODO JIGSAW.....	76
QUADRO 36: CATEGORIAS DA ESCALA LIKERT PARA O QUESTIONÁRIO SOBRE O MÉTODO. ....	77

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>16</b>
1.1 JUSTIFICATIVA .....	18
1.2 OBJETIVOS .....	19
1.2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	19
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>20</b>
2.1 NANOCIÊNCIA E NANOTECNOLOGIA .....	20
2.2 CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS .....	23
2.3 COLOIDES.....	26
2.4 COLOIDES E SUA CONEXÃO COM A NANOTECNOLOGIA.....	29
2.5 MÉTODO COOPERATIVO DE ENSINO JIGSAW .....	30
<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>36</b>
<b>3 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b> .....	<b>40</b>
3.1 CATEGORIZAÇÃO DAS RESPOSTAS DOS ALUNOS.....	40
3.1.1 Aula 1 - Análise das Respostas do Questionário Inicial. ....	41
3.1.2 Aula 2 – Introdução ao Tema de Nanotecnologia e Coloides.....	54
3.1.3 Aula 3 – Aplicação do Método Jigsaw .....	56
3.1.4 Aula 4 – Aplicação do Questionário Final.....	61
3.1.5 Aula 5 – Aplicação do Questionário Sobre o Método Jigsaw .....	76
<b>4 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>78</b>
4.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....	78
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>79</b>
<b>APÊNDICE 1 – QUESTIONÁRIO INICIAL</b> .....	<b>82</b>
<b>APÊNDICE 2 – QUESTIONÁRIO FINAL</b> .....	<b>83</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Esta dissertação de mestrado foi desenvolvida no âmbito do Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional - PROFQUI da instituição associada UFPR, na linha de pesquisa de Novas Tecnologias.

Sou graduado em Licenciatura em Química pela PUC-PR, e trabalho como professor de química em duas escolas particulares na região de Curitiba há 5 anos. Observo que no ensino de química nas escolas em que trabalho, existe uma dificuldade de compreensão dos alunos referente aos conteúdos de Química trabalhados em sala de aula, bem como a escassez de discussão dos avanços da tecnologia no mundo inteiro.

Nihei (2013), cita que a temática Nanociência e Nanotecnologia são assuntos que vêm sendo tratados em artigos, trabalhos e pesquisas englobando diferentes áreas do conhecimento tais como: medicina, engenharia, química, física, computação, etc. Entre essas áreas algumas vertentes poderiam ser utilizadas para trabalhar alguns conteúdos de Química no ensino médio.

De acordo com Sudipta (2013), a Nanociência e a Nanotecnologia são estudos das aplicações, técnicas e manipulações de materiais na escala nanométrica. Essa tecnologia trabalha na construção de estruturas e materiais que podem ser manipulados em escala nanométrica representando tamanhos na escala de  $10^{-9}$  metros. A nanotecnologia permite criar materiais mais resistentes, mais leves e mais luminosos tornando a estrutura a ser produzida mais eficiente, sendo o objetivo principal da Nanociência e Nanotecnologia (ALVES, 2004).

Segundo Rebello (2012), a exploração de tópicos e temas do cotidiano no Ensino Médio e no Ensino Fundamental é uma possibilidade de contextualização, pois ao utilizar temáticas sociais e tecnológicas é possível dar significado aos conteúdos e dessa forma envolver o aluno no processo de ensino e aprendizagem permitindo a contextualização do conhecimento.

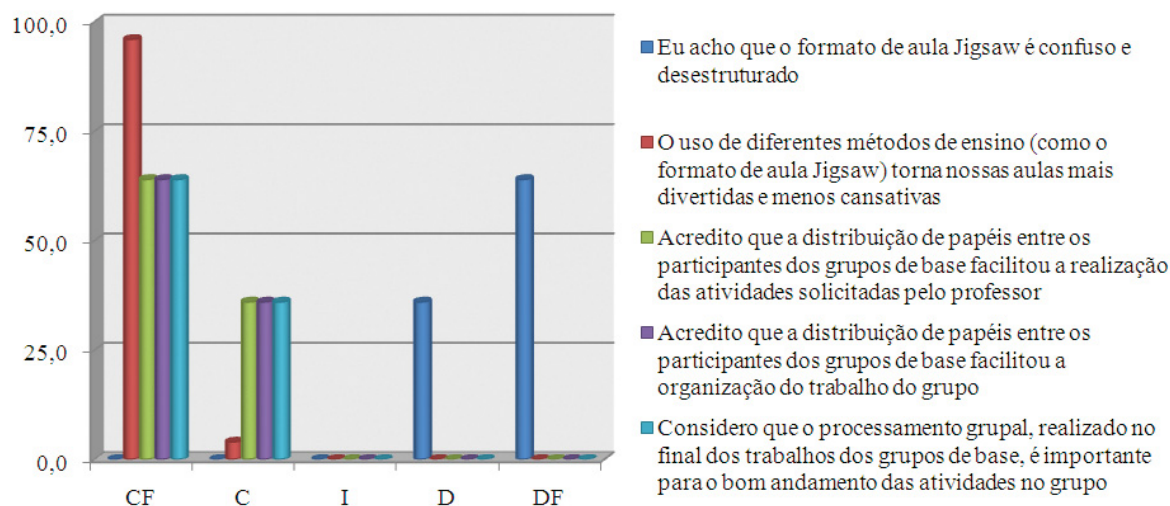
A contextualização no ensino de ciências é uma estratégia que pode ser equivocadamente entendida como uma forma apenas de motivar a aprendizagem, ao relacionar o conteúdo com o cotidiano (FALJONI, 2005).

Segundo Rebello (2012), é de extrema importância a inserção de conhecimentos mais atuais que podem ser utilizados para abordar de forma contextualizada os conteúdos da sala de aula.

No entanto, a contextualização tem como objetivo desenvolver o senso crítico dos estudantes para que eles possam tomar decisões embasadas cientificamente, diante de um mundo atravessado pela Ciência e pela Tecnologia. Assim consideramos que usar a temática Nanotecnologia é uma forma de contextualizar o conteúdo de Química no ensino médio e poderá gerar debates em sala de aula sobre seus benefícios e malefícios, fornecendo subsídios aos estudantes para escolhas mais conscientes na sua vida social. Assim, há necessidade de aplicar uma metodologia à temática desse trabalho, com o objetivo de tornar a aprendizagem mais significativa (FALJONI, 2005).

De acordo com Fatarelli (2010), a metodologia da aprendizagem cooperativa chamada Jigsaw foi a escolhida com o intuito de aumentar a aprendizagem significativa para os estudantes e verificar a opinião sobre o método. Walter (2016), destaca que o método Jigsaw de ensino apresenta uma aceitação por parte dos alunos e por isso vem sendo estudado e analisado para aplicação em sala de aula (FIGURA 1).

FIGURA 1 - Gráfico (Escala Likert) das respostas dos alunos sobre o Método Jigsaw. Concordo Fortemente (CF), Concordo (C), Indeciso (I), Discordo (D) e Discordo Fortemente (DF).



FONTE: Fatarelli, et. al., 2010.

O objetivo principal desse trabalho é: Analisar o uso da temática Nanotecnologia para contextualizar o conteúdo de Coloides no ensino médio utilizando o método cooperativo Jigsaw de ensino. Os objetivos específicos são: elaborar e desenvolver uma sequência didática sobre Coloides com a temática

Nanociência e Nanotecnologia, utilizando o método cooperativo de ensino Jigsaw; aplicar e avaliar o produto educacional em uma escola estadual para os alunos do terceiro ano do Ensino Médio e analisar as possibilidades desse método dentro do ensino de Química; Analisar o potencial do produto educacional através de um questionário final para a contextualização do ensino de Química em sala de aula utilizando a temática Nanotecnologia. Para isso, houve o consentimento dos alunos em relação ao trabalho e pesquisa que foi aplicado.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

De acordo com Faljoni (2005), não foi identificado nos Livros Didáticos uma forma de explicação da Nanociência e Nanotecnologia que proporcione reflexões do senso comum.

Na pesquisa realizada por Prochnow (2014), a qual, verificava se havia a presença dos conceitos e explicação sobre a Nanotecnologia nos Livros Didáticos, das quatro coleções analisadas que eram atualizadas, somente em uma houve a citação do tema em questão.

De acordo com Abdi (2010), o termo nanotecnologia surgiu em 1956 com Richard Feynman, que dizia que as coisas pequenas, na escala nano, se comportavam diferentemente das coisas maiores. A ciência deu um salto enorme em direção a compreensão e entendimentos de fenômenos que ocorrem diariamente como o simples fato de uma lagartixa grudar em uma parede, uma pessoa conseguir enxergar um feixe de luz através de partículas minúsculas que à refletem ganhando espaço nas principais pesquisas e novidades da tecnologia.

Assim como Faljoni (2005) afirma, para que o tema deixe de ser desconhecido há a necessidade de se introduzir o conhecimento sobre a Nanotecnologia para os alunos de Ensino Médio. Assim o estudante, ao ingressar no meio acadêmico, poderá ter o mínimo das capacitações exigidas quando materiais, máquinas e instrumentos inovadores forem tratados em relação a essa nova tecnologia.

O conteúdo de coloides foi escolhido pois se tratar um assunto que está muito presente na vida das pessoas e possui uma quantidade de informações muito importantes, por exemplo, como determinados alimentos e cosméticos são produzidos e como isso impacta na vida das pessoas.

A contextualização no ensino da Química é utilizada nas salas de aula como estratégia para uma melhor compreensão do conteúdo estudado, possibilitando motivar e despertar no aluno o senso crítico dentro da sociedade (WATANABE, 2012).

## 1.2 OBJETIVOS

Analisar as contribuições do uso da temática Nanotecnologia para a contextualização do conteúdo de Coloides no ensino Médio utilizando o método Jigsaw de ensino.

### 1.2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desenvolver uma sequência didática sobre Coloides com a temática Nanotecnologia, utilizando o método cooperativo de ensino Jigsaw;
- Aplicar e avaliar o produto educacional em uma escola estadual para os alunos do terceiro ano do Ensino Médio
- Analisar as possibilidades do método cooperativo Jigsaw de ensino dentro do ensino de Química.
- Analisar o potencial do produto educacional através de um questionário final para a contextualização do ensino de coloides em sala de aula utilizando a temática Nanotecnologia.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

A fundamentação teórica para esse trabalho abordará as principais referências bibliográficas sobre a Nanotecnologia no âmbito escolar, trazendo à tona um conhecimento mais aprofundado sobre o tema principal. Em seguida, que é o destaque desse trabalho, será tratado sobre a verificação do seu potencial de contextualização no ensino de Química.

### 2.1 NANOCIÊNCIA E NANOTECNOLOGIA

A ciência, como conhecemos hoje em dia, está em constante busca pelo novo e por soluções de problemas ligadas ao cotidiano. Sendo assim, a tecnologia impacta o modo como vivemos e com objetivo de melhorar a qualidade de vida das pessoas, impactando no ponto de vista cultural, social e econômico. Para solucionar problemas do dia a dia houve o surgimento de um leque grande de subáreas do conhecimento e uma dessas subáreas que se destacam é a Nanociência, chamada de ciência nova pelos que desenvolvem o estudo da manipulação da matéria em escala nanométrica (TONKELSKI, 2019).

A nanotecnologia é uma ciência que permite trabalhar com materiais e substâncias em escala molecular e nanométrica ( $10^{-9}$  do metro), fundamentando-se em manipular e organizar a matéria com a finalidade de criar e organizar objetos e materiais em nano escala. Ao comparar materiais que foram produzidos através da nanotecnologia com aqueles que não foram obtidos por essa tecnologia percebe-se que há um acréscimo de qualidade do material ou produto final quando se trata de tamanho nanométrico, alterando as propriedades físico-químicas e químicas da matéria como elasticidade, condutividade elétrica, reatividade e resistência. Um exemplo de aplicação da nanotecnologia na área de cosméticos é a criação de nanocápsulas de vitamina E em um creme antirruga criado pela empresa *L'Oréal* no ano de 1995, sendo que após o lançamento desse produto outras empresas

investiram pesado na área da nanotecnologia na tentativa de desenvolver produtos com melhor qualidade (BARIL, 2012).

No início do século XXI os cientistas voltaram o pensamento para a nanociência e nanotecnologia, pois se criou no mercado global uma competição científica e tecnológica na busca de recursos que envolvessem as indústrias ao redor do mundo a favor deste ramo. Os resultados obtidos por uma pesquisa realizada por Ramos (2008), apresentou como resultado os cientistas acreditavam que entre os anos 2010 e 2015 os gastos com esta nova tecnologia alcançaram um bilhão de dólares, sendo que os países que mais investiram e apostaram na nanotecnologia como um recurso foram os Estados Unidos, os países da Inglaterra e Japão.

De acordo com Silveira (2016), a nanociência e nanotecnologia foram tratadas antes dos anos 2000 como uma ciência muito complexa levando as pessoas acreditarem que os materiais gerados desta nova tecnologia eram impossíveis de serem produzidos. Mas com o avanço da tecnologia e da ciência a nanotecnologia foi ganhando força e assim surgiram novos materiais como fibras ópticas, bolas de tênis, tintas e cosméticos.

De acordo com Iqbal (2012), o interesse de estudo pela Nanociência e Nanotecnologia começou pelo físico americano Richard Feynman que costumava dizer que *“as coisas pequenas se comportavam muito diferentemente das coisas de macroescala”* e que havia *“mais espaços lá embaixo”*. Feynman recebeu um prêmio Nobel de Física no ano de 1965 por apresentar a teoria sobre eletrodinâmica quântica. Ele acreditava que o homem alcançaria uma tecnologia que permitiria a manipulação de matérias em escala atômica e inventar ou criar estruturas de tamanho nanométrico.

Com o avanço da nanociência vão surgindo cada vez mais dúvidas sobre o comportamento de algo que não pode ser visto. Apesar disso, pode-se adquirir uma grande motivação para a busca e pesquisa por novos materiais e dispositivos cada vez menores, nos quais, armazenam mais informações e são capazes de ter qualidades como economia de energia e resistência. Assim, o que se espera desses tipos de materiais menores é o melhoramento de propriedades químicas e físicas tais como maleabilidade, resistência e condutividade térmica e elétrica. As características e as propriedades dos materiais com escala nanométrica dependem do efeito de superfície de uma amostra que muda de acordo com sua escala, e isso, se deve pelo aumento da proporção entre sua área e volume. Esses materiais também apresentam efeitos quânticos mais evidentes como, por exemplo, o comportamento dos elétrons

nos objetos com dimensões nanométricas. O confinamento quântico como é chamado, fornece ao material propriedades físicas importantes e mais aprimoradas do que os convencionais, como cor e condutividade elétrica (MELO *et al*, 2004).

A Química Inorgânica ocupa-se de partículas e moléculas na escala de 0,1 a 10 nm, enquanto na estrutura de materiais ou objetos pode ter uma medida entre 1 a 100 nm. Com isso estudos sobre os nanomateriais ganharam força e hoje estão entre os mais requisitados quando se fala em novas tecnologias. Os métodos de obtenção desses materiais e manipulação da matéria nessa escala tão pequena estão se aperfeiçoando e se tornando cada vez mais comuns, embora necessite de muito estudo e pesquisa para que a Nanotecnologia se desenvolva e alcance a hegemonia entre as inovações nas mais diversas áreas do conhecimento (MORRISON, 2007).

A nanotecnologia está presente na natureza em vários tipos de organismos que foram se desenvolvendo e se adaptando com o tempo, o qual possuem a habilidade de manipular a matéria e até mesmo a luz fornecendo habilidades e funções específicas para cada organismo presente neste planeta. Um exemplo de nanomaterial na natureza é o DNA que possui a combinação de átomos capaz de guardar informações por pares de bases e a fotossíntese que através de nanoestruturas conseguem absorver a luz, transformando energia solar em energia química (ATKINS, 2008).

A contribuição dessa tecnologia para a sociedade pode ser significativa podendo assim reduzir a produção de resíduos, diminuir a poluição e aumentar a eficiência de alguns tipos de geradores de energia. A Nanotecnologia pode ser vista como uma tecnologia inovadora, que irá trazer muitos benefícios ao nosso cotidiano, mas deve-se pensar também no impacto negativo que irá causar ao meio ambiente ao se criar materiais, desenvolver novos produtos e máquinas para indústria, possibilitando desenvolver a nanopoluição. Contudo, há indagações sobre as nanopartículas que podem ser mais facilmente dispersas pelo ar e solo e conseqüentemente dificultando sua remoção destas áreas (BARIL, 2012). Existem diferentes métodos para a fabricação de materiais nanoestruturados os quais dependem da escala de cada nanopartícula que por sua vez resultam em um produto diferente (RAMOS, 2008).

De acordo com Nalwa (2002), a descoberta do fulereno foi um grande passo para o desenvolvimento da Nanotecnologia, possibilitando a obtenção de novos materiais nanoestruturados de carbonos cujas propriedades tornam a produção de

objetos, materiais e máquinas mais rápida e eficaz. O fulereno é uma molécula composta somente por átomos de carbono e é famosa por assemelhar-se com uma bola de futebol.

Como cita Abdi (2010) há produtos e materiais sendo lançados com a utilização da Nanotecnologia em várias áreas, assim como destacado no QUADRO 1 a seguir.

QUADRO 1: UTILIDADES DA NANOTECNOLOGIA

SETOR	TIPO DE PRODUTO
Energia	Sistemas fotovoltaicos; células solares; baterias; pás para geradores eólicos.
Iluminação	LEDs baseados em quantum dots para iluminação pública; automobilística.
Automobilístico	Pinturas especiais (não riscam, autolimpantes); catalisadores para conversores catalíticos para gases de escapamento; eletrônica.
Esportes	Raquetes de tênis; roupas esportivas antitranspirantes; calçados para esportes; quadros para bicicleta;
Tecidos	Tecidos resistentes à sujidades; tecidos antibactericidas;
Embalagens	Embalagens com propriedades de barreira (umidade e gases); à base de nanocompósitos; embalagens inteligentes; recipientes bactericidas
Cosméticos	Protetores solares; Produtos para recuperação da pele; Maquiagem.

FONTE: Abdi (2010)

## 2.2 CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS

A contextualização do ensino de ciências é uma estratégia que pode facilitar a aprendizagem, pois promove um ensino que dê significado aos conhecimentos químicos pelos estudantes. No entanto a mesma é entendida de uma forma limitada pela maioria dos professores sobre como relacionar o conteúdo com o cotidiano. A

contextualização deve abranger a discussão de temas que propiciem a relação do conteúdo com tecnologia, inserções sociais, culturais, políticas e econômicas. De acordo com o trabalho recente de Prochnow (2016), destacou a escassez do tema Nanotecnologia nos livros didáticos avaliados. Para muitas pessoas essa temática não é conhecida e não passa de ficção (FALJONI 2005).

Contextualizar significa criar conexão entre o aluno e objeto de aprendizagem reproduzindo o conhecimento das situações e fenômenos que ocorrem no dia a dia. Esse método faz com que o estudante deixe de participar como espectador e passe a se tornar protagonista do próprio conhecimento, desenvolvendo mais pensamento crítico (GOMES, 2008).

O estudante precisa aprender a interpretar o ambiente em que vive e relacionar com os conteúdos obtidos em sala de aula. A contextualização surgiu com a ideia de conectar os assuntos do cotidiano com o conteúdo de sala de aula sendo que nas décadas de 60 e 70 foi criada uma conexão entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) propondo uma interação entre a educação e a tecnologia. Utilizar essa abordagem no ensino de Química possibilitará que os estudantes compreendam mais informações para resolver problemas que envolvam a sociedade (ROCHA, 2015). Esse estudo surgiu com o intuito de melhorar o conhecimento sobre ciência e tecnologia na sociedade quando houve um grande destaque de aspectos econômicos, sociais e políticos (ROCHA, 2015).

Quando o professor opta por utilizar a abordagem CTS na sala de aula, poderá aplicar o método tradicional, mas pode utilizar um método diferente, instigando o estudante a procurar e pesquisar sobre as novas tecnologias e ciência. Assim, a pesquisa permite com que o aluno reflita e analise minuciosamente sobre a informação e o conhecimento adquirido na sala de aula (SANTOS, 2007).

Segundo Watanabe (2012), a Química apresenta um vasto campo de conteúdo e temas que podem ser induzidos para a contextualização. O aluno tem a oportunidade de relacionar o que foi aprendido em sala de aula com sua vivência, na mídia, cultura, costumes, fenômenos naturais e nos acontecimentos ao seu redor.

No artigo de Wartha et al. (2005), foi realizada uma pesquisa para verificar como a contextualização está inserida nos Livros Didáticos que são destaque no Ensino Médio. As referências e os títulos estão expostos no QUADRO 2:

QUADRO 2: LD (LIVRO DIDÁTICO) DE QUÍMICA UTILIZADO NO ENSINO MÉDIO.

Código de Identificação	Referências
LD1	Feltre, R. Química. São Paulo: Moderna, 2000.
LD2	Perruzzo, TM. Canto, E.L. Química: Na abordagem do cotidiano. SP. Moderna 1999.
LD3	Lembo, a. Química: Realidade e contexto. SP: Ática, 2000. Vol 1
LD4	Silva, E.R.; Nóbrega O.S. e Silva R.H. Química: Conceitos
LD5	Sardella A. Química; Série novo Ensino Médio. SP. Ática 2000.
LD6	Covre. G.J. Química: O homem e a natureza. SP. FTD, 2000.
LD7	Fonseca, M.R. Completamente Química. SP. FTD, 2001.
LD8	Usberco e Salvador E.; Química. Saraiva, 2000.
LD9	Novaes.V.; Química. SP: Atual Editora, 1999.

Fonte: Wartha et, al., 2005.

Os critérios escolhidos por Wartha et al. (2005) para identificar se havia contextualização nos livros didáticos foram: explicações de conteúdos de Química que tenham aplicação científica, senso comum relacionado com conhecimento científico e acontecimentos no meio ambiente conectados com o conteúdo de Química. Foi verificado também se o assunto da disciplina foi colocado no início do LD com o intuito de despertar a curiosidade do aluno, se os conceitos estão organizados de forma a compreender o contexto e se o assunto é abordado com fatos que realmente ocorrem no cotidiano.

Quando todos os livros foram analisados Wartha et. al. (2005) chegaram à conclusão que a quantidade de palavras que permitem a contextualização varia muito de um livro para outro, apontando que 80% dos termos científicos do livro tem alguma

ligação com os acontecimentos do dia a dia, 19% são utilizados para acrescentar nas ideias do senso comum e 1% se aplica a processos ambientais ao conteúdo de Química. Portanto, esse tipo de abordagem em sala de aula é visto como uma estratégia de ensino com o objetivo de aprimorar, facilitar e acrescentar a aprendizagem dos alunos promovendo um senso crítico mais acentuado.

## 2.3 COLOIDES

Para uma compreensão do termo coloide é necessário o entendimento dos estados físicos da matéria, que fazem parte do nosso cotidiano como sólido, líquido, gasoso e suas transformações, fusão, ebulição, liquefação, solidificação e sublimação, pois os coloides apresentam como principal característica física, os diferentes estados de agregação da matéria. Os sistemas coloidais são misturas entre duas ou mais fases de substâncias podendo estar presente em diferentes estados físicos, exibindo portanto, diferentes propriedades físico-químicas importantes (EVERETT, 1989).

Segundo Munchen et. al. (2016), as dispersões podem ser classificadas em três vertentes específicas, entre elas, soluções, coloides ou suspensões e todas elas se diversificam através do tamanho das partículas ou quando submetidas a uma força centrífuga.

Sistemas coloidais estão presentes no cotidiano desde as primeiras horas do dia, na higiene pessoal — sabonete, xampu, pasta de dente e espuma ou creme de barbear —, maquiagem, — cosméticos —, e no café da manhã, — leite, café, manteiga, cremes vegetais e geleias de frutas. No caminho para o trabalho podemos enfrentar neblina, poluição do ar ou ainda apreciar a cor azul do céu. (...) No entardecer, ao saborear cerveja, refrigerante ou sorvete estamos ingerindo coloides (Junior e Varanda, 1999, p.9).

As partículas de um dos constituintes do sistema coloidal precisam apresentar dimensões de 1 a 1000 nanômetros. Portanto, apresentar um intervalo de tamanho tão grande, possibilita formar misturas que podem ser classificadas como coloides. Esse sistema começou a ser utilizado pelas civilizações a milhares de anos atrás como argila, cerâmica, pigmentos das pinturas rupestres e géis de produtos extraídos da natureza. Thomas Graham no ano de 1861 foi o denominador do termo coloide, “*colo*”,

do grego quer dizer cola, relacionada com a goma arábica sendo muito viscosa e conhecida como macromoléculas (JUNIOR, et. al., 1999).

QUADRO 3: CLASSIFICAÇÃO DAS DISPERSÕES

Sistema Disperso	Tamanho da Partícula	Estado de agregação das fases do sistema	Exemplos
Solução	Inferior a 1 nm	gás-gás; gás-líq; líq-líq; sól-líq; sól-sól.	Soluções moleculares e iônicas
Coloides	1 nm a 0,5 µm	Líq-gás; sól-gás; sól-líq.	Nevoa, fumaça e gelatina
Suspensões	>0,5 µm	Sól-líq; sól-gás.	Aerossóis, suspensão e leite de magnésia
Emulsões	>0,5 µm	Líq-líq.	Leite, emulsão de uso farmacêutico.

FONTE: Munchen (2016)

No QUADRO 3 é possível observar a classificação dos coloides devido ao tamanho de sua partícula, o meio que está disperso e o tipo de partícula. É muito comum as pessoas confundirem os coloides com suspensões e o que difere esses dois sistemas é o tamanho da partícula, nos coloides é menor que 0,5 micrometros e nas suspensões é maior que 0,5 possibilitando a visualização dos corpúsculos a olho nu (MUNCHEN *et al*, 2016).

Existem diferentes tipos de coloides dependendo das partículas constituintes, como, sol, gel, espuma, detergente, emulsão e micro emulsão. Sol é definido como um coloide que apresenta partículas sólidas em um meio líquido e como esse sistema pode ser dividido em hidrossol, organossol ou aerossol. Os meios de dispersão mais utilizados são água, solvente orgânico ou ar. Segundo Junior et al. (1999), a definição de alguns tipos de coloides foi exposta nos próximos parágrafos.

- **Gel:** é um coloide que apresenta o líquido como dispersante e o sólido como disperso, dependendo da quantidade de partículas sólidas, pode deixar o sistema com uma viscosidade maior ou menor, possibilitando formar uma rede

com partículas distribuídas uniformemente por toda área aplicada, obtendo características elásticas e gelatinosas.

- **Espuma:** é uma mistura de fase gasosa e líquida, onde há a formação de bolhas de gás em um líquido como por exemplo a espuma causada pela mistura de ar e sabão. As bolhas que são formadas podem se unir facilmente quando colocadas próximas umas das outras causando um fenômeno chamado de coalescência, que por sua vez, causa a quebra da espuma e determina a instabilidade do sistema coloidal. Existem espumas sólidas que o dispersante é sólido e o disperso é gasoso como por exemplo a pedra-pome.
- **Detergentes:** são substâncias anfifílicas, isto é, podem se misturar tanto com substâncias polares ou apolares, além de ser tensoativa que permite alterar a tensão superficial das substâncias, ou seja, muda a força com que as moléculas de uma determinada amostra se unem.
- **Águas Minerais e solo:** Nas águas doce ou salgada é possível encontrar diversos tipos de partículas originadas de processos biológicos e químicos, na escala entre 1 e 1000 nm, sendo classificadas como sistemas coloidais. Destaca-se, por exemplo, a dissolução do gás carbônico em água formando o ácido carbônico, que por sua vez reage com o sulfato de cálcio (gesso) e carbonato de cálcio (calcita), formando íons, deixando o sistema coloidal instável.
- **Emulsão ou Microemulsão:** é a união entre um líquido dispersante e um líquido disperso, que porventura é estabilizado por uma substância com propriedades tensoativas para permanecerem miscíveis. Os estabilizantes podem ser naturais ou artificiais como proteínas, gomas e detergentes. Existem dois tipos de emulsão que podem ser realizadas, água (fase aquosa) em óleo (fase orgânica) e óleo em água, sendo determinada somente pela quantidade de cada substância. Além disso, as fases hidrofílica e hidrofóbica determinam a natureza da emulsão.
- **Aerossol:** é uma dispersão coloidal sólida ou líquida dependendo do componente disperso. Os dois tipos de aerossol apresentam como dispersante gasoso, sendo que o aerossol sólido tem como exemplo a fumaça (partículas sólidas no ar) e o aerossol líquido a neblina (partículas de água no ar). De acordo com ATKINS 2012, os aerossóis são dispersões sólidas ou líquidas em gasosas, tendo como exemplos no cotidiano, desodorantes e nuvens.

De acordo com Jerlov (1953), foi definido uma das propriedades mais importantes das dispersões coloidais, o Efeito Tyndall com o intuito de determinar a quantidade de partículas suspensas por litro de água com concentrações definidas. O Efeito Tyndall é um fenômeno de dispersão da luz por causa das partículas suspensas, assim, pode-se identificar o trajeto dos raios de luz.

## 2.4 COLOIDES E SUA CONEXÃO COM A NANOTECNOLOGIA

Os coloides são dispersões de partículas (disperso) em um dispersante, ou seja, uma mistura homogênea a olho nu, mas com a ajuda de um microscópio é possível visualizar as partículas. Há misturas que evidenciam o pequeno tamanho das nanopartículas de ouro ou de prata que podem ser vistas através de um microscópio (JUNIOR, 1999).

No IV simpósio Nacional de Ciência e Tecnologia em 2014 na cidade paranaense de Ponta Grossa, apresentou-se um trabalho de Martins et al, (2007) que foi discutido o quanto é importante a inserção e desenvolvimento da temática nanotecnologia no ensino médio pelos documentos normativos do Ministério da Educação. O investimento em nanotecnologia no Brasil foi iniciado em meados de 2003 pelo Ministério da Ciência e Tecnologia e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Tecnológico (CNPq) no valor de 3 milhões de reais (MARTINS et al., 2007). A tecnologia e a ciência andam lado a lado para desenvolver produtos cada vez melhores e com qualidade, contendo a nanotecnologia como principal indicativo para chamar atenção na venda de cosméticos, alimentos e outros materiais. Um importantíssimo critério para relacionar a nanotecnologia com os coloides são os alimentos e cosméticos como gelatina, maionese, sorvete, esmaltes, creme hidratante e acessórios para maquiagem.

São inúmeras as aplicações dos coloides na sociedade, e uma delas é a utilização de soluções coloidais de nanopartículas de prata como agente bactericida que continham uma escala entre 12 e 50 nm, conforme explica Garcia (2011). Outra aplicação é a utilização de nanopartículas na liberação controlada de fármacos, onde envolve coloides, os quais, possuem as nanopartículas como agente disperso (GARCIA, 2011).

## 2.5 MÉTODO COOPERATIVO DE ENSINO JIGSAW

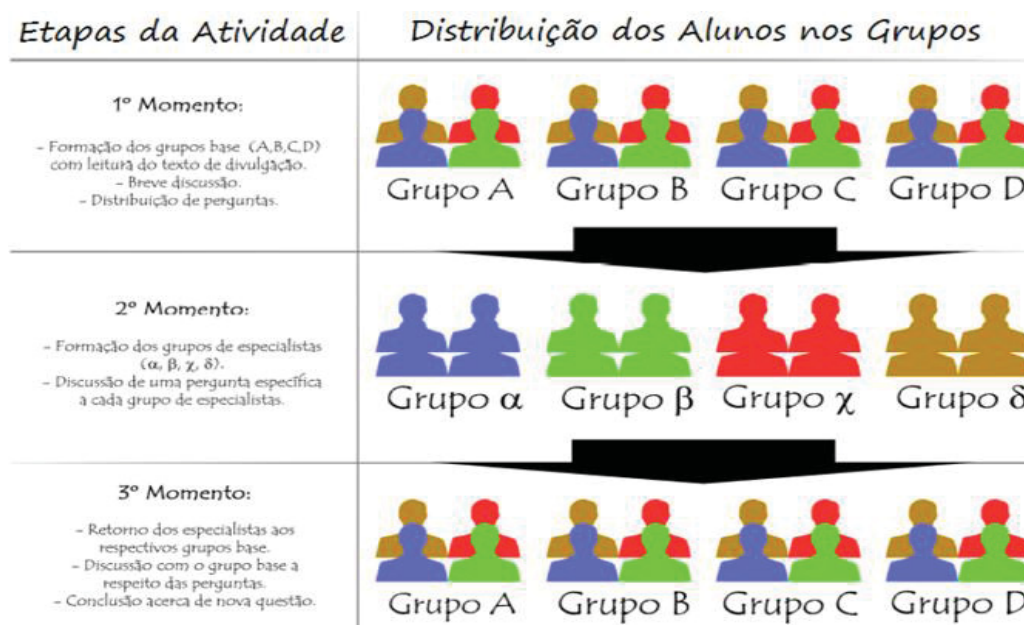
De acordo com Aronson (2013), nas salas de aula do ensino médio os professores observam os alunos resolvendo exercícios e desenvolvendo trabalhos individualmente, contribuindo assim para um método tradicional de ensino. Pelos conflitos e desentendimentos gerados através do método tradicional na sala de aula, tais como manter a mesma estratégia de lecionar em um quadro negro e deixar os alunos distribuídos uniformemente pela sala de aula, surgiu a necessidade de se criar um método no qual o cooperativismo predominasse, ou seja, onde o trabalho em grupo ajudasse na construção do conhecimento.

Segundo Aronson (2013), o método de ensino Jigsaw surgiu há pouco mais de quatro décadas, proporcionando um aprendizado em grupo, possibilitando uma maior interação entre os estudantes, surgindo assim novas ideias e uma construção do conhecimento mais significativa por haver mais troca de informações e ideias.

De acordo com Fatareli, et al. (2010), o Jigsaw é um método desenvolvido nos anos 70 pelo professor Elliot Aronson na Universidade do Texas e Califórnia que se aplica não só em sala de aula mas também em aulas de campo, a qual, é obrigatório realizar passo a passo os procedimentos específicos, possibilitando o desenvolvimento da aprendizagem significativa e competências cognitivas. A sequência do método que foi trabalhada por Fatareli, foi:

- Dividir os alunos em grupos de base, ou seja, um grupo inicial.
- Cada grupo de alunos receberá um tópico para ser discutido.
- O tópico necessita ser dividido em subtópicos, na quantidade de alunos do grupo.
- Em seguida, os alunos que estão com subtópicos iguais se reúnem para formar um novo grupo, chamado grupo de especialistas.
- Haverá um tempo para o estudo e discussão entre os alunos.
- Os estudantes se reúnem novamente nos grupos de origem para apresentar o que aprenderam, destacando os conhecimentos mais importantes para a compreensão do tópico principal.

FIGURA 2: REPRESENTAÇÃO DO MÉTODO JIGSAW



FONTE: Fatareli (2010)

Fatareli et al. (2010), aplicaram o método cooperativo Jigsaw para o conteúdo de velocidade de reação química, reservando de 3 a 4 aulas de 50 minutos cada. Os grupos de base possuíam 5 alunos cada e para que houvesse a participação de todos do grupo o professor pediu para que cada um tivesse os respectivos papéis que ainda não foram apresentados:

- Redator: Escreve as respostas do grupo.
- Mediador: Organiza as discussões dentro do grupo.
- Relator: Explica os resultados da discussão.
- Porta-voz: Tira dúvidas com o professor.

Observação: Como contém 5 alunos, dois alunos devem fazer parte de uma mesma função.

A divisão de funções em que cada aluno exerce dentro do grupo possibilitou realizar trabalho em grupo e comunicação oral. A aplicação do método se iniciou separando os alunos em grupos de base e aplicando as respectivas funções para cada integrante, procedimento com duração de 10 minutos aproximadamente. Em seguida foram reservados mais 15 minutos para a apresentação do conteúdo pelo

professor, e nesse período de tempo foi proposta a seguinte pergunta: “*Que fatores afetam a velocidade da reação química?*”. Após terem respondido à questão, houve um tempo de 25 minutos para a formação dos grupos de especialistas, sendo que cada grupo tratava de um fator que interfere na velocidade da reação química. Ao retornar aos grupos iniciais todos os estudantes precisavam se tornar mediadores do conhecimento a partir do grupo de especialistas, ensinando aos outros colegas e explicando de forma clara o que aprenderam, assim o método proporcionou uma maior participação de todos. Após todos os procedimentos necessários necessitou realizar uma verificação do conhecimento obtido através de uma descrição que os alunos fizeram sobre as ações úteis e inúteis do grupo e se realmente os objetivos foram atingidos. No final responderam individualmente um questionário contendo 15 questões apresentadas no QUADRO 4:

QUADRO 4: PERGUNTAS EM RELAÇÃO AO MÉTODO APLICADO NO FORMATO JIGSAW

1 – Eu pude trabalhar com mais independência no formato de aula Jigsaw do que faço normalmente nas aulas expositivas.
2 – Eu teria gostado mais se o professor tivesse nos ajudado mais diretamente no entendimento do conteúdo de cinética que estão nas etapas do método Jigsaw.
3 – Eu trabalhei com mais intensidade no formato de aula Jigsaw do que costumo trabalhar durante as aulas expositivas dialogadas.
4 – Eu prefiro quando o professor discute tópicos com a classe toda (aula expositiva dialogada), do que quando temos que trabalhar em pequenos grupos.
5 – Eu acredito que aprendi muito sobre o conteúdo “Fatores que influenciam a velocidade das reações” trabalhando no formato de aula Jigsaw.
6 – Eu não gostei de trabalhar no formato de aula Jigsaw pois meu trabalho ficou muito dependente do desempenho dos meus colegas.
7 – Eu acho que o formato de aula Jigsaw é confuso e desestruturado.
8 – Eu gostei de trabalhar no formato de aula Jigsaw porque pude trabalhar junto com outros colegas.
9 – Foi difícil organizar sozinhos o nosso trabalho no formato Jigsaw.
10 – O uso de diferentes métodos de ensino (como o formato de aula Jigsaw) torna nossas aulas mais divertidas e menos cansativas.

11 – Acredito que a distribuição de papéis entre os participantes do grupo de base, facilitou a realização das atividades solicitadas pelo professor.
12 - Acredito que a distribuição de papéis entre os participantes do grupo de base, facilitou a organização do trabalho em grupo.
13 – Ter um papel específico a desempenhar no grupo me ajudou no desenvolvimento de novas habilidades ou no aperfeiçoamento de habilidades que eu já possuía.
14 – Considero que o processamento grupal, realizado no final do trabalho dos grupos de base, é importante para o andamento das atividades no grupo.
15 – Eu gostaria de participar novamente de aulas no formato Jigsaw na disciplina de Química.

FONTE: Fatareli e colaboradores (2010)

As afirmações 1, 3, 6, 8 e 9 abordam a conduta e comportamento dos alunos durante as atividades e as afirmações 2, 4, 5, 13 e 15 tratam de como o método aplicado contribuiu e impactou para o aprendizado. O questionário foi respondido utilizando um padrão de respostas objetivas chamada Escala Likert de cinco pontos, os quais são: Concordo Fortemente (CF), Concordo (C), Indeciso (I), Discordo (D) e Discordo Fortemente (DF).

Comparando as respostas que os alunos colocaram em relação à pergunta inicial lançada pelo professor sobre o conteúdo de velocidade de reação temos as seguintes respostas apresentadas no QUADRO 5:

QUADRO 5: RESPOSTAS APONTADAS PELOS ALUNOS PARA O QUESTIONAMENTO “QUE FATORES AFETAM A VELOCIDADE DAS REAÇÕES QUÍMICAS” NAS DISCUSSÕES (INICIAL E FINAL) NOS GRUPOS DE BASE.

GRUPO	Resposta Inicial dos grupos de base	Resposta final dos grupos de base
1	<i>“Alguns fatores que influenciam a velocidade de uma reação química são: a temperatura, a quantidade dos reagentes, e a energia liberada na reação”</i>	<i>“A temperatura, pois quanto maior for a temperatura, maior a velocidade com que ocorre a reação, ou seja, são diretamente proporcionais; A desintegração das moléculas, quanto mais as moléculas do reagente estiverem separadas, mais fácil ocorre a reação; já quando as moléculas estão juntas a reação é mais</i>

		dificultada; Concentração, quanto maior a concentração maior a velocidade; Catalisador, aumenta a velocidade da reação; Conservadores, retarda o processo de degradação dos alimentos.”
2	“Um dos fatores que podem afetar a velocidade de uma reação é a temperatura, com o aumento desta as colisões entre os átomos tornam-se mais acentuadas aumentando a velocidade da reação. Com temperaturas baixas a reação ocorre com menor intensidade, por exemplo: conservação de alimentos na geladeira.”	“Existem muitas coisas que podem influenciar a velocidade de uma reação química: - temperatura do solvente - adição de reagentes - concentração - inibidor e catalisador”
3	“Os fatores que afetam a velocidade de uma reação são a temperatura, e o estado físico em que o reagente estiver: sólido, líquido e gasoso.”	“Os fatores que afetam a velocidade uma reação são temperatura, pois quando ela é maior é mais rápida a reação e quando a temperatura é menor a velocidade de reação é menor. O catalisador acelera a reação dos reagentes, pois o detergente e água oxigenada reagiram com a batata e a reação entre eles foi acelerada. Outro fator é o volume do solvente, pois no experimento do hidróxido de sódio a velocidade da reação foi maior no pote que tinha maior quantidade de NaOH e essa reação é com bolinhas de alumínio e na berinjela a vitamina C age como inibidor, pois retarda a oxidação da berinjela. Outro fator que influencia a velocidade são as moléculas já separadas. Exemplo: em casa quando cozinhamos alimentos a gente corta os alimentos para acelerar o processo.”
4	“A afinidade entre os reagentes; As condições do ambiente em que a reação ocorre: temperatura, pressão, umidade; Estado físico dos reagentes; O meio em que as reações ocorrem: aquoso, sólido e gasoso.”	“A concentração e a temperatura dos reagentes são diretamente proporcionais à velocidade da reação; A presença de alguns reagentes pode retardar ou acelerar uma reação; A área de contato entre os reagentes contribui para as colisões, podendo aumentar ou diminuir a velocidade da reação.”

5	<p><i>“Energia, velocidade das colisões, quantidade de reagentes, pressão.”</i></p>	<p><i>“Temperatura (quanto maior a temperatura mais rápida é a reação), Superfície de contato (quanto maior a superfície de contato mais rápida é a reação); Concentração (quanto maior a concentração mais rápida é a reação); Agente inibidor (onde não há inibidor a reação é mais rápida); Agente catalisador (onde não há catalisador a reação é mais rápida).”</i></p>

FONTE: Fatareli *et al.* (2010)

Ao observar e comparar as respostas dos alunos em relação ao conteúdo, Fatareli *et al.* (2010), constatou uma melhora de 90% na obtenção do conhecimento e aprendizagem por utilizar o método cooperativo de ensino Jigsaw.

## **METODOLOGIA**

A metodologia de pesquisa utilizada nesse trabalho é qualitativa com a utilização de instrumentos de pesquisa como um questionário inicial e final, escala *Likert* e o método Jigsaw a fim de obter conhecimento sobre o assunto avaliado: o aprendizado dos alunos em relação ao conteúdo e o método Jigsaw. O referido método destaca a compreensão em relação ao aprofundamento dos alunos no assunto através da discussão gerada entre os grupos e o trabalho em equipe, que são as vantagens mais importantes dentro do método. Primeiramente ocorre a aplicação de material didático com uma base de fundamentação teórica muito bem preparada (PRODANOV, 2013).

A pesquisa qualitativa utilizada nesse trabalho tem como principal característica tornar o estudante protagonista da aula, permitindo com que obtenha o conhecimento a partir da interação e diálogo com outros pertencentes ao mesmo ambiente. No caso do professor que pretende aplicar um conteúdo específico e queira a obtenção de resultados a partir do método, esse tipo de pesquisa é essencial. O elemento mais importante dentro de uma pesquisa qualitativa é o pesquisador, o qual, deve orientar no processo e o desenvolvimento do trabalho, seguindo corretamente os passos para finalização de sua pesquisa. A coleta de dados nesse tipo de pesquisa se dá através de fotografias, desenhos, entrevistas e outros tipos de documentos como questionário por exemplo. As pessoas que são avaliadas não devem ser vistas individualmente, mas sim como um todo (GODOY, 1995).

### **5.1 LEVANTAMENTO DE DADOS**

O trabalho foi realizado a partir de uma revisão bibliográfica dos pressupostos teóricos conceituais em relação ao tema abordado bem como o levantamento de aspectos importantes sobre os Coloides e Nanotecnologia. Realizou-se a procura de um método que possibilitasse a compreensão do conteúdo de Coloides por parte dos alunos. Seguidamente, se utilizou da observação, levantamento e análise de informações relevantes ao objetivo deste trabalho, para que os grupos de alunos pudessem realizar. As atividades possuem um intuito de inserir a nanotecnologia como descoberta na área dos coloides que é trabalhada nas salas de aula.

## 5.2 DESENVOLVIMENTO DA METODOLOGIA DE ENSINO

Foram ministradas 5 aulas pelo Google Meet (via remota) de 40 minutos cada, com a aplicação do conteúdo principal (Nanotecnologia e Coloides), empregando-se o método Jigsaw de ensino e questionários inicial e final. O diário de bordo foi elaborado permitindo o discente anotar no seu caderno o registro detalhado e preciso dos fatos, das etapas de cada aula, descobertas e das novas indagações, além de ter o registro das datas e locais, das investigações, testes e resultados alcançados. O professor orientou no início de cada aula para que os alunos preenchessem o diário de bordo e enviassem após a aula.

Todas as aulas remotas foram gravadas, mas para isso, foi necessário o consentimento e autorização por parte dos alunos.

**Primeiro encontro:** iniciou-se a aula com o professor se apresentando e explicando como seriam as aplicações das atividades com a turma. Houve a exposição da definição e do significado do método Jigsaw de ensino para que os alunos obtivessem um conhecimento prévio sobre o método Jigsaw.

Em um segundo momento, nessa mesma aula, foi disponibilizado aos alunos um questionário inicial para acesso imediato pelo *google* formulário (APÊNDICE 1), o qual continha quatro questões básicas, no intuito de verificar o nível de conhecimento dos alunos sobre a temática Coloides e Nanotecnologia. No final da aula, ao visualizar na parte superior do formulário no botão “respostas” foi selecionado “não receber mais respostas”, para não permitir mais o recebimento de formulários respondidos.

Foi necessário liberar o preenchimento do formulário com o questionário inicial, somente no horário de aula para que não haja a maior possibilidade de haver resposta sem consulta. A aplicação foi até o final dessa primeira aula de 40 minutos.

**Segundo encontro:** Foi lecionado em uma aula de 40 minutos, utilizando projetor, o conteúdo de Nanotecnologia e Coloides, explicitando os conceitos, definições, aplicações no cotidiano, como a matéria é manipulada em nano escala, riscos e benefícios que a nanotecnologia pode nos proporcionar, conforme os slides produzidos que se encontram no produto educacional dessa pesquisa.

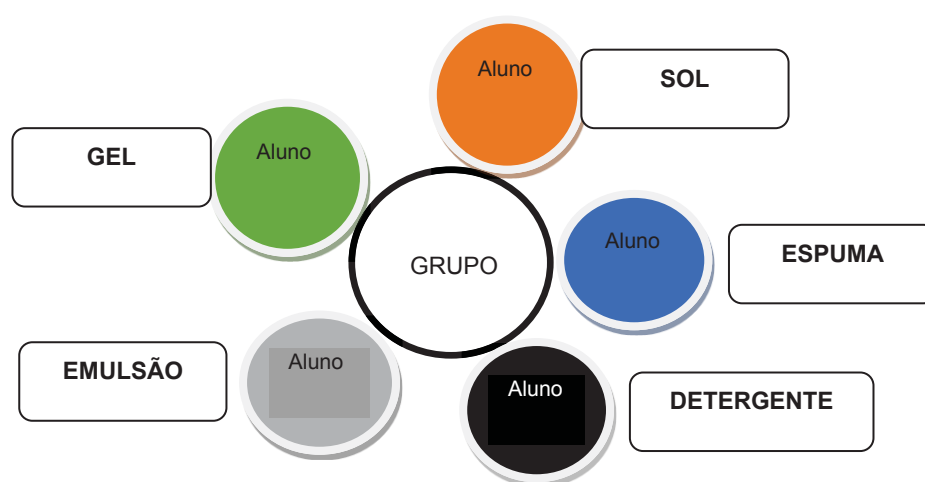
Para a explicação da Nanotecnologia necessita-se apresentar o conceito de que a nanotecnologia é a ciência que estuda a manipulação da matéria em nano escala. Os slides apresentam aplicações em eletrônica, energia, biomedicina, meio ambiente, alimentação e têxtil.

Ainda nessa aula, o diário de bordo começou a ser produzido pelos alunos para o registro dos acontecimentos, compreensão e conclusões que os alunos obtiveram dos conteúdos aplicados.

**Terceiro encontro:** Em uma aula de 40 min os alunos foram distribuídos em 5 grupos de 6 integrantes cada. Em cada grupo foi disponibilizado um artigo científico chamado “Mundo dos Coloides” que continha informações tais como, definição e classificação, as quais são importantíssimas para os estudantes.

Pediu-se que cada integrante do grupo de origem escolhesse um tipo de coloide (Gel, Emulsão, Sol, Aerossol e Espuma) para ser estudado e analisado, como demonstrado na FIGURA 3. Assim, houve a formação de um especialista para cada tipo de coloide.

FIGURA 3: DISTRIBUIÇÃO DOS SUBTÓPICOS PELOS ALUNOS DENTRO DO GRUPO DE ORIGEM



FONTE: o autor (2021)

Em seguida, os grupos de origem foram desmembrados tendo sido formado novos grupos com os alunos que escolheram o mesmo tipo de coloide, ou seja, os grupos de especialistas.

O professor disponibilizou duas perguntas para que os alunos respondessem ao final da segunda aula com o propósito de identificar se realmente os alunos aprenderam e realizar ao menos uma pesquisa para estabelecer conexões entre o conteúdo de coloides e nanotecnologia.

**Quarto Encontro:** Esse encontro de 40 minutos foi destinado para aplicação do questionário final, o qual, continha cinco questões com o intuito de verificar se houve compreensão por parte dos alunos e se a contextualização foi bem-sucedida conforme o método aplicado. As questões do questionário final estão inseridas no (APÊNDICE 2) desse trabalho.

Ao aplicar o questionário, o professor criou uma sala no *google meet* e pediu para que os alunos permanecessem com a câmera ligada e microfone desligado para ter certeza de que os alunos estavam realmente realizando a atividade. Após 40 minutos de aplicação, o último aluno entregou o questionário.

**Quinto Encontro:** No quinto e último encontro de 40 minutos, os alunos retornam aos grupos de origem dentro de cada sala do *google meet*, criada pelo professor, para apresentar e explicar em 20 minutos o que aprenderam sobre o subtópico aprendido no grupo de especialistas.

Nos 20 minutos restantes, o professor aplicou um questionário com 8 perguntas (APÊNDICE 3) contendo (Discordo fortemente, Discordo, Indeciso, Concordo, Concordo fortemente) como resposta, que avalia o quanto o método Jigsaw de ensino foi eficaz e se foi aprovado ou não pelos alunos.

### 3 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados dessa pesquisa foram obtidos a partir do desenvolvimento das etapas descritas previamente no Colégio Estadual Eunice Borges da Rocha para 36 alunos de terceiro ano do Ensino Médio.

#### 3.1 CATEGORIZAÇÃO DAS RESPOSTAS DOS ALUNOS

Segundo Fatareli et al. (2010), precisa-se categorizar as respostas e foram definidos alguns critérios para correção a partir da escala *Likert*. Dentre as categorias para definir se os alunos responderam de forma a contemplar o que foi pedido na pergunta, ou seja, se corresponderam ao comando da questão, foi usada a distribuição constante no QUADRO 6:

QUADRO 6: CATEGORIAS DE RESPOSTAS DOS ALUNOS

Categoria 1 – Não sabe ou não soube opinar. (NS)
Categoria 2 – Plágio (P)
Categoria 3 – Insatisfatório (INS)
Categoria 4 – Completo (C)
Categoria 5 – Incompleto (INC)

FONTE: Fatereli (2010)

São essas as categorias contidas na pesquisa de Fatareli et al. (2010), sendo elas adaptadas para esse trabalho, para análise das respostas dos alunos em cada questão do questionário inicial e final. No QUADRO 1 apresentamos a categorização baseada na escala *Likert*, que é um tipo de escala de medida que serve para analisar as opiniões, ou o nível de concordância do entrevistado e nesse caso foi utilizado para analisar a opinião do aluno. A escala *Likert* é constituída por cinco diferentes categorias que vão desde a total compreensão ao não conhecimento sobre o assunto permitindo desenvolver um conjunto de afirmativas à definição de determinado tema (SILVA JUNIOR; COSTA, 2014).

### 3.1.1 AULA 1 - ANÁLISE DAS RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO INICIAL.

A primeira pergunta do questionário inicial, que foi respondida por 36 alunos no Colégio Estadual Eunice Borges da Rocha, “**O que você sabe sobre a Nanotecnologia?**”, teve como objetivo identificar se os alunos tinham o conhecimento prévio sobre nanotecnologia.

Nessa primeira aula foi perguntado aos alunos se já tiveram contato com o conteúdo de nanotecnologia em outras disciplinas e alguns alunos responderam no chat que ao começar o ano letivo, o professor de física da turma mostrou um vídeo disponível no *youtube*, sobre o conceito da nanotecnologia e suas aplicações, porém não foi aplicada qualquer atividade aos estudantes.

QUADRO 7: ALUNOS QUE NÃO SABEM RESPONDER À QUESTÃO 1 DO QUESTIONÁRIO INICIAL

Aluno 17	Não sei dizer.
Aluno 23	Não sei.
Aluno 34	Não sei.

FONTE: O autor (2021)

De acordo com o QUADRO 7, os alunos 17, 23 e 34 não souberam responder ou opinar e, portanto, não sabiam do que a nanotecnologia se tratava. Com isso, essas respostas foram categorizadas como NS, ou seja, não sabe ou não soube opinar.

O QUADRO 8 apresenta as respostas insatisfatórias dos alunos 1, 2, 16, 20, 24, 26, 27 e 33 que não corresponderam ao conceito de nanotecnologia, pois de acordo com os conceitos de nanotecnologia dito por Silva *et al.* (2018), o qual cita que o significado de nanotecnologia pode ser compreendido por construção das estruturas, materiais, objetos e dispositivos a partir do controle da forma e tamanho da escala nanométrica, com o objetivo de criar aplicações tecnológicas. O aluno 2 deixou sua resposta incompleta pois explica o que o nome “nanotecnologia” significa e não retrata o conceito. Os alunos 16, 20 e 24 citaram a “matéria atômica e molecular” que também não contempla o conceito de nanotecnologia, assim como o aluno 26. Segundo Baril (2012), o próprio nome “nanotecnologia” apresenta o significado de tecnologia em escala nano mas não o conceito. O aluno 11 respondeu

citando somente partículas, sendo que a nanotecnologia vai além de somente partículas conforme cita Silva e Costa (2018).

QUADRO 8: RESPOSTAS INSATISFATÓRIAS (INS), DA QUESTÃO DE NÚMERO 1.

Aluno 1	É a tecnologia que estuda a matéria em escala nano.
Aluno 2	Que é uma tecnologia que trabalha com matéria em nanoescala.
Aluno 11	Que são minúsculas partículas tecnológicas, que são recentes e que tem um trabalho muito eficiente.
Aluno 16	Que é um estudo sobre a matéria atômica e molecular
Aluno 20	Sei que é uma forma atômica de tecnologia e que pode ajudar muito futuramente
Aluno 24	É o entendimento da matéria em pequena escala que é atômica
Aluno 26	É um controle da matéria, em escala atômica
Aluno 27	É o estudo da tecnologia nanométrica que pode ser utilizada para várias utilizações
Aluno 33	São tecnologias que tem um tamanho muito pequeno.

FONTE: O autor (2021)

Os alunos 4, 8, 10, 15, 18, 21, 22, 25, 28, 32, 35 responderam à questão copiando diretamente da internet. Para comprovar que houve plágio foram efetuadas pesquisas no google utilizando-se as mesmas frases que os alunos haviam fornecido nas respostas. Assim, tais respostas foram consideradas Plágio (P) conforme o QUADRO 9.

QUADRO 9: ALUNOS QUE COMETERAM PLÁGIO (P) NA QUESTÃO DE NÚMERO 1 DO QUESTIONÁRIO INICIAL.

Aluno 4	A nanotecnologia é uma ciência que estuda a matéria numa escala atômica e molecular em nanômetros. Pode ser utilizada em diferentes áreas como, a medicina, eletrônica, física, química, biologia e entre outros.
Aluno 8	É a tecnologia que trabalha no desenvolvimento de materiais em escala nanométrica. Geralmente muito utilizado na área da medicina, no desenvolvimento de medicamentos.
Aluno 10	Nanotecnologia é uma tecnologia que aplica dispositivos ultrapequenos feitos em nível atômico e molecular. Esta é uma tecnologia que tem chamado a atenção porque tornou-se possível realizar uma tecnologia para controlar substâncias livremente na faixa do nanômetro.

Aluno 15	A nanotecnologia é a ciência que trabalha em escala nanométrica, com as dimensões de átomos, moléculas e sistemas pequenos para criar processos industriais, materiais de alta performance e produtos.
Aluno 18	É uma ciência que se dedica à manipulação da matéria nas escalas atômicas e moleculares que lidam com a estrutura de átomos entre 1 e 1000 nanômetros.
Aluno 21	Nanotecnologia é o entendimento e controle da matéria em nanoescala, em escala atômica e molecular. Ela atua no desenvolvimento de materiais e componentes para diversas áreas de pesquisa como medicina, eletrônica, ciências, ciência da computação e engenharia dos materiais
Aluno 22	é o entendimento e controle da matéria em nanoescala, em escala atômica e molecular. Um dos princípios básicos da nanotecnologia é a construção de estruturas e novos materiais a partir dos átomos. O objetivo é elaborar estruturas estáveis e melhores do que se estivessem em sua forma "normal".
Aluno 25	Nanotecnologia é o entendimento e controle da matéria em nanoescala, em escala atômica e molecular. Ela atua no desenvolvimento de materiais e componentes para diversas áreas de pesquisa como medicina, eletrônica, ciências, ciência da computação e engenharia.
Aluno 28	A nanotecnologia é o estudo de manipulação da matéria em escala atômica e molecular e inclui o desenvolvimento de materiais que está associada a diversas áreas como a medicina, eletrônica, ciência da computação, física, química, biologia e engenharia dos materiais entre outras.
Aluno 32	Nanotecnologia é o entendimento e controle da matéria em nanoescala, em escala atômica e molecular. Ela atua no desenvolvimento de materiais e componentes para diversas áreas de pesquisa como medicina, eletrônica, ciências, ciência da computação e engenharia dos materiais.
Aluno 35	A nanotecnologia é uma ciência que se dedica ao estudo da manipulação da matéria numa escala atômica e molecular lidando com estruturas entre 1 e 1000 nanômetros.

FONTE: O Autor (2021)

Os alunos 5, 6, 7, 13 e 19 responderam à pergunta de forma a não contemplar o conhecimento necessário para apresentar uma resposta completa, sendo assim, são inseridos na categoria das respostas incompletas (INC), conforme o QUADRO 10. Conforme Baril (2012), que a compreensão do termo nano é de extrema importância para entendermos mais a fundo esse tema e que essa escala é apenas uma classificação para o tamanho.

QUADRO 10: ALUNOS COM RESPOSTAS INCOMPLETAS NA QUESTÃO 1 DO QUESTIONÁRIO INICIAL

Aluno 5	Nanotecnologia é a parte da ciência que estuda a manipulação da matéria em escala nano.
Aluno 6	É utilizada na construção de softwares melhores que ocupem menos espaço, lentes, tela de computadores, etc
Aluno 7	Nanotecnologia é a ferramenta para estudar as coisas pequenas, é a tecnologia em desenvolvimento para construir sistemas cada vez menores.
Aluno 13	A nanotecnologia está crescendo e abrangendo cada vez mais áreas, além de que, ela compreende os estudos realizados em escala nanométrica.
Aluno 19	Nanotecnologia é a tecnologia que tem a escala pequena em diversas áreas

FONTE: O Autor (2021)

Na categoria de resposta completa (C) entram os alunos 3, 12, 14, 30, 31 e 36 descritos no QUADRO 11 a seguir:

QUADRO 11: ALUNOS QUE OBTIVERAM RESPOSTA COMPLETA NA QUESTÃO 1 DO QUESTIONÁRIO INICIAL.

Aluno 3	A nanotecnologia envolve a escala nanométrica e permite que se produza estruturas de materiais, tornando-os mais eficientes e com outras propriedades de interesse em determinada área
Aluno 12	Nanotecnologia se refere ao emprego e utilização de partículas em escala nanométrica, e até mesmo átomos, nos mais diversos campos da ciência
Aluno 14	Capacidade de sintetizar, manipular e caracterizar matéria em escala nanométrica ( inferior a 100nm)
Aluno 30	Acho que é uma tecnologia que envolve a construção de estruturas em nível nanométrico, que permite aprimorar a qualidade de materiais e outras substâncias no meio científico.
Aluno 36	São construções de estruturas e novos materiais a partir de partículas, que podem ser usadas em diversas áreas científicas.

Fonte: O autor (2021)

Pelos resultados que a primeira questão proporcionou, podemos afirmar que 39% dos alunos plagiaram a resposta. Os estudantes plagiaram buscando respostas fáceis e sem pensamento crítico, descredibilizando a pesquisa que estava sendo aplicada à turma. Como a aplicação da pesquisa foi totalmente de modo remoto,

através do *google meet*, permitiu com que os alunos utilizassem a internet mais facilmente e sem o professor perceber. O ensino remoto emergencial na pandemia tomou conta de todas as escolas e universidades pelo mundo, com isso os professores adquiriram uma certa insegurança em relação à aplicação de testes *on-line* pois não há como vigiar os estudantes durante as provas, possibilitando o aumento de cópias e comunicação entre estudantes (LOPEZ, 2021).

Segundo Tonkeslki (2019), a nanotecnologia é o estudo da manipulação da matéria e produção de materiais cada vez menores para aprimorar as características de um determinado objeto. Analisando as respostas dos alunos, somente 5 alunos dos 36 alunos obtiveram respostas completas na primeira questão do questionário inicial. Podemos concluir também, pelo número baixo de respostas corretas obtidas que a nanotecnologia não está completamente compreendida. Comparando as respostas dos alunos com os conceitos principais presentes no referencial, e partindo de que os alunos não tiveram aulas sobre nanotecnologia, não haveria respostas corretas.

A partir das respostas dos estudantes nessa questão, pode-se concluir que os estudantes já tiveram contato com o termo nanotecnologia e algum conceito superficial em relação a esse assunto em um determinado momento.

A segunda questão foi: **“você compreende que a Nanotecnologia já está empregada em nosso cotidiano? Se sim, cite exemplos:”**, apresentou resultados que podemos analisar, através de dois comandos que são: se a nanotecnologia está presente em nosso cotidiano e citar os exemplos.

Podemos observar que houve a utilização de muitos exemplos de aplicação da Nanotecnologia em diferentes áreas como ciências da computação, engenharia, biomedicina, alimentação, têxtil, medicina e cosméticos. Há respostas que são mais específicas e detalhadas fazendo referências a determinados objetos e produtos que apresentam nanotecnologia em sua composição ou foram produzidos por algum método nanotecnológico.

Os estudantes que não sabem as aplicações da nanotecnologia e que entram na categoria (NS) são os alunos 1, 8, 17, 23, 26, 27, 34 e 35 apresentados no QUADRO 12.

QUADRO 12: ALUNOS QUE NÃO SABEM (NS) A RESPOSTA SOBRE A APLICAÇÃO DA NANOTECNOLOGIA

Aluno 1	Não
Aluno 8	Não
Aluno 17	Não sei
Aluno 23	Não ouvi falar
Aluno 26	Não sei onde é aplicado
Aluno 27	Não sei
Aluno 34	Não sei onde.
Aluno 35	Não

FONTE: O autor (2021)

Os estudantes que cometeram plágio são os alunos 7, 11, 13, 14, 16, 19, 20, 29, 33 e 36, sendo assim, não contribuíram para a pesquisa de alguma forma. Aqui podemos visualizar mais um caso de que os alunos podem facilmente copiar da internet realizando testes remotamente. Os exemplos no QUADRO 13, foram bem plausíveis em relação a aplicação da nanotecnologia, porém considerados plágio.

QUADRO 13: ALUNOS QUE COMETERAM PLÁGIO NA SEGUNDA QUESTÃO (P) DO QUESTIONÁRIO INICIAL

Aluno 7	Sim, na tela e aparelhos eletrônicos, pneus, softwares de celulares, notebooks, etc
Aluno 11	A nanotecnologia poder estar empregada no dia a dia, como na miniaturização de componentes eletrônicos (ex: microchip); em protetores solares. E até mesmo na medicina, com o uso de microssensores que permitem a entrega de medicamentos, monitoramento do que está acontecendo no corpo e realização de cirurgia direta.
Aluno 13	Sim. Há empregos em materiais de alta resistência, como em equipamentos esportivos, tecidos, pás de geradores eólicos. Há projetos de utilização em estruturas de aviões, na medicina, na agricultura etc.
Aluno 14	Sim, ela está empregada na medicina (utilização de pele artificial), cosméticos (protetor solar), na fabricação de fios.

Aluno 16	Sim, a nanotecnologia está presente desde remédios até equipamentos eletrônicos. Além de ter relação com a física, química e geografia. Na física, possui o diagnóstico ressonância, na química, pode-se produzir medicamentos e cosméticos, na geografia pode trazer benefícios para o meio ambiente, entre outros meios que está empregada.
Aluno 19	Sim, em embalagens, na indústria alimentícia, têxtil (roupas), medicamentos, brinquedos, baterias etc.
Aluno 20	Ela atua no desenvolvimento de materiais e componentes para diversas áreas de pesquisa como medicina, eletrônica, ciências, ciência da computação e engenharia dos materiais.
Aluno 29	Tecidos, Cosméticos, Remédios, Microprocessadores, Aparelhos Eletrônicos Protetor solar.
Aluno 33	Medicina, eletrônica, ciências, ciência da computação e engenharia dos materiais.
Aluno 36	Sim, Energia, Biomedicina, Meio ambiente, Alimentação, Têxtil.

FONTE: O autor (2021).

O aluno 24 não correspondeu ao comando da segunda pergunta do questionário inicial colocando apenas a definição dessa maneira demonstrada no QUADRO 14 abaixo.

QUADRO 14: RESPOSTA DO ALUNO 24 NA SEGUNDA QUESTÃO DO QUESTIONÁRIO INICIAL.

Aluno 24	Nanotecnologia é o entendimento e controle da matéria em nanoescala, em escala atômica e molecular.
----------	---

FONTE: O autor (2021).

A maioria dos alunos conseguiram responder onde a nanotecnologia está empregada, são os alunos 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 12, 15, 18, 21, 22, 25, 28, 30, 31 e 32. Não foi detectado nenhum tipo de cópia nessas respostas, sendo assim, pôde-se categorizar as respostas como (C) conforme o QUADRO 15.

QUADRO 15: RESPOSTAS DOS ALUNOS QUE SABIAM ONDE A NANOTECNOLOGIA É APLICADA NA SEGUNDA QUESTÃO DO QUESTIONÁRIO INICIAL.

Aluno 2	Sim, na indústria têxtil e na medicina.
Aluno 3	Sim, por exemplo na pasta de dente e embalagens a vácuo.
Aluno 4	Cosméticos, medicina e entre outros.
Aluno 5	A nanotecnologia já está no nosso dia a dia, como nos celulares e cosméticos.
Aluno 6	Celulares, Computadores, TVs, e grande parte das tecnologias atuais
Aluno 9	Sim, na produção de roupas e em alguns produtos de skincare.
Aluno 10	Sim, na medicina, nós cosméticos
Aluno 12	Sim, cosméticos, tratamento de doenças, remédios, etc.
Aluno 15	Sim, por exemplo na indústria têxtil é recente, ela serve para dar novas características a fibras, fios e tecidos
Aluno 18	Sim, praticamente em tudo o que usamos, como shampoo, esmaltes, cremes...
Aluno 21	sim na medicina, eletrônica, ciências da computação etc.
Aluno 22	Sim ,em Produtos de beleza ,em nossas roupas ,em celulares ,computador e por fim .
Aluno 25	Sim, desde a roupa até o protetor solar a nanotecnologia está presente.
Aluno 28	Sim um exemplo seriam as camisas termicas com proteção UVA e UVB que tambem por sua vez a malha tambem e termica fazendo com que o usuario nao passe frio ou calor
Aluno 30	Sim, temos ela implantada na medicina, ciências da computação, engenharia e etc.
Aluno 31	Sim , cosméticos, remédios
Aluno 32	Sim , a nanotecnologia está implantada em áreas como a alimentação e no meio ambiente

FONTE: O autor (2021)

Nas respostas consideradas completas da segunda questão do questionário inicial, os alunos realmente destacaram as possíveis áreas de aplicação da nanotecnologia. Algumas não tão específicas como engenharias, ciências, medicina e computação que não permitem saber onde a nanotecnologia pode ser aplicada dentro dessas áreas do conhecimento. Os alunos 3, 4, 6, 9, 12, 15, 18, 28 e 32 colocaram respostas mais específicas como protetor solar, tecidos, embalagens à vácuo e cosméticos possibilitando saber mais afundo onde essa nova tecnologia pode ser aplicada. Segundo Ramos (2008) a nanotecnologia vai ganhando cada vez mais espaços em embalagens e produtos vendidos no mercado, os quais, possuem linhas de produção em larga escala para a população.

Pode-se concluir que a maior parte dos estudantes sabem onde a nanotecnologia é encontrada de um modo geral no nosso cotidiano. De acordo com Wartha (2005), dos 5 livros didáticos analisados, utilizados pelos estudantes, somente um citou em um dos capítulos do livro sobre o conceito de nanotecnologia.

A terceira questão teve como objetivo analisar se os alunos compreendiam os colóides com a seguinte pergunta, “ **O que você entende que são colóides?**”.

Os alunos que descreveram não saber ou não lembrar sobre o conceito de colóides são os alunos 1, 2, 6, 8, 9, 11, 19, 25, 28, 32, 34 e 35, ou seja, são 36,11% dos estudantes que foram inseridos na categoria (NS) e as respostas estão no QUADRO 16:.

QUADRO 16: RESPOSTA DOS ALUNOS QUE NÃO SABEM OU NÃO OPINARAM SOBRE A TERCEIRA QUESTÃO DO QUESTIONÁRIO INICIAL.

Aluno 1	Não sei o que é colóides.
Aluno 2	Não lembro.
Aluno 6	Não sei.
Aluno 8	Não tenho conhecimento sobre.
Aluno 9	Não
Aluno 11	Não sei
Aluno 19	Não sei professor
Aluno 25	Não tenho ideia.
Aluno 28	Não sei.

Aluno 32	Não sei.
Aluno 34	Não lembro.
Aluno 35	não

FONTE: O autor (2021)

Podemos observar no QUADRO 16 que os alunos realmente não sabiam responder, os quais correspondem à 34% do total dos alunos.

Houve 3 respostas completas apresentadas no QUADRO 17 entre os alunos e para considerar as respostas, havia a necessidade de conter o conceito de que os coloides são misturas heterogêneas, pois apresentam dois tipos de fases, sendo uma a fase dispersa e outra a fase dispersante. As partículas coloidais chamadas de dispersos necessitam apresentar tamanhos entre 0 e 1000 nm, ou seja, 1nm e 1 micrômetro (TRIFFONI, 2019).

QUADRO 17: RESPOSTAS COMPLETAS DOS ALUNOS NA QUESTÃO 3 DO QUESTIONÁRIO INICIAL

Aluno 3	Os coloides são mistura que podem permanecer líquida ou assumir a consistência parecida com uma pasta ou gel. Seu comportamento é de mistura heterogênea que tem duas fases de dispersa e dispersante.
Aluno 12	É um tipo de mistura heterogênea que parece homogênea e as partículas dispersas no meio dispersante tem um diâmetro na faixa de 1 a 1000 nm. Temos um exemplo que pode ser com partículas dispersas ou dispersantes.
Aluno 18	Os sistemas coloidais, são misturas que as partículas dispersas têm um diâmetro entre 1 nm e 1 micrometro, ou seja 1000 nm, partículas estas que podem ser átomos, íons ou moléculas e são misturadas com o dispersante que sempre tem em maior quantidade na mistura.

FONTE: O autor (2021)

Foi observado que os alunos 5, 14, 15, 29, 30 definiram coloides como uma mistura homogênea, portanto, são categorizados como respostas insatisfatórias (INS) apresentada no QUADRO 18.

QUADRO 18: ALUNOS QUE RESPONDERAM DE FORMA INCOMPLETA SOBRE O CONCEITO DE COLOIDES DA TERCEIRA QUESTÃO DO QUESTIONÁRIO INICIAL.

Aluno 5	Se me lembro bem, são misturas que apresentam certos aspecto de solução, sendo uma mistura heterogênea que tem 2 fases visíveis no sistema
Aluno 14	Misturas homogêneas onde as partículas são pequenas o suficiente para que elas fiquem suspensas
Aluno 15	São misturas que apresentam aspecto de solução, ou seja, homogênea. Também, são partículas pequenas, que podem ser átomos, íons ou moléculas.
Aluno 16	Coloides são misturas em estado sólido, líquido ou gasoso que são compostas por uma fase dispersante e outra dispersa.
Aluno 21	colóides: também apresentam aparentemente aspecto homogêneo a olho nu, porém ao utilizar um microscópio, percebe-se que é heterogêneo. suas partículas apresentam tamanhos de 1 nanômetro a 1000 nanômetros.
Aluno 29	Entendo que são misturas que parecem ser soluções (misturas homogêneas), mas, que na verdade, são misturas heterogêneas.
Aluno 30	são misturas que apresentam aspecto de solução, ou seja, de uma mistura homogênea. Mas, na verdade, eles são misturas heterogêneas.
Aluno 36	são soluções que aparentemente são homogêneas mas na verdade são heterogenias.

FONTE: O autor (2021)

O aluno 5 citou certos aspectos de solução e, portanto, visualizados que a resposta que tal resposta englobou o conceito de mistura heterogênea para definir coloides, que era de suma importância para essa resposta.

. Conforme Junior (1999), solução é um sistema que contém duas ou mais substâncias formando um aspecto uniforme, ou seja, homogêneo. Conforme Borges (2008), os coloides são misturas heterogêneas que apresentam uma fase dispersante, a qual, pode ser sólida, líquida ou gasosa e outra dispersa, que também pode conter um dos três estados físicos da matéria. O aluno 14 também respondeu que os coloides são misturas homogêneas, sendo assim, não contemplou a definição correta.

O aluno 16 respondeu à questão destacando que os coloides apresentam uma fase dispersa e outra dispersante, podendo conter os estados físicos sólido, líquido e gasoso nos componentes da mistura. O aluno 21 citou o aspecto homogêneo do coloide, mas também observa-se que há o aspecto heterogêneo ao microscópio. O aluno 36 destaca também que são soluções homogêneas, porém sabe que possui característica heterogênea como pode-se observar no QUADRO 19 a seguir.

Os alunos que responderam à questão corretamente conforme a conforme Munchen (2016), destacaram o aspecto homogêneo mesmo sabendo que trata-se de uma mistura heterogênea. Portanto houve a compreensão da definição de coloides conforme apresentado na segunda aula.

No questionário inicial temos a quarta e última pergunta, a qual, é **“Sabe em que situações os coloides estão presentes em nosso cotidiano? Se sim, cite exemplos.”** Como podemos observar, nessa pergunta temos dois comandos, que fazem com que o aluno forneça duas respostas. O primeiro comando da pergunta pede que o aluno confirme o conhecimento sobre a presença de coloides no dia a dia e o segundo solicita alguns exemplos de coloides.

Os alunos que desconheciam as situações do cotidiano em que se incluíam os coloides foram os seguintes: 1, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 17, 22, 28, 29, 30 e 36, os quais responderam que não sabiam onde os coloides estavam presentes ou aplicados, tais respostas correspondem à 42% dos alunos totais da turma, conforme o QUADRO 19.

QUADRO 19: ALUNOS QUE NÃO SABEM OU NÃO OPINARAM SOBRE A QUARTA E ÚLTIMA PERGUNTA DO QUESTIONÁRIO INICIAL

Aluno 1	Não.
Aluno 3	Não sei.
Aluno 6	Não
Aluno 7	nao
Aluno 8	Não tenho conhecimento sobre.
Aluno 9	Não
Aluno 10	Não sei.
Aluno 11	Não.
Aluno 13	Não

Aluno 17	Não.
Aluno 22	Não sei onde se aplica.
Aluno 28	Não sei
Aluno 29	Não sei dizer.
Aluno 30	...
Aluno 36	Não sei onde.

FONTE: O autor (2021)

Os alunos que cometeram plágio conforme o QUADRO 20, sobre a presença dos colóides no cotidiano são os alunos 2, 4, 5, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 31, 33, 34 e 35 que correspondem à 50% dos estudantes da classe. Os exemplos mais citados entre os alunos foram creme hidratante, leite, iogurte, tinta e sangue, os quais foram identificados na *internet* com a mesma sequência que os alunos colocaram.

QUADRO 20: ALUNOS QUE COMETERAM PLÁGIO (P) NA PERGUNTA SOBRE A PRESENÇA DE COLOIDES NO COTIDIANO

Aluno 2	Creme hidratante, iogurte e tintas.
Aluno 4	Sim, em cremes hidratantes, leite, maionese e entre outros.
Aluno 5	Sim, Sangue, leite, maionese, entre outros
Aluno 12	A manteiga e a maionese são exemplos de emulsão, o nevoeiro é um exemplo de aerosol, o chantili de espuma. Espuma, aerosol e emulsão são tipos de colóides.
Aluno 14	Na higiene pessoal, sabonete, shampoo, cremes dentais
Aluno 15	Estão presentes em nosso cotidiano de diversas formas, como cremes hidratantes, tintas e leite.
Aluno 16	Sim, como por exemplo o creme hidratante, leite, sangue etc
Aluno 17	São misturas em que as partículas dispersas têm um diâmetro compreendido entre 1 nanômetro e 1 micrometro, partículas estas que podem ser átomos, íons ou moléculas.
Aluno 18	No sangue, no hidratante, leite, tintas... entre outros
Aluno 19	creme hidratante, iogurte, leite, sangue, tintas e geleia.
Aluno 20	gelatina, a maionese, tintas, shampoo, etc.
Aluno 21	Sim ,Maionese, Shampoo,suco Tang etc.
Aluno 23	Os colóides, ou sistemas coloidais, são misturas em que as partículas dispersas têm um diâmetro compreendido entre 1 nanômetro e 1 micrometro.
Aluno 24	Cremes, tintas, sangue.

Aluno 25	Os coloides estão presentes em nosso cotidiano. São exemplos de coloides: creme hidratante, iogurte, leite, sangue, tintas e geleia. É por esse motivo que alguns produtos químicos trazem a indicação de que devem ser agitados antes de serem utilizados. Isso deve ser realizado para unir as partículas coloidais.
Aluno 26	Cremses, tintas ..
Aluno 27	Cremses de hidratação iogurte sangue e tintas
Aluno 31	Leites, cremses ,fumaça e neblina
Aluno 33	Sim, por exemplo em algumas comidas
Aluno 34	Sim, exemplo: creme hidratante, iogurte, leite, sangue, tintas e geleia.
Aluno 35	creme hidratante, iogurte, leite, sangue, tintas e geleia.

FONTE: O autor (2021)

### 3.1.2 AULA 2 – INTRODUÇÃO AO TEMA DE NANOTECNOLOGIA E COLOIDES

Nessa aula cada aluno começou a produzir um diário de bordo, o qual, terá recortes ao longo desse capítulo.

A exposição do tema e, principalmente os destaques estabelecidos ao decorrer da aula, despertou nos alunos inúmeras maneiras de estudar conteúdos de Química relacionado com a Nanotecnologia. Conforme as explicações sobre o conteúdo foram sendo apresentadas, os alunos foram levantando hipóteses sobre os conceitos e aplicações da nanotecnologia como pode ser observado em alguns relatos dos diários de bordo.

Foi observado em alguns relatos do diário de bordo a compreensão do tema de nanotecnologia e suas aplicações que foram encontrados nos trechos:

O professor deixa a aula muito divertida, com o vocabulário bem jovem, adoramos a aula. Com a explicação dele ficou mais claro o significado de nanotecnologia e onde ela pode ser encontrada no dia a dia, como por exemplo, nanochips, partículas de aerossol, partículas na água, painéis de captação de energia solar etc. DB-A07

Hoje aprendemos que a nanotecnologia é uma ferramenta do conhecimento que proporciona a construção de estruturas microscópicas para uma utilização definida. DB-A20

Na aula de hoje ficou muito claro a explicação do professor. Os conceitos de nanotecnologia e coloides ficaram bem explicitas e coesas. Aprendi que a nanotecnologia é uma ciência que estuda a manipulação de moléculas ou partículas e até mesmo átomos para construção de estruturas e formação de novos materiais e misturas. DB-A21

O aluno 7 deixa um comentário em relação à aula, relatando que a aula foi bem explicada apresentando algumas aplicações da nanotecnologia em coloides. De acordo com Martins e colaboradores (2007), a nanotecnologia tem sido aplicada em alguns tipos de alimentos, aprimorando a qualidade e durabilidade dos produtos.

Nessa aula foi passado aos alunos uma introdução ao tema de nanotecnologia e suas aplicações e logo em seguida ainda na mesma aula houve a explicação sobre os coloides. Contudo, os alunos também relataram sobre o conceito de coloides como pode ser observado em alguns trechos abaixo;

A aula foi muito legal no sentido de aprender uma tecnologia nova em que não sabíamos direito, juntamente com os coloides. Os coloides são misturas heterogêneas com aspecto homogêneo, podendo conter partículas extremamente pequenas. DB-A04

Podemos ver várias coisas na nossa vida que contém coloides, por exemplo, sorvete, desodorante, iogurte, etc. Todas essas coisas são misturas heterogêneas, porém, com aparência homogênea. Não podemos enxergar pois tem partículas com escalas nanométricas. DB-A08

Tinha coisas que eu não sabia, assim como, que os coloides são misturas heterogêneas e que está em todo lugar. Na hora de preparar alimentos por exemplo, gemada, iogurte e chocolate. DB-A19

Os estudantes descreveram sobre o conteúdo que tiveram nessa aula citando que a nanotecnologia está relacionada com os coloides no nosso dia a dia. A aplicação da nanotecnologia foi destacada por alguns alunos nos trechos a seguir:

A nanotecnologia pode ser aplicada em várias coisas e materiais, de diversas formas. Os coloides estão relacionados com a nanotecnologia envolvendo partículas e novos materiais. DB-A23

O mais interessante da aula foi as imagens do microscópio eletrônico, nunca pensei que alcançasse esse tamanho de escala. Podíamos enxergar alguns nanômetros de superfície do material titânio que aparentemente era liso, mas na imagem era rugoso. Assim, posso imaginar que os coloides e a nanotecnologia estão juntos e que o professor explicou podem ter partículas tão pequenas que podemos ver nesses microscópios podendo conter tamanhos de 1 nm. DB-A27

O aluno 27 mostrou motivação ao preencher o diário de bordo dizendo que o mais interessante da aula foram as imagens que o microscópio captou, despertando a curiosidade nesse estudante. Segundo Santos *et al.* (2007), o conceito de átomos, moléculas e íons podem ser abstratos, não despertando a curiosidade e o interesse do aluno pelo conhecimento.

A nanotecnologia está em falta nos livros didáticos e com isso há a necessidade de propor novas metodologias para a inserção desse conteúdo possibilitando despertar o interesse do estudante (ALVES, 2018).

Alguns alunos apresentaram evidências significativas de que a exemplificação e os conceitos sobre os coloides foram aplicadas nas aulas como citam os alunos a seguir

Achei muito legal a aula principalmente a parte que o professor cita algumas aplicações da nanotecnologia como na medicina, área da computação, energia e engenharia. DB-A13

Adorei aprender mais sobre as tecnologias e os coloides, vendo por esse lado, podemos produzir coloides em casa, como diversos tipos de comidas que podem ser sorvete, iogurte, queijo, requeijão e bolos que querendo ou não são misturas heterogêneas. DB-A14

A aula de hoje foi super interessante, aprendi que há muito mais nanotecnologia do que pensava e que essa nanotecnologia está muito presente. Os coloides estão em todo lugar, até mesmo no ar e no mar. DB-A15

A aula de 50 min do professor Giovanni foi muito dinâmica e divertida. O professor mostrou um vídeo sobre a nanotecnologia que motivou muitos na nossa sala à aprender a nanotecnologia. Os coloides podem ser vistos na nossa casa com frequência, por exemplo nos alimentos. DB-A29

Foi observado que a exemplificação dos coloides apareceu nos comentários dos alunos 14, 15 e 29, relacionando algumas aplicações com o cotidiano. Os alunos 14 e 29 relacionaram os conteúdos da aula que eram coloides e nanotecnologia com a alimentação. Entendemos que as respostas desses alunos se encaixam na contextualização, motivando o pensamento crítico e aumentando o nível de conhecimento. De acordo com Wartha (2005), a contextualização é estabelecida pelo estudante quando este conecta seu conhecimento com os temas da vivência de seu cotidiano. Sendo assim, podemos observar que houve contextualização por parte dos alunos que relacionaram os conteúdos principais das aulas com o dia a dia.

### 3.1.3 AULA 3 – APLICAÇÃO DO MÉTODO JIGSAW

Na terceira aula foram criadas as salas no *google meet* para que os alunos interagissem e trocassem informações sobre o trabalho que estava sendo realizado, com a utilização do método Jigsaw. O desafio é manter a fiscalização nas salas que foram criadas no *google meet* para que os alunos não desfoquem do assunto. Com isso, o professor necessita frequentemente alternar a sua presença nas diferentes salas para que o trabalho seja realizado da melhor forma possível.

O objetivo da terceira aula foi a aplicação do método cooperativo de ensino com o intuito de promover o trabalho em grupo e estabelecer melhor comunicação entre os estudantes durante as aulas, contextualizando o ensino. Segundo Aronson (2013), o método de Ensino Jigsaw surgiu para aprimorar e aumentar a comunicação entre os estudantes aumentando a aprendizagem significativa. O método foi criado com o objetivo de não manter a estratégia de lecionar somente com a utilização do quadro negro, mas sim estabelecer o cooperativismo.

Ao iniciar a aula os alunos foram separados em grupos de origem conforme explicado no capítulo anterior. Assim, cada integrante do grupo de origem recebeu um tipo de coloide para ser estudado conforme apresentado no QUADRO 21:

QUADRO 21: FORMAÇÃO DOS GRUPOS DE ORIGEM PARA APLICAÇÃO DO METODO JIGSAW.

Grupos	Alunos
Grupo 1	1, 2, 3, 4 e 5
Grupo 2	6, 7, 8, 9, 10
Grupo 3	11, 12, 13, 14, 15
Grupo 4	16, 17, 18, 19, 20
Grupo 5	21, 22, 23, 24, 25
Grupo 6	26, 27, 28, 29, 30
Grupo 7	31, 32, 33, 34

FONTE: O autor (2021)

Após a distribuição dos grupos, a leitura do artigo e a divisão dos tipos de coloides entre os alunos, o professor pediu para que os grupos se desfizessem para formar os grupos de especialistas que consiste na união dos alunos que possuem um mesmo tipo de coloide. Assim foram apresentadas duas questões destinadas para cada grupo de especialista no QUADRO 22.

QUADRO 22: PERGUNTAS DESTINADAS PARA CADA GRUPO DE ESPECIALISTA.

<b>Qual é o tipo de coloide do seu grupo de especialista?</b>
<b>Qual é a relação do tipo de coloide do seu grupo com a Nanotecnologia?</b>

FONTE: O autor (2021)

Vale ressaltar que os estudantes tiveram uma aula inteiramente sobre colóides e nanotecnologia na qual foram explicados os conceitos e aplicações dessas temáticas, para que nas próximas aulas os alunos pudessem estabelecer conexões desses assuntos através de uma pesquisa de aplicação das temáticas no cotidiano.

Cada grupo de especialistas possuía um líder, o qual conversava com o seu grupo e decidia em conjunto as respostas do questionário. De acordo com Fatareli *et al.* (2010) é importante que sejam estabelecidos os papéis entre os alunos do grupo de especialista para que haja uma melhor organização e aprendizado durante a atividade.

A aprendizagem cooperativa se forma quando os estudantes se unem para resolver algum tipo de problema, exercício ou tarefa, no exemplo da sala de aula (SLAVIN, 1994).

No QUADRO 23 a seguir, destacamos as respostas para a questão número 1 nos 5 grupos de especialistas formados pelo professor.

QUADRO 23: FORMAÇÃO DOS GRUPOS DE ESPECIALISTAS.

Grupos	Integrantes do Grupo formado	Tipo de coloide
Grupo 1	1, 6, 11, 16, 21, 26 e 31	Emulsão
Grupo 2	2, 7, 12, 17, 22, 27 e 32	Espuma
Grupo 3	3, 8, 13, 18, 23, 28 e 33	Gel
Grupo 4	4, 9, 14, 19, 24, 29, 34	Aerossol
Grupo 5	5, 10, 15, 20, 25, 30	Sol

FONTE: O autor (2021)

Fatareli *et al.* (2010), atribuíram papéis aos alunos para que cada um desempenhasse uma função dentro do grupo consolidando uma melhor organização. Ao fornecer o papel de líder para um integrante do grupo, tornou as aulas mais produtivas e interativas, pois os alunos necessitavam entrar num consenso para responder as questões.

Ao final da aula os grupos responderam à questão de número 2 conforme o QUADRO 24 **“Qual é a relação do tipo de coloide do seu grupo com a Nanotecnologia?”**:

QUADRO 24: RESPOSTAS DE CADA GRUPO DA QUESTÃO NÚMERO 2

Grupos	Tipos de Coloide	Respostas
Grupo 1	Emulsão	A presença de nanopartículas apresenta muitas vantagens em relação às emulsões usadas no dia a dia e nos alimentos. A nanoemulsão apresenta maior estado da agregação das partículas, transformando essa mistura heterogênea mais consistente e duradoura, organizando as partículas uniformemente. No nosso cotidiano podemos encontrar vários tipos de emulsão como sorvete, maionese, margarina, etc.
Grupo 2	Espuma	Esse tipo de coloide possui um dispersante gasoso e um disperso sólido ou líquido, havendo possibilidade de haver partículas sólidas muito menores que o comum. Alguns tipos de espuma, no caso, gás com sólido, como por exemplo, colchão, exige uma reação química de poliuretano com isocianato e alguns aditivos para uma expansão controlada. Ao produzir esse tipo de espuma, produzimos um coloide que está muito presente em nosso cotidiano.
Grupo 3	Gel	O tamanho da partícula coloidal do gel influencia na qualidade dos produtos em gel utilizados no mercado, como por exemplo, pasta de dente, géis para cabelo e até mesmo alimentos como geléias. Nas pastas de dente é utilizado partículas nanométricas capazes de possuir mais eficácia para matar germes e bactérias do que as pastas de dente comuns.
Grupo 4	Aerossol	Os aerossóis estão presentes no dia a dia das pessoas, como desodorantes, óleo de cozinha, tintas e outras coisas. Encontramos uma notícia recente de 08 de novembro desse ano de 2020 que cita a nanotecnologia em spray que neutraliza o coronavírus, criado por cientistas da UFG. Sendo assim, sabemos que os

		aerossóis também são muito úteis para a saúde da população e com o uso da nanotecnologia nesse tipo de coloide, pode haver a evolução e aprimoramento dos produtos que estão a venda nos mercados e farmácias.
Grupo 5	Sol	Ao realizar uma breve pesquisa sobre esse tipo de coloide e qual sua relação com a nanotecnologia, nos deparamos com um trabalho acadêmico que cita a criação de nanopartículas de hidroxiapatita, sendo produzido através de um processo de sol-gel. Esse trabalho é de Javier Bustamante Mamani da USP, com o título “Estrutura e Propriedades de Nanopartículas Preparadas via Sol-Gel”.

FONTE: O autor (2021)

Os grupos 4 e 5 conseguiram responder as questões de uma forma a descrever notícias e pesquisas realizadas sobre os temas em questão que eram os tipos de coloides relacionados a nanotecnologia. Foi observado nas respostas dos grupos 3 e 4 a descrição dos conteúdos da nanotecnologia com aplicações permitindo com que os estudantes façam analogias do tema com o cotidiano. Podemos observar também, que o grupo 4 de especialista utilizou uma referência do ano de 2020, sendo uma referência atual e sobre o momento em que estamos passando de pandemia, tratando do Coronavírus. A prática de pesquisa entre os estudantes fomenta a autonomia crítica e a aprendizagem significativa, possibilitando obter novos conhecimentos perante ao conteúdo trabalhado em sala de aula.

Os alunos do grupo 5 encontraram uma tese da Universidade de São Paulo que trata sobre nanopartículas preparadas via sol-gel, tendo, portanto, relação com o assunto trabalhado pelo grupo, porém não há qualquer evidência de conclusão da relação dos conteúdos de nanotecnologia com coloides nas respostas dos alunos.

Não é só o aluno que participou a todo momento, o professor também apresentou papel fundamental para que o método aplicado seja finalizado com sucesso. O professor precisou circular pela sala de aula abordando os grupos para verificar se não há nenhum problema com a compreensão do conteúdo e atitudes indesejadas de estudantes que estão atrapalhando com conversas paralelas.

Os grupos 1 e 3 realizaram a pesquisa para responder encontrando os alimentos e alguns produtos como cosméticos (TAFNER, 2012). A finalidade dessa questão não era o de encontrar a equipe que acertava mais, e sim de conhecer as impressões dos alunos sobre o assunto e o desenvolvimento do trabalho em grupo, conforme as vantagens apontadas por Fraile (1998), de que se espera que os alunos em grupo tenham melhor aproveitamento escolar, tenham motivação e desenvolvam o pensamento crítico e criativo com mais facilidade.

#### 3.1.4 AULA 4 – APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO FINAL

A quarta aula foi destinada a responder um questionário final (APÊNDICE 2) a fim de avaliar se o método utilizado foi realmente eficaz e se realmente houve a compreensão dos estudantes no conteúdo de colóides, relacionado com a nanotecnologia.

Eram cinco perguntas formuladas para os alunos responderem em uma aula conforme o QUADRO 25.

QUADRO 25: PERGUNTAS DO QUESTIONÁRIO FINAL.

1)	Após as aulas de Nanotecnologia, qual é a definição de Nanotecnologia para você?
2)	Aonde podemos encontrar a Nanotecnologia? E qual relação esse assunto apresenta com os Colóides? (RELACIONE COM O SUBTÓPICO QUE TRABALHOU NO GRUPO DE ESPECIALISTAS).
3)	O que são Colóides? E aonde podemos encontrá-los no nosso cotidiano: Cite exemplos
4)	Quais os tipos de Colóides existentes:
5)	Em quais áreas a Nanotecnologia pode ser aplicada ou utilizada?

FONTE: O autor (2021)

As respostas foram separadas de acordo com as categorias estabelecidas com base na escala *Likert*. Com isso as respostas dos alunos foram separadas de acordo com cada categoria.

Mesmo comentando com os alunos para não plagiarem as respostas, houve alguns estudantes que cometeram plágio, portanto não acrescentaram no

desenvolvimento desse trabalho através da contextualização, o qual, possui o objetivo de analisar as contribuições do uso da temática Nanotecnologia para a contextualização do conteúdo de Coloides no ensino Médio. Os alunos que plagiaram são 12, 13, 15, 20, 22, 24, 26 e 29 conforme o QUADRO 26 abaixo.

QUADRO 26: RESPOSTAS DOS ALUNOS QUE COMETERAM PLÁGIO NA PRIMEIRA QUESTÃO DO QUESTIONÁRIO FINAL.

Aluno 12	É a parte da ciência que estuda a matéria em escala nanométrica, pode ser encontrada em diversas áreas, e está muito presente no nosso dia a dia.
Aluno 13	A nanotecnologia é o estudo da manipulação da matéria em escala nanométrica.
Aluno 15	Nanotecnologia é o entendimento e controle da matéria em nanoescala, em escala atômica e molecular. ... Um dos princípios básicos da nanotecnologia é a construção de estruturas e novos materiais a partir dos átomos.
Aluno 20	A nanotecnologia é o estudo de manipulação da matéria em escala atômica e molecular e inclui o desenvolvimento de materiais que está associada a diversas áreas como a medicina, eletrônica, ciência da computação, física, química, biologia e engenharia dos materiais entre outras.
Aluno 22	nanotecnologia consiste nos estudos e na manipulação da matéria em escala atômica e molecular
Aluno 24	É o estudo de manipulação da matéria em escala atômica e molecular e inclui o desenvolvimento de materiais que está associada a diversas áreas
Aluno 26	tecnologia que trabalha em escala nanométrica, aplicada freq. à produção de circuitos e dispositivos eletrônicos com as dimensões de átomos ou moléculas.
Aluno 29	A nanotecnologia é o estudo de manipulação da matéria em escala atômica e molecular e inclui o desenvolvimento de materiais que está associada a diversas áreas como a medicina, eletrônica, ciência da computação, física, química, biologia e engenharia dos materiais entre outras.

FONTE: O autor (2021).

No questionário final houve um acréscimo de 15 alunos que responderam corretamente a primeira pergunta comparada ao questionário inicial, sendo que no questionário inicial somente 6 alunos responderam dentro da categoria de resposta completa. Os estudantes que contemplaram corretamente o conteúdo nessa questão são 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 14, 17, 18, 19, 21, 23, 25, 27, 28, 30, 31, 32, 33 e 34 que estão representados no QUADRO 27.

QUADRO 27: RESPOSTAS CORRETAS DOS ALUNOS DA PRIMEIRA QUESTÃO DO QUESTIONÁRIO FINAL

Aluno 2	É A criação de materiais que está associada a diversas áreas como a medicina, eletrônica, ciência da computação, engenharia dos materiais entre outras. A natureza tem sistemas que possuem a nanotecnologia a milhares de anos. O grande desafio para o cientista hoje em dia é encontrar um modo de imitar a natureza e produzir por exemplo células, pólen, moléculas complexas para determinada função na natureza.
Aluno 3	Tem a ver com o controle da matéria em nanoescala, em escala atômica e molecular. Ela atua no desenvolvimento de materiais e componentes para diversas áreas de pesquisa como medicina, eletrônica, ciências, ciência da computação e engenharia dos materiais.
Aluno 4	Em minha opinião nanotecnologia são as tecnologias que tem um tamanho muito reduzido e são muito importantes para fazer avanços tecnológicos em todas as áreas. Devemos lembrar que as coisas em nano escala se comportam diferentemente das coisas em nível macroscópico, então as propriedades desses compostos podem mudar completamente.
Aluno 5	A nanotecnologia permite realizar dois métodos para criação de novos materiais, o bottom up e o top down. Ambos são métodos que o professor explicou em sala que podem ser utilizados para manipular em escala nanométrica. Nos colóides como eu tinha pesquisado tem a criação de micelas com camadas lipídicas, ou seja, de gordura para proteção e liberação de fármacos em órgãos específicos no corpo de uma pessoa. Achei isso muito interessante pois mostra como os colóides podem ser utilizados com o assunto de nanotecnologia.
Aluno 6	Na minha opinião a nanotecnologia me fez pensar mais longe até na minha escolha de curso na faculdade. A nanotecnologia vai revolucionar as pesquisas, pois ela é essencial para a produção de novos materiais muito diferentes dos vistos no dia a dia
Aluno 8	Podemos criar várias coisas com nanotecnologia. Conforme o professor falou em sala na segunda aula podemos ter dois métodos diferentes de produzir coisas pequenas, em nanoescala. Cria-se coisas mais fortes e que duram mais. Mas não se sabe se faz mal ao meio ambiente por isso tem que pesquisar bastante.
Aluno 9	"Nanotecnologia" é um termo que descreve aplicações em muitos campos científicos, mas geralmente pega pesquisas sobre os princípios e propriedades existentes na escala nanométrica, ou seja, no nível dos átomos e moléculas. O objetivo da nanotecnologia é produzir objetos ou materiais menores que 100 nanômetros.
Aluno 14	Nanotecnologia é a aplicação de nanopartículas ou de nanoestruturas (com menos de 100 nm) de forma intencional no desenvolvimento de materiais, estruturas e produtos.
Aluno 17	Nanotecnologia é uma ciência é usada para controlar materiais. Podendo manipular átomos e moléculas para construir estruturas diferentes com

	outras propriedades físico químicas. A nanotecnologia vai ser mais evoluída com o passar dos anos, tanto na medicina e engenharia.
Aluno 18	No meu ver a nanotecnologia pode ser a organização de estruturas e possibilitar a construção de coisas muito inovadoras, como materiais novos e resistentes. Sei que a nanotecnologia tem um comportamento e características muito diferentes do normal e propriedsdes tabm.
Aluno 19	Que a nanotecnologia é um grande desenvolvimento, já que é o controle da matéria em nanoescala, um avanço para vários setores, pois com ela é possível desenvolver infinitos produtos, soluções e tratamentos.
Aluno 21	É a tecnologia que trabalha na construção e desenvolvimento de tecnologias com escala nanométrica, com peças do tamanho de átomos ou moléculas.
Aluno 23	Um dos princípios básicos da nanotecnologia é a construção de estruturas e novos materiais a partir das moléculas e partículas.
Aluno 25	Na minha opinião a nanotecnologia é a tecnologia do futuro, conforme o professor explicou sei que é a manipulação da matéria em escala nano, além de design consiste em pegar moléculas e fazer novos materiais.
Aluno 27	Temos a nanotecnologia como entendimento de novas estruturas que vão surgindo e construindo. É feito um estudo com essa tecnologia para criar materiais com maior qualidade, revolucionando a tecnologia.
Aluno 28	Eu acho que é a organização da matéria feita de forma manual, por ferramentas específicas que o homem criou. Pode criar maquinas pequenas, nanopartículas e estruturas automatizadas que possibilitam tornar a nossa vida com melhor qualidade.
Aluno 30	A nanotecnologia pode ser a construção de estruturas a partir de coisas pequenas como átomos e moléculas. Podemos comparar com um lego, onde podemos construir qual estruturas a gente quiser com as peças que comparando com a nanotecnologia pode ser átomos ou partículas menores.
Aluno 31	A nanotecnologia é uma nova área que permite trabalhar com coisas muito pequenas e a partir disso construir estruturas muito mais inteligentes e com propriedades melhores que a normal.
Aluno 32	Para mim a nanotecnologia é uma ciência que tem o objetivo de desenvolver soluções para inúmeras áreas de pesquisa a partir da manipulação da matéria. E manipulando podemos chegar desde novos aditivos para plantação em fazendas até chips de circuitos de pc, que serve até pra pc gamers de alta qualidade.
Aluno 33	A nanotecnologia pode ser encontrada na natureza em estruturas que só a natureza pode criar, eu vi imagens de flocos de neve, pólen, póros de pata de lagartixas e até o sangue que possui glóbulos que são estruturas minúsculas em nanoescala, sendo um coloide também.
Aluno 34	É uma tecnologia que pode ser desenvolvida através de pesquisas e experimentos para aprimorar os materiais existentes. Pode-se tornar esse material mais resistente com propriedades calorificas diferentes, interações intermoleculares diferentes tbm.

Pode-se perceber que temos mais respostas com mais informações e conceitos que utilizam exemplos de aplicabilidade um tanto mais específicas que pode ser verificada com o critério de exemplificação, como podemos visualizar na resposta do aluno 2 e 33, que cita a utilização da nanotecnologia pela natureza, até mesmo muito antes de nós, seres humanos. Como cita Melo (2007), a nanotecnologia está entre nós há milhares de anos, desde que átomos e moléculas começaram a se unir para formar estruturas mais complexas como formação de objetos até a criação de vida como conhecemos hoje em dia. O aluno 33 escreve sobre o sangue que possui glóbulos vermelhos, o qual, é um coloide e os flocos de neve que é um dos exemplos de construção de estruturas nanométricas complexas pela molécula de água, devido às interações intermoleculares.

O aluno 5 foi o mais específico em sua resposta pois citou os dois métodos que podem ser utilizados para manipular a matéria em escala nanométrica que é o top-down e o *Bottom-up*. Considerando o aluno 5, houve a citação de micelas com camadas lipídicas que carregam fármacos dentro do organismo da pessoa, a fim de haver uma liberação controlada.

Para considerar a resposta dos alunos utilizamos a definição de acordo com Phochnow (2013), que fornece a definição da nanotecnologia como o design, caracterização, produção, manipulação e aplicação de estruturas, equipamentos e sistemas em escala nanométrica. 21 alunos contemplaram o conhecimento específico sobre o assunto nanotecnologia, sendo 60% do total de estudantes.

Não houve aluno que respondeu à questão incorretamente, mas houve respostas incompletas dos alunos 1, 7, 10 e 16 conforme o QUADRO 28.

QUADRO 28: RESPOSTAS INCOMPLETAS DOS ALUNOS NA PRIMEIRA QUESTÃO DO QUESTIONÁRIO FINAL.

Aluno 1	Sei que a nanotecnologia é a compreensão de comportamento de coisas muito pequenas, de tamanhos moleculares e até atômicos.
Aluno 7	O objetivo da nanotecnologia é fazer estruturas estáveis e melhores do que se estivessem em sua forma natural.
Aluno 10	Pelo meu entendimento é: mexer com átomos e moléculas ou estruturas para construção de um material nanométrico.
Aluno 16	São escalas atômica e molecular

FONTE: O autor (2021)

Essa categoria apresenta algumas respostas que contemplam parcialmente o conceito de nanotecnologia como, por exemplo, o aluno 1 que cita a nanotecnologia como compreensão de comportamento de coisas muito pequenas, sendo que pela definição de Phillipponi (2013), é a manipulação e construção de estruturas. O aluno 7 escreveu sobre o objetivo e não definição, assim, foi considerado como incompleto.

O aluno 16 não responde de forma completa e não demonstra a definição da nanotecnologia, pois a resposta não foi compreendida, não tem uma definição correta.

Na questão de número 2, a qual, foi **“Onde podemos encontrar a Nanotecnologia? E qual relação esse assunto apresenta com os Coloides? (RELACIONE COM O SUBTÓPICO QUE TRABALHOU NO GRUPO DE ESPECIALISTAS)”**, os alunos responderam individualmente baseando-se no tipo de coloide que foi escolhido.

Os alunos que pertenciam à emulsão citaram os alimentos como exemplos em que se relacionavam com a nanotecnologia e temos um destaque sobre o assunto de micelas que podem carregar princípios ativos de fármacos dentro do organismo humano. Os alunos são 1, 6, 11, 16, 21, 26 e 31 conforme o QUADRO 29 a seguir.

QUADRO 29: RESPOSTAS COMPLETAS DOS ALUNOS DE EMULSÃO DA QUESTÃO NÚMERO 2 DO QUESTIONÁRIO FINAL.

Aluno 1 (EMULSÃO)	Nanotecnologia na emulsão existe em forma de dois líquidos que não se misturam mas quando submetidos a uma certa força de agitação ou mecânica se misturam de forma a se dispersar em pequenas partículas líquidas no tamanho de nanômetros em outro líquido dispersante como explicaram no grupo. Pode ser encontrada nos sorvetes ou margarina por exemplo pois existem dois líquidos que não se misturam que tem a gordura e a gordura se transforma em nanopartícula.
Aluno 6 (EMULSÃO)	Nós da emulsão encontramos nas margarinas e sorvetes, essas coisas que não são totalmente líquidas e nem sólidas, esta meio a meio. A Emulsão é um tipo de coloide que tem dois líquidos como água e óleo, se vc conseguir misturar os dois vc faz um coloide, bem legal.
Aluno 11 (EMULSÃO)	Muitas pessoas ainda não conhecem ou não sabem do que se trata, e por isso imaginam que o assunto seja algo muito além do seu dia a dia e muito complexo. Mas a grande parte dos objetos que temos contato possui algum tipo de nanotecnologia. A relação da emulsão com a nanotecnologia: presença de nanopartículas atribui potenciais vantagens em relação às emulsões convencionais. A nanoemulsão pode apresentar mais estabilidade e

	dar outras propriedades partículas e alta transparência óptica, por exemplo, entre outras características técnicas de interesse.
Aluno 16 (EMULSÃO)	A relação da emulsão com a nanotecnologia: tem a nanoemulsão que pode ser aplicada nos alimentos e partículas para melhorar a qualidade de vida das pessoas. A nanoemulsão apresenta mais união das partículas e alta transparência óptica, por exemplo, entre outras características técnicas de interesse.
Aluno 21 (EMULSÃO)	No grupo da emulsão escolhemos o assunto de alimentos no cotidiano, pois há muitos deles, como sorvete, margarina, maionese como o professor falou também. Temos vários outros. Tem as nanoemulsões que podem apresentar propriedades diferentes.
Aluno 26 (EMULSÃO)	Pode ser utilizada em grande escala na alimentação. Tem na maionese, sorvete, nata batida virando chantilly e etc. existem as nanoemulsões que tem propriedades gerais e específicas da matéria totalmente diferentes das partículas normais.
Aluno 31 (EMULSÃO)	A nanotecnologia é usada na modernização de setores da indústria e da tecnologia como a tecnologia da informação, energia, meio ambiente, segurança, tecnologia de alimentos e transporte. Ela também trabalha no desenvolvimento de soluções e facilidade que tem produzir alimentos, envolvendo máquinas que misturam fortemente dois líquidos no caso da emulsão, mas dois líquidos que não se misturam.

FONTE: O autor (2021)

Foi constatado que todos os alunos do grupo de emulsão colocaram a nanoemulsão como exemplo da relação dos colóides com a nanotecnologia, com isso, sabemos que o grupo de especialistas nesse assunto específico selecionou a nanoemulsão como exemplo principal. Não foi falado aos alunos desse mesmo grupo que pesquisassem assuntos diferentes sobre nanotecnologia na temática de colóides.

Todos os alunos que responderam sobre a espuma, encontraram em uma pesquisa um colóide relacionado com a nanotecnologia que permite a retirada de partículas de poluição do ambiente, chamada de espuma líquida com magnetização residual, o qual, foi o assunto entre o grupo de especialistas em espuma. Os alunos que discutiram sobre esse tipo de colóide e que responderam conforme pedia nessa questão são 2, 7, 12, 17, 22, 27 e 32 descritos no QUADRO 30 abaixo.

QUADRO 30: RESPOSTAS COMPLETAS DOS ALUNOS DO GRUPO DE ESPUMAS DA QUESTÃO 2 DO QUESTIONÁRIO FINAL.

Aluno 2 Espuma	A espuma está presente em várias áreas de pesquisa, sendo a fase líquida dispersa na fase gasosa que está em maior
----------------	--

	<p>abundância ou a fase sólida tbm. Existe uma espuma líquida com magnetização residual que pode ser usada como material eficaz pra coletar partículas de poluição sendo nanopartículas capazes de adsorver os resíduos.</p>
Aluno 7 Espuma	<p>Nanotecnologia, pode ser utilizada em diferentes áreas de pesquisa de cientistas. Nossa equipe de espuma pesquisou e encontrou uma espuma líquida com magnetização residual, que pega a poluição do ar atmosférico e na água, sendo a espuma um dos tipos de coloides muito utilizado no dia a dia.</p>
Aluno 12 Espuma	<p>Os estudantes da minha sala ainda não sabem o que trabalha a nanotecnologia, e por isso imaginam que o assunto seja algo muito além do seu dia a dia.</p> <p>A espuma e a nanotecnologia estão andando juntas e com muita coisa atual, temos a espuma criada para retirar poluição do ar é uma espuma com partículas com magnetização de resíduos. Que é um exemplo de aplicação dessa tecnologia para tornar a nossa vida menos poluída.</p>
Aluno 17 Espuma	<p>Nos band-aids, creme dental, bola de tênis, tinta de automóveis, filtro solar, secador de cabelos, bebedouros, preservativos entre outros produtos.</p> <p>Em muitos casos, a tecnologia coloidal é sinônimo de nanotecnologia. Com base no que estudamos sobre a indústria alimentícia, em nanotecnologia de embalagens, aborda-se a utilização de nanopartículas. Como por exemplo as nanopartículas lipídicas sólidas que são sistemas de transporte coloidal empregados para encapsular, proteger e entregar componentes funcionais. Outra relação da nanotecnologia é a aplicação de embalagens, pois alguns produtos químicos trazem a indicação de que devem ser agitados antes de serem utilizados. Isso deve ser realizado para unir as partículas coloidais. Na espuma até encontramos um trabalho que cria uma espuma líquida de magnetização residual que pode eliminar a poluição do ar. Achei interessante pois não sabíamos que existia a adsorção além da absorção, que a adsorção é a captação de partículas sólidas.</p>
Aluno 22 Espuma	<p>Nosso grupo de especialistas pesquisou bastante encontramos um uso desse coloide na tentativa de reduzir a poluição de ar atmosférico com uma espuma que adsorve partículas e limpa o ar.</p>
Aluno 27 Espuma	<p>Combinamos no grupo da espuma escrever sobre a espuma que pode ser criada antipoluição que tira as impurezas do ar e água. Esse tipo de coloide esta muito presente na nanotecnologia..</p>
Aluno 32 Espuma	<p>Tem uma espuma em pesquisa que é uma espuma líquida de adsorção de partículas de poluição, chamada de espuma líquida de magnetização residual, entrando em relação com a nanotecnologia esse tipo de coloide.</p>

FONTE: O autor (2021)

Os estudantes que pertenciam ao grupo do Gel pesquisaram sobre um gel hidratante com nanopartículas que fixavam melhor na pele e duravam mais tempo por entrar nos poros com maior facilidade, assim houve a uma exemplificação do conteúdo através da nanotecnologia. Nesse aspecto, nanotecnologia pode ser utilizada para uma maior compreensão do assunto de coloides, como uma ponte entre os dois temas e ao mesmo tempo torna o conteúdo mais interessante. De acordo com Filipponi (2013), a introdução da nanotecnologia com o ensino de ciências torna o ensino mais curioso e motivador para haver conexão dos assuntos das disciplinas com a realidade, permitindo a contextualização no ensino. Os estudantes que responderam à questão com esse respectivo tipo de coloide são os alunos 3, 8, 13, 18, 23, 28 e 33, de acordo com o QUADRO 31.

QUADRO 31: RESPOSTAS COMPLETAS DOS ALUNOS DO GRUPO DE GEL DA QUESTÃO 2 DO QUESTIONÁRIO FINAL

Aluno 3 Gel	Tem um gel hidratante que penetra na pele com facilidade por possuir partículas nanométricas e assim cobre com mais qualidade a superfície da pele, permanecendo por mais tempo também.
Aluno 8 Gel	Outros produtos que já contam com os avanços da ciência são: tintura de automóveis, filtro solar, bola de tênis, creme dental, curativo, preservativo, secador de cabelo, bebedouro de água, entre outros. Mas um muito importante que tem a ver com o que nosso grupo pesquisou que é o gel que é um coloide é sobre um gel hidratante com nanopartículas bem pequenas que podem fixar na pele com mais facilidade e entrar nos poros preenchendo melhor por ser menor.
Aluno 13 Gel	A relação do gel com a nanotecnologia: é que o gel tem algumas aplicações e entre elas temos o gel hidratante de pele que tem partículas menores para infiltrar nos poros.
Aluno 18 Gel	No grupo do gel temos como exemplo o gel hidratante, que permite fazer com que as partículas com nano escala fiquem na pele por mais tempo e não como os hidratantes normais e comuns
Aluno 23 Gel	O princípio da nanotecnologia é a elaboração de estruturas e novos materiais de várias aplicações no dia a dia das pessoas a partir de partículas bem pequenas. O coloide gel tem a ver com nanotecnologia e aplicado nos géis hidratantes com nanopartículas que ficam mais tempo na pele e fixam melhor.
Aluno 28 Gel	Coloides, são misturas que parecem solução homogênea mas são misturas heterogêneas. Os coloides estão presentes em nosso cotidiano. São exemplos de coloides: creme hidratante com nanopartículas como o prof tinha falado que são melhores que os

	convencionais na tentativa de fixar melhor na pele e não ser tão pegajoso também, além espalhar melhor na pele.
Aluno 33 Gel	As coloides relacionadas aos alimentos dentro da nanotecnologia são de fato perceptíveis pois dentro dos alimentos são encontrados coloides como geis como gelatina. Na área dos cosméticos nosso grupo pesquisou e encontrou o gel hidratante que tem nanopartículas para uma melhor fixação na pele.

FONTE: O autor (2021).

O tema aerossol, que ficou com os alunos 4, 9, 14, 19, 24, 29 e 34 também se basearam em um só exemplo de aplicação dos coloides que possui uma aplicabilidade com a nanotecnologia conforme o QUADRO 32 a seguir.

QUADRO 32: RESPOSTAS COMPLETAS DOS ALUNOS DO GRUPO DE AEROSSOL DA QUESTÃO 2 DO QUESTIONÁRIO FINAL

Aluno 4 Aerossol	Nos aerossóis tem um spray que protege as superfícies criando uma camada hidrofóbica, ou seja, que não tem afinidade com a água então a superfície fica impermeável, como nosso grupo de especialistas em aerossol viu.
Aluno 9 Aerossol	É possível encontrar na miniaturização de componentes eletrônicos, em cosméticos mais eficazes, no diagnóstico médico, etc. Os sistemas coloidais fazem parte da vida cotidiana, crescendo progressivamente em seu potencial de aplicação. A indústria utiliza cada vez mais os colóides, principalmente quando se trata de nanopartículas. A nanotecnologia reúne todas as aplicações em escalas nanométricas, sendo nanopartículas pequenos colóides. E essas nanopartículas introduzidas no aerossol podemos ter um impermeabilizante com nanopartículas de dióxido de silício, (vidro líquido) que protege a superfície de líquidos. Torna ele hidrofóbico. Um colóide também
Aluno 14 Aerossol	A relação do aerossol com a nanotecnologia: O aerossol tem um exemplo que o grupo de especialistas usou e encontramos um spray com nanopartículas sólidas suspensas, (AEROSSOL SÓLIDO), que permite com que a superfície fique hidrofóbica. E esse é um exemplo de nanotec nos coloides.
Aluno 19 Aerossol	A nanotecnologia tem relação com os aerossóis no estudo de fazer as superfícies ficarem hidrofóbicas, sendo assim, pode-se usar o vidro líquido de dióxido de silício em suspensão.
Aluno 24 Aerossol	Podemos encontrar a Nanotecnologia em: Cosméticos, tecidos, Remédios, Microprocessadores e Aparelhos Eletrônicos. Muitos coloides são utilizados em nosso dia-a-dia como a gelatina, a maionese, tintas, shampoo. Nos aerossóis a relação com a nanotecnologia é utilização de um spray que tem nanopartículas de um composto químico em nanopartícula que pode fazer qualquer coisa virar hidrofóbica.

Aluno Aerossol	29	Esse coloide tem a ver com nanotecnologia no aspecto das nanopartículas. Tem um produto no mercado já que é um impermeabilizante, com nanopartículas de vidro, (SiO <sub>2</sub> ).
Aluno Aerossol	34	Em tudo! Muitas pessoas ainda não conhecem ou não sabem do que se trata, e por isso imaginam que o assunto seja algo muito além do seu dia a dia. Mas aí está a surpresa: grande parte dos objetos que temos contato possui algum tipo de nanotecnologia. Tem um produto que torna as coisas impermeáveis que possui nanopartículas de SiO <sub>2</sub> suspensas em um gás ou líquido que quando espirradas na superfície fica disperso e protege essa superfície da corrosão.

FONTE: O autor (2021)

A principal aplicação dos aerossóis citados pelos estudantes é um aerossol que quando espirrado em superfícies, fornece a proteção e impermeabilidade. A sua composição é o SiO<sub>2</sub> e permite fixar na superfície criando uma película invisível à olho nu. Com esse exemplo os alunos forneceram a resposta unindo os dois assuntos, usando a nanotecnologia para a exemplificação do conteúdo dos coloides a partir do método Jigsaw.

O coloide Sol foi destaque dos alunos 10, 15, 20, 25, 30 que definiram como exemplo um tema atual, o COVID-19 como o principal protagonista. No exemplo havia a citação de uma máscara com nanopartículas de prata a fim de eliminar o vírus, além de outros microrganismos. Pode-se observar as respostas no QUADRO 33.

QUADRO 33: RESPOSTAS COMPLETAS DOS ALUNOS DO GRUPO DE SOL DA QUESTÃO 2 DO QUESTIONÁRIO FINAL

Aluno 10 Sol	A relação de sol com a nanotecnologia: (assunto atual que o grupo decidiu). O sol é um dos coloides que possui partículas dispersas sólidas em todo o meio que tem como exemplo nanopartículas de prata feita em laboratório pra por nas máscaras combatendo o Vírus.
Aluno 15 Sol	são sistemas heterogêneos, nos quais, mesmo a olho nu, é possível visualizar suas partículas. E o sol está no combate ao vírus corona que podemos eliminar colocando nanopartículas de prata Ag, nas máscaras e até superfícies.
Aluno 20 Sol	Nos cosméticos, remédios, creme dental, protetor solar. No colóide sol apresenta exemplo de nanopartículas de prata que podem ser produzidos e que depois de captados podem ser inseridos nas mascaras combatendo os vírus covid. Na medicina, temos o exemplo de aumento da vida útil de equipamentos médicos: utilização de nanopartículas de prata e óxido de zinco que impedem a proliferação de microrganismos degradadores;
Aluno 25 Sol	Em diversos processos medicinais ou dentro de partículas eletrônicas pode ter o sol. São partículas de prata que quando

	colocadas em mascaras ou outras superficies podem matar microorganismos, bactérias ou vírus.
Aluno 30 Sol	Pode ser utilizada em diferentes áreas como, a medicina, eletrônica, ciência da computação, física, química, biologia e engenharia dos materiais. O princípio da nanotecnologia é a construção de estruturas e novos materiais a partir dos átomos. E temos a sua relação com a proteção contra o covid, sendo usado nas mascaras com nanopartículas de prata que mata o vírus e outros tipos de microorganismos.

FONTE: O autor (2021)

Nanopartícula é um tema muito interessante dentro do assunto de coloides do tipo Sol, pois sabe-se que possuem partículas com tamanhos diferenciados, definidas como disperso líquido, que é o componente da mistura que permanece espalhado no dispersante que está em maior quantidade. Segundo Mortimer 2013, os coloides apresentam as partículas no tamanho entre 1 e 1000 nm, sendo que essas partículas possuem uma grande massa que só podem ser vistas e caracterizadas com um ultramicroscópio.

Na terceira pergunta do questionário final que é **“O que são dispersões Coloidais? E onde podemos encontrá-los no nosso cotidiano: Cite exemplos:”**, os alunos responderam conforme foram lembrando das aplicações comentadas em sala. O seguinte QUADRO 34 contém essas respostas.

QUADRO 34: RESPOSTAS COMPLETAS DA QUESTÃO 3 DO QUESTIONÁRIO FINAL.

Aluno 1	Soluções coloidais, são misturas que tem partículas em suspensão. Essas partículas, ou objetos coloidais, têm um tamanho maior do que as moléculas que as constituem, mas são pequenas o suficiente para que a mistura permaneça homogênea. Os colóides estão presentes em diversos produtos, alguns dos exemplos cotidianos são maionese, spray inseticida e espuma de barbear e tinta.
Aluno 2	São misturas que apresentam aspecto de solução, ou seja, uma mistura homogênea.
Aluno 3	Soluções que aparentam ser uma mistura homogênea, mas na verdade, são heterogêneas. Está presente em cremes, tinta, entre outros.
Aluno 4	São soluções que aparentam ser homogêneas, mas na verdade são heterogêneas.
Aluno 5	São misturas heterogêneas de pelo menos duas fases diferentes, além de suas partículas serem muito pequenas não podendo ser

	vista a olho nu. Exemplos: iogurte, café, creme hidratante, sabonete, shampoo, sangue e etc.
Aluno 6	Coloide é uma mistura heterogênea, sendo que as partículas suspensas estão entre 1 nm e 1000 nm. Sei que o coloide é um conceito que permite identificar uma mistura que tenha partículas maiores que íons com carga positiva e negativa
Aluno 7	Coloides são misturas que apresentam aspecto de solução, ou seja, de uma mistura homogênea. Mas, na verdade, eles são misturas heterogêneas. ... Os coloides estão presentes em nosso cotidiano. São exemplos de coloides: esmalte, água do mar, tintas e geleia.
Aluno 8	Em um sistema, quando as partículas são muito pequenas e não podem ser vistas a olho nu, dizemos que é uma Solução Coloidal ou colóides. Presentes em leite, cremes, fumaça e neblina.
Aluno 9	Soluções Coloidais são misturas com propriedades de solução, ou seja, misturas homogêneas. Mas, na verdade, são misturas heterogêneas. Tem como exemplo nos cremes, geleias, leite, temperos, sorvete, xampus, sabonetes que são sólidos também.
Aluno 10	São misturas que apresentam aspecto de solução, ou seja, de uma mistura homogênea. Mas, na verdade são misturas heterogêneas. Os coloides estão presentes em nosso cotidiano. São exemplos: creme hidratante, leite, iogurte, sangue tintas e geleia.
Aluno 11	São as partículas dispersas que tem um tamanho médio compreendido entre 1 e 100 nanômetros, que são denominadas as partículas coloidais. Podemos encontrar no iogurte, geleias, sangue, tintas e cremes hidratantes.
Aluno 12	É onde as partículas dispersas tem um tamanho médio compreendido entre 1 e 100 nanômetros que são denominadas as partículas coloidais. Podemos encontrar no iogurte, geleia, sangue, tintas e cremes hidratantes.
Aluno 13	Solução coloidal é uma solução onde as partículas dispersas têm um tamanho médio compreendido entre 1 e 100 nanômetros (nm), denominadas partículas coloidais.
Aluno 14	Em um sistema, quando as partículas são muito pequenas e não podem ser vistas a olho nu, dizemos que é uma Solução Coloidal ou colóide. Solução coloidal é uma solução onde as partículas dispersas têm um tamanho médio compreendido entre 1 e 100 nanômetros (nm), denominadas partículas coloidais. Exemplos: vidro temperado; geléia ; pedra pomes ; sangue ; leite ; chantilly (ar em creme); fumaça (cinzas no ar) bruma ou nevoeiro (água em ar). Muitos colóides são utilizados em nosso dia-a-dia como a gelatina, a maionese, tintas, shampoo , etc.
Aluno 15	quando as partículas são muito pequenas e não podem ser vistas a olho nu, dizemos que é uma Solução Coloidal ou colóide. Solução coloidal é uma solução onde as partículas dispersas têm um tamanho médio compreendido entre 1 e 100 nanômetros (nm), denominadas partículas coloidais.

Aluno 16	Coloides, soluções coloidais ou sistema coloidal são misturas que apresentam aspecto de solução, ou seja, de uma mistura homogênea. Mas, na verdade, eles são misturas heterogêneas. Os coloides estão presentes em nosso cotidiano. São exemplos de coloides: creme hidratante, iogurte, leite, sangue, tintas e geleia.
Aluno 17	.
Aluno 18	Quando adicionamos solutos em solventes damos origem a três tipos de sistemas: soluções, suspensões e colóides. Em um sistema, quando as partículas são muito pequenas e não podem ser vistas a olho nu, dizemos que é uma Solução Coloidal ou colóide. Podemos encontrar: fumaças, neblinas, colas, gomas em geral, em medicamentos como o leite de magnésia, o leite, a manteiga, maionese, creme chantily, espuma de barbear e geléias.
Aluno 19	Coloides, soluções coloidais são misturas heterogêneas que apresentam aspecto de solução, ou seja, de uma mistura homogênea.
Aluno 20	Coloides, soluções coloidais ou sistema coloidal são misturas que apresentam aspecto de solução, ou seja, de uma mistura homogênea. Mas, na verdade, eles são misturas heterogêneas. ... Os coloides estão presentes em nosso cotidiano.
Aluno 21	São misturas que apresentam aspecto de solução, ou seja, de uma mistura homogênea. Temos alguns exemplos que são alimentos tbm como sorvete, leite, gelatina etc
Aluno 22	Coloide é um sistema, quando as partículas são muito pequenas e não podem ser vistas mas só com ultramicroscópios. Definindo: Solução coloidal é uma solução onde as partículas dispersas têm um tamanho desde 1 e 1000 nanômetros (nm).
Aluno 23	Coloides, soluções coloidais ou sistema coloidal são misturas que apresentam aspecto de solução, ou seja, de uma mistura homogênea. Mas, na verdade, eles são misturas heterogêneas. Os coloides estão presentes em nosso cotidiano. São exemplos de coloides: creme hidratante, iogurte, leite, sangue, tintas e geleia.
Aluno 24	São soluções que quando as partículas são pequenas ao ponto que não possam ser vistas a olho nu. Tem sangue, sorvete, margari
Aluno 25	Solução coloidal é basicamente uma solução na qual as partículas têm um tamanho médio entre 1 e 1000 nanômetros sendo essas as partículas coloidais, elas são classificadas em algumas categorias. Podem ser encontradas na neblina, colas, gomas, medicamentos com leite de magnesia, leite, margarina...
Aluno 26	Coloides, soluções coloidais ou sistema coloidal são misturas que apresentam aspecto de solução, ou seja, de uma mistura homogênea. Mas, na verdade, eles são misturas heterogêneas. São exemplos de coloides: creme hidratante, iogurte, tinta, e geleia.
Aluno 27	Coloides, ou sistema coloidal são misturas que apresentam aspecto de solução, ou seja, de uma mistura homogênea. Os coloides estão presentes em nosso dia a dia e em nossa casa tbm. ... São

	exemplos de coloides: creme hidratante, iogurte, leite, sangue, tintas e geleia.
Aluno 28	Os coloides podem ser encontrados em vários lugares, dentro de casa, no mercado, nas farmácias e temos como exemplo, sorvete, margarina, sangue, esmaltes, leite. Os coloides são misturas heterogêneas mas parecem homogêneas, tudo que não é totalmente sólido, líquido ou gasoso, sempre vai ter dois dos componentes citados anteriormente juntos para formar uma nova mistura.
Aluno 29	São misturas heterogêneas que a gente pode se confundir com homogênea pois conseguimos ver uma fase só. O sorvete podemos ver uma fase que é a emulsão e o sangue não conseguimos ver as partículas.
Aluno 30	Os coloides são misturas que possuem partículas dispersas na forma de líquido ou sólido no meio de um dos três estados físicos da matéria. Um exemplo disso é o impermeabilizante e a máscara que os outros grupos falaram nos grupos.
Aluno 31	Temos os coloides vistos como misturas heterogêneas mas que visualmente aparenta ter uma fase só. Não conseguimos ver as partículas pois tem desde 1 e 1000 nm de tamanho. A neblina é um dispersante gasoso mas um disperso líquido e a fumaça tem o disperso sólido.
Aluno 32	A ideia de coloides é diferente de misturas simples pois possuem coisas que não podemos ver a olho nu. Hoje em dia existe vários coloides e um deles é a tinta que é do tipo sol que possui partículas sólidas ou líquidas dispersas.
Aluno 33	Manteiga, leite, pasta de dente e até gelatina que é um alimento possui partículas que tornam essa mistura um coloide que tem uma fase visível. Os coloides são misturas heterogêneas.
Aluno 34	A definição de coloide é que são misturas heterogêneas, como sorvete, tinta, gel de cabelo, tudo que não é totalmente sólido e totalmente líquido por exemplo.

FONTE: O autor (2021).

Foi observado que nas respostas sobre coloides houve um aumento de informações relacionadas ao tema coloides comparadas ao questionário inicial. Os 34 alunos responderam de forma a contemplar o conceito fundamental de coloides que de acordo com Hernandez (2000), coloides são misturas heterogêneas com aspecto homogêneo pois consegue-se visualizar somente uma fase na mistura. Mortimer (2013) também destaca o conceito citando que os coloides podem ser classificados como sintéticos ou naturais, permitindo a utilização em materiais ou alimentos, como descritos pelos estudantes no QUADRO 34 anterior.

### 3.1.5 AULA 5 – APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO SOBRE O MÉTODO JIGSAW

Para finalizar houve a aplicação do questionário sobre o método Jigsaw considerando-se a escala Likert que permite saber o grau de concordância dos alunos em relação ao método ou o grau de aceitação. Esse questionário foi aplicado para analisar se o método aplicado a distância foi realmente eficaz.

Assim, um formulário foi aplicado aos alunos seguindo a metodologia aplicada no artigo de Fatareli et al. (2010), que também realizou um questionário estabelecendo uma análise da eficácia do método. O questionário continha as seguintes questões descritas no QUADRO 35 a seguir e também no APÊNDICE 3.

QUADRO 35: PERGUNTAS SOBRE O MÉTODO JIGSAW

1) Eu pude trabalhar com mais independência no formato de aula Jigsaw do que faço normalmente nas aulas expositivas.
2) Eu teria gostado mais se o professor tivesse nos ajudado mais diretamente no entendimento do conteúdo de colóides que estão nas etapas do Jigsaw.
3) Eu trabalhei com mais intensidade no formato de aula Jigsaw do que costumo trabalhar durante as aulas tradicionais
4) Eu prefiro quando o professor discute tópicos com a classe toda (aula expositiva dialogada) do que trabalhar em pequenos grupos
5) Eu acredito que aprendi muito sobre o conteúdo "NANOTECNOLOGIA" trabalhando no formato Jigsaw.
6) Eu não gostei de trabalhar no formato de aula Jigsaw porque meu trabalho ficou muito dependente do desempenho dos meus colegas.
7) O uso de diferentes métodos de ensino (como o formato de aula Jigsaw) torna nossas aulas mais divertidas e menos cansativas.
8) Eu gostaria de participar novamente de aulas no formato Jigsaw na disciplina Química.

FONTE: O autor (2021)

De acordo com a escala *Likert* são cinco categorias de concordância em que os alunos poderiam colocar nas respostas objetivas que o professor disponibilizou, conforme o QUADRO 36 a seguir.

QUADRO 36: CATEGORIAS DA ESCALA LIKERT PARA O QUESTIONÁRIO SOBRE O MÉTODO.

Discordo fortemente
Discordo
Indeciso
Concordo
Concordo Fortemente

Na primeira questão em que perguntava se o aluno possui mais independência no formato Jigsaw somente 6 alunos colocaram discordo e o restante, 28 alunos, marcaram concordo fortemente que trabalharam com mais independência no formato Jigsaw de ensino. Na segunda questão, com relação à preferência da ajuda do professor, todos os alunos discordaram da afirmativa, ou seja 100% dos estudantes preferem que o professor não interfira.

De acordo com a questão 3, todos os alunos marcaram a questão como concordo fortemente em relação a trabalhar melhor com o método Jigsaw do que normalmente. Aronson (2000), diz que o método Jigsaw tem a finalidade de realizar aulas diversificadas e que tenha mais interação entre os estudantes. Ao responderem à quarta pergunta, 30 alunos marcaram discordo fortemente e somente 4 alunos marcaram discordo, sendo que essa questão trata de saber se os alunos preferem aula dialogada ou usufruir do método Jigsaw.

Na questão número 5, 90% dos estudantes responderam que acreditam ter aprendido sobre nanotecnologia muito mais com o Jigsaw do que se houvesse sido aplicado outro método. A próxima questão que perguntava, se o aluno não tinha gostado de trabalhar no formato Jigsaw pois dependia muito dos colegas para realizar as atividades, teve uma quantidade de 27 estudantes que marcaram discordo fortemente, outros 3 estudantes colocaram discordo e os 4 restantes marcaram como concordo.

Na questão 7, 100% dos estudantes concordaram que realizar uma aula diferente do método tradicional de ensino, como por exemplo aplicando o método Jigsaw torna as aulas mais divertidas e menos cansativas. A oitava e última questão do questionário perguntava se os alunos gostariam de participar novamente das aulas utilizando o método Jigsaw de ensino e os 34 alunos que responderam à questão, ou seja, 100% concordam fortemente em participar novamente de aulas com o método Jigsaw. Fatareli (2010) também realizou a mesma pergunta em que questionava se

os alunos gostariam de participar novamente do método Jigsaw e 100% dos alunos somando os que concordam e concordam fortemente.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O método Jigsaw foi utilizado de forma remota pois o projeto de pesquisa precisou ser adaptado para modo on-line devido à pandemia de COVID-19.

A contextualização do ensino de coloides através do uso da nanotecnologia foi consolidada, uma vez que todos os alunos responderam que gostaram do método Jigsaw. Os alunos gostariam muito de utilizar esse tipo de metodologia novamente para atividades escolares futuras de acordo com o resultado da escala *Likert* aplicada.

A utilização de diferentes métodos não é muito explorada nas salas de aula do ensino médio, pois há muito conteúdo para aprender em tão pouco tempo. Assim, o professor precisa administrar os temas, adquirir mais tempo para poder aplicar a metodologia Jigsaw e trabalhar em diferentes grupos de alunos na sala de aula. Com isso 100% dos alunos responderam “**Concordo Fortemente**” que trabalharam mais com o método Jigsaw do que com o método tradicional de ensino.

Espera-se que o ensino volte a ser presencial mas, de qualquer forma, o trabalho demonstrou ser importante para aplicação no ensino remoto emergencial, permitindo com que novas metodologias sejam acrescentadas.

##### 4.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Para os trabalhos futuros recomenda-se um monitoramento e muita atenção sobre o plágio nas respostas fornecidas pelos alunos sobre as perguntas realizadas pelo professor em suas pesquisas. Assim, pode diminuir drasticamente a taxa de alunos que cometem esse tipo de delito. Devido a aplicação desse trabalho ser totalmente remota por conta da pandemia do coronavírus, a possibilidade de plágio aumenta significativamente conforme foi exposto nessa pesquisa.

O trabalho foi árduo para adaptar um método que originalmente é aplicado de forma presencial em uma atividade remota, pois o método Jigsaw exige que os alunos interajam uns com os outros com o intuito de haver cooperatividade e trabalho em grupo, possibilitando uma melhor aprendizagem.

## REFERÊNCIAS

ALVES, O. L. Nanotecnologia e Desenvolvimento. **Laboratório de Química do Estado Sólido**. Instituto de Química, UNICAMP, Campinas, 2004. Disponível em: [https://lqes.iqm.unicamp.br/images/pontos\\_vista\\_artigo\\_divulgacao\\_35\\_1\\_nanotecnologia\\_desenvolvimento.pdf](https://lqes.iqm.unicamp.br/images/pontos_vista_artigo_divulgacao_35_1_nanotecnologia_desenvolvimento.pdf). Acesso em: 16 jun. 2020.

ARONSON, E. Jigsaw classroom: overview of the technique. **Social Psychology Network**, 2014. Disponível em: <<http://www.jigsaw.org/overview.htm>> Acesso em: 23 jun. 2014.

ATKINS, P.W.; JONES, Loretta. Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. 965 p.

BARIL, M. B ; FRANCO, G. F ; VIANA, R. S ; ZANIN, S. M. W . **Nanotecnologia aplicada aos cosméticos**. UFPR – Farmácia, Visão Acadêmica. v.13, n.1, Jan. - Mar./2012. Curitiba.

EVERETT, F.R.S. Basic Principles of COLLOID SCIENCE. **Royal Society of Chemistry**, Chapter 1 p. 3-4. Paperbacks. University of Bristol. 1989.

FALJONI, A.; WARTHA, E. **A Contextualização no Ensino de Química Através do Livro Didático**. Química Nova na Escola. N° 22, NOVEMBRO 2005.

FATARELI, E. F., et al. Método Cooperativo de Aprendizagem Jigsaw no Ensino de Cinética Química. **Química Nova na Escola**, p. 32-161, 2010.

GARCIA, M. V. **Síntese, caracterização e estabilização de nanopartículas de prata para aplicações bactericidas em têxteis**. 2011. Dissertação, Mestrado em Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas (SP), 2011. Disponível em: [http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/266890/1/Garcia\\_MarcusViniciusDias\\_M.pdf](http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/266890/1/Garcia_MarcusViniciusDias_M.pdf). Acesso em: 20/02/2020

GODOY, A.; **Introdução À Pesquisa Qualitativa E Suas Possibilidades**. São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57-63. Abr. 1995.

GOMES, L; Vídeos didáticos: uma proposta de critérios para análise. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos RBEP**. Brasília, v. 89, n. 223, p. 477-492, dez. 2008. Disponível em: <http://www.rbep.inep.gov.br/ojs3/index.php/rbep/article/view/3710>. Acesso em: 17 dez. 2020.

HERNÁNDEZ, J. G et al. Vidrios SiO<sub>2</sub> nanocompuestos preparados por sol-gel: revisión. Superficies y Vacío. Revista Mexicana de Ciência de Superfície. San Luis Potosi. v. 11, p. 1-16, 2000. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94201101&idp=1&cid=2241402>. Acesso em: 21 abr. 2020.

IQBAL, P ET AL. Nanotechnology: The “Top-Down” And “Bottom-Up” University of Birmingham. Approaches. Supramolecular Chemistry: From Molecules To

Nanomaterials. 2012. p.1-14. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/410606355/top-bottom-pdf>. Acesso em: 12 de Out. 2020. <https://doi.org/10.1002/9780470661345.smc195>

JUNIOR M. *et al.* O Mundo dos Colóides. **Química Nova na Escola**. N° 9, MAIO 1999. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc09/quimsoc.pdf>. Acesso em: 06 mar. 2020.

JERLOV, N. G; **The Tyndall Effect of Uniform Minerogenic Suspensions**. The Fishery Board of Sweden and B. KULLENBERG, Oceanographic Institute, Goteborg, 1953.

LÓPEZ M. *et al.* **Algunas Técnicas y herramientas para dificultar el plagio en evaluaciones no presenciales**. A: "Recerca i Tecnologia em Engenharia Gráfica i Disseny a la Universitat Politècnica de Catalunya (Volum 2)". OmniaScience, 2021, p. 173-181.

MARTINS, P. R.; PREMEBIDA, A.; DULLEY, R. D.; BRAGA, R. **Revolução invisível - Desenvolvimento recente da nanotecnologia no Brasil**. São Paulo: Xamã VM, 2007.

MELO C. P.; PIMENTA Marcos A. A. **Nanociência e Nanotecnologia**. Departamento de Física – UFMG. Escola De Inverno De Física. Ed Especial V. 29, 2007 p. 09-20.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química: Ensino Médio**. 2. Ed. São Paulo: Scipione, 2013.

MORRISON, R. T.; Boyd, R. N. **Química Orgânica**, 13. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1996. Solomons, T. W. G. **Química Orgânica**, 6. ed.

MUNCHEN, S.; THIES, R.; ADAIME, M.; **Uma Experiência na Formação Inicial de Professores de Química: Desodorantes e Antitranspirantes e Os Conceitos de Solução, Coloide e Suspensão**. Universidade Federal da Fronteira Sul. Experiências em Ensino de Ciências V.11, No. 1, 2016 pag 23.

NALWA, H. S. Nanostructured materials and nanotechnology. **Organics, Polymers, and Biological Materials**. Ibaraki-Japão, v. 05, p. 834, 2002.

NIHEI , O K. Nanotecnologia no ensino de ciências: integrando o saber científico de ponta no ensino fundamental. 2013. Disponível em : [http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes\\_pde/2013/2013\\_unioeste\\_cien\\_artigo\\_geovana\\_dos\\_santos.pdf](http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2013/2013_unioeste_cien_artigo_geovana_dos_santos.pdf) . Acesso em : 07/2020

PRODANOV, C. C.; FREITAS, Ernani C.; Metodologia do Trabalho Científico, Métodos e Técnicas da Pesquisa e d006F Trabalho Acadêmico. Segunda Edição. Associação Pró-Ensino Superior em Novo Hamburgo - ASPEUR Universidade Feevale. Outubro, 2013.

PROCHNOW, P; Nanociência e Nanotecnologia uma ciência nova. Terceira Edição. Universidade Federal do Pará. Abril, 2014.

RAMOS, B Giehl Z.; PASA, T.; **O Desenvolvimento da Nanotecnologia: cenário mundial e nacional de investimentos.** Departamento de ciências farmacêuticas. Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. p. 95-100, 2008.

REBELLO, G.; ARGYRUS M; LEITE W.; et. Al.; **Nanotecnologia, um tema para o ensino médio utilizando a abordagem CTSA.** Química Nova na Escola. Vol. 34, N° 1, p. 3-9, FEVEREIRO 2012.

ROCHA J. A.; TEIXEIRA G. B.; ANDRADE D. **A Química da Maionese: um Tema Estruturador para o Ensino de Coloides.** Departamento de Química, Universidade Federal de Sergipe. Vol. 11, Num. 06, 2015.

SANTOS, W.; **Contextualização no Ensino de Ciências por Meio de Temas Cts Em Uma Perspectiva Crítica.** Ciência & Ensino, vol. 1, n especial, novembro de 2007.

SILVA JUNIOR, S.D.; COSTA, F. J. Mensuração e Escalas de Verificação: uma Análise Comparativa das Escalas de Likert e Phrase Completion. **PMKT – Revista Brasileira de Pesquisas de Marketing**, São Paulo, v. 15, p. 1-16, out. 2014.

SILVEIRA, V.; PROCHNOW, Tania. **A abordagem da nanociência e nanotecnologia nos livros didáticos de Química do Ensino Médio.** Universidade Luterana do Brasil (ULBRA) Canoas-RS, 2016.

SLAVIN, R. E.; **Cooperative learning: Theory, research and practice.** Boston: Allyn Bacon, 1994. p. 160-180.

SUDIPTA, S.; ALAPON, Banerjee; AVISHEK, Acharjee. **Nanotechnology: Shaping the world atom by atom.** International Journal of Modern Engineering Research. Vol. 3, Issue. 4, Jul - Aug. 2013 pp-2219-2225.

TAFNER, E. P; **A Contextualização do Ensino como Fio Condutor do Processo de Aprendizagem.** Química Nova na Escola, 2012.

TOMKELSKI, M.; SCREMIN, Greice; FAGAN, Solange. **Ensino de Nanociência e Nanotecnologia: perspectivas manifestadas por professores da educação básica e superior.** Ciência Educação., Bauru, v. 25, n. 3, p. 665-683, 2019.

WALTER J.; Aproximação Do Método Jigsaw De Aprendizagem Cooperativa Para O Ensino De Eletroquímica No Ensino Médio. Rio de Janeiro : UFRJ, 2016. [https://minerva.ufrj.br/F/?func=direct&doc\\_number=000849640&local\\_base=UFR01#.YT0XZJ1KjIU](https://minerva.ufrj.br/F/?func=direct&doc_number=000849640&local_base=UFR01#.YT0XZJ1KjIU). Acesso em 10/2020.

WARTHA E. J.; FALJONI-ALARIO, Adelaide; **A contextualização no Ensino de Química através do Livro Didático.** Química Nova na Escola. N° 22, NOV. 2005.

WATANABE, L. A.; **A Função da Contextualização no Ensino de Química.** Decimo Simpósio Brasileiro de Ensino de Química. SIMPEQUI. 2012.

**APÊNDICE 1 – QUESTIONÁRIO INICIAL**

**QUESTIONÁRIO INICIAL**

**NOME DO**

**ALUNO** \_\_\_\_\_

**N**\_\_\_\_. **TURMA**\_\_\_\_\_.

**1) O que você sabe sobre a nanotecnologia?**

---

---

---

---

**2) 'Você compreende que a Nanotecnologia já está empregada em nosso cotidiano? Se sim, cite exemplos:**

---

---

---

---

**3) O que você entende que são coloides?**

---

---

---

---

**4) Sabe em que situações os coloides estão presentes em nosso cotidiano. Se sim, cite exemplos.**

---

---

---

---

## APÊNDICE 2 – QUESTIONÁRIO FINAL

ALUNO: \_\_\_\_\_

N\_\_\_\_. TURMA\_\_\_\_\_.

- 1) Após as aulas de Nanotecnologia, qual é a definição de Nanotecnologia para você?

---

---

---

- 2) Onde podemos encontrar a Nanotecnologia? E qual relação esse assunto apresenta com os Colóides? (RELACIONE COM O SUBTÓPICO QUE TRABALHOU NO GRUPO DE ESPECIALISTAS).

---

---

---

---

- 3) O que são dispersões Coloidais? E aonde podemos encontrá-los no nosso cotidiano: Cite exemplos

---

---

---

- 4) Quais os tipos de Coloides existentes?

---

---

---

- 5) Em quais áreas a Nanotecnologia pode ser aplicada ou utilizada?

---

---

---

APÊNDICE 3 – QUESTIONÁRIO SOBRE O MÉTODO JIGSAW

1	Eu pude trabalhar com mais independência no formato de aula <i>Jigsaw</i> do que faço normalmente nas aulas expositivas.	<input type="checkbox"/> Discordo fortemente <input type="checkbox"/> Discordo <input type="checkbox"/> Indeciso <input type="checkbox"/> Concordo <input type="checkbox"/> Concordo fortemente
2	Eu teria gostado mais se o professor tivesse nos ajudado mais diretamente no entendimento do conteúdo de coloides que estão nas etapas do <i>Jigsaw</i> .	<input type="checkbox"/> Discordo fortemente <input type="checkbox"/> Discordo <input type="checkbox"/> Indeciso <input type="checkbox"/> Concordo <input type="checkbox"/> Concordo fortemente
3	Eu trabalhei com mais intensidade no formato de aula <i>Jigsaw</i> do que costumo trabalhar durante as aulas tradicionais	<input type="checkbox"/> Discordo fortemente <input type="checkbox"/> Discordo <input type="checkbox"/> Indeciso <input type="checkbox"/> Concordo <input type="checkbox"/> Concordo fortemente
4	Eu prefiro quando o professor discute tópicos com a classe toda (aula expositiva dialogada) do que trabalhar em pequenos grupos	<input type="checkbox"/> Discordo fortemente <input type="checkbox"/> Discordo <input type="checkbox"/> Indeciso <input type="checkbox"/> Concordo <input type="checkbox"/> Concordo fortemente
5	Eu acredito que aprendi muito mais sobre o conteúdo "NANOTECNOLOGIA" trabalhando no formato <i>Jigsaw</i> .	<input type="checkbox"/> Discordo fortemente <input type="checkbox"/> Discordo <input type="checkbox"/> Indeciso <input type="checkbox"/> Concordo <input type="checkbox"/> Concordo fortemente
6	Eu não gostei de trabalhar no formato de aula <i>Jigsaw</i> porque meu trabalho ficou muito dependente do desempenho dos meus colegas.	<input type="checkbox"/> Discordo fortemente <input type="checkbox"/> Discordo <input type="checkbox"/> Indeciso <input type="checkbox"/> Concordo <input type="checkbox"/> Concordo fortemente
7	O uso de diferentes métodos de ensino (como o formato de aula <i>Jigsaw</i> ) torna nossas aulas mais divertidas e menos cansativas.	<input type="checkbox"/> Discordo fortemente <input type="checkbox"/> Discordo <input type="checkbox"/> Indeciso <input type="checkbox"/> Concordo <input type="checkbox"/> Concordo fortemente
8	Eu gostaria de participar novamente de aulas no formato <i>Jigsaw</i> na disciplina Química.	<input type="checkbox"/> Discordo fortemente <input type="checkbox"/> Discordo <input type="checkbox"/> Indeciso <input type="checkbox"/> Concordo

		( ) Concordo fortemente
--	--	-------------------------