

ROTACIONANO & SOLUCIONANO: UMA PROPOSTA DIDÁTICA ABORDANDO SOLUÇÕES, NANOTECNOLOGIA E A METODOLOGIA ROTAÇÃO POR ESTAÇÕES

Rotacionano & Solucionano: A Didactic Proposal Addressing Solutions, Nanotechnology and the Rotation by Stations Methodology

Rômulo Henrique Possatte Martins [romulo_possatte@hotmail.com]
Leyla Falqueto Carminatte [leyla.fcarminatte@educador.edu.es.gov.br]

Heyla Brito Pompermayer [heylapompermayer@gmail.com]

Rosa Ferreira Vieira [rosinhavieira2008@hotmail.com]

Araceli Verónica Flores Nardy Ribeiro [araceli@ifes.edu.br]

Roberto Pereira Santos [robertopsantos@gmail.com]

Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Vila Velha

Av. Min. Salgado Filho, 1000 - Soteco, Vila Velha - ES, 29106-010

André Romero da Silva [aromero@ifes.edu.br]

Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Aracruz

Av. Morobá, 248 - Conj. Moroba, Aracruz - ES, 29192-733

Mari Inez Tavares [mari.tavares@ufes.br]

Universidade Federal do Espírito Santo - Campus Goiabeiras

Av. Fernando Ferrari, 514 - Goiabeiras, Vitória - ES, 29075-910

Joselito Nardy Ribeiro [joselito.ribeiro@ufes.br]

Universidade Federal do Espírito Santo - Campus Maruípe

Av. Mal. Campos, 1468 - Maruípe, Vitória - ES, 29047-105

Recebido em: 27/07/2025

Aceito em: 15/07/2026

Resumo

A integração de temas científicos contemporâneos no Ensino Médio, como a nanotecnologia, ainda enfrenta desafios devido à escassez de materiais didáticos contextualizados e à formação insuficiente dos docentes. Este estudo traz uma sequência didática baseada na metodologia de Rotação por Estações, articulando os conteúdos de soluções químicas e nanotecnologia para promover uma aprendizagem significativa na disciplina de Química. A pesquisa é de natureza qualitativa, exploratória e de desenvolvimento, e fundamentada em uma revisão integrativa sobre as dificuldades de abordagem da nanotecnologia na Educação Básica, resultando na proposta a ser aplicada a estudantes da 2ª série do Ensino Médio, estruturada em quatro aulas que envolveram problematização inicial, construção conceitual, atividades práticas em cinco estações e consolidação final, em que atividades foram criadas para diferenciar soluções, colóides e suspensões; compreender o efeito Tyndall; identificar nanopartículas em produtos cotidianos; e refletir criticamente sobre os impactos ambientais da nanotecnologia. A proposta também pode contribuir com o protagonismo discente e maior engajamento nas atividades. Conclui-se que a metodologia adotada é eficaz para aproximar a ciência dos estudantes e para tornar o ensino de Química mais contextualizado, crítico e interdisciplinar. Reforça-se a importância da formação continuada de professores e da ampliação de propostas didáticas que promovam a articulação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade.

Palavras-chave: Colóides; Ensino de Química; Nanociência.

Abstract

The integration of contemporary scientific themes in secondary education, such as nanotechnology, still faces challenges due to the scarcity of contextualized teaching materials and the insufficient training of teachers. This study includes a didactic sequence based on the Station Rotation methodology, linking the contents of chemical solutions and nanotechnology to promote meaningful learning in the subject of Chemistry. The research is qualitative, exploratory and developmental in nature, and based on an integrative review of the difficulties of approaching nanotechnology in Basic Education, resulting in the proposal to be applied to 2nd grade high school students, structured in four classes that involved initial problematization, conceptual construction, practical activities in five stations and final consolidation, in which activities were created to differentiate solutions, colloids and suspensions; understand the Tyndall effect; identify nanoparticles in everyday products; and critically reflect on the environmental impacts of nanotechnology. The proposal can also contribute to student protagonism and greater engagement in the activities. The conclusion is that the methodology adopted is effective in bringing science closer to students and making chemistry teaching more contextualized, critical and interdisciplinary. It reinforces the importance of continuing teacher training and the expansion of didactic proposals that promote the articulation between Science, Technology and Society.

Keywords: Colloids; Chemistry Teaching; Nanoscience.

1 INTRODUÇÃO

O avanço da Ciência e da Tecnologia, nas últimas décadas, têm impactado significativamente a sociedade, englobando também as demandas no campo da educação científica, sobretudo profissionais que buscam cotidianamente estratégias para a promoção da reflexão crítica em suas aplicações e implicações ao buscar a educação integral de indivíduos e não apenas a compreensão de conceitos de forma rasa e desconectadas (Delizoicov et al., 2011).

Nesse sentido, a nanotecnologia é uma das áreas mais promissoras da ciência contemporânea. Com isso, pode-se perceber que ela está presente em diversos produtos e processos do cotidiano, desde medicamentos e cosméticos a materiais industriais, dispositivos eletrônicos, descontaminantes ambientais e alimentos processados. Isto faz com que a nanotecnologia se transforme em um potente ponto de partida para o ensino contextualizado e interdisciplinar, favorecendo a construção de saberes significativos e o desenvolvimento do letramento científico (Poulis et al., 2022).

Abordar a nanotecnologia no ensino de Química representa uma oportunidade de articular os conteúdos curriculares às vivências dos estudantes, tornando o aprendizado mais próximo da realidade e mais crítica em relação às transformações tecno-científicas da sociedade contemporânea. Isto favorece a interdisciplinaridade e a contextualização durante o processo de ensino e aprendizagem (Gattas e Furegato, 2006)

Apesar de sua relevância, a abordagem da nanotecnologia no Ensino Médio ainda enfrenta desafios. Estudos recentes apontam a escassez de materiais didáticos contextualizados (Toma et al., 2016). Este fator cria dificuldades de articulação com os conteúdos tradicionais da Química e lacunas na formação docente quanto a temas científicos contemporâneos, tornando-se um fator limitante na abordagem do tema devido à complexidade conceitual e à carência de propostas didáticas que promovam a contextualização e a interdisciplinaridade (Leite et al., 2013; Fernandes, 2017; Bezerra et al., 2021; Poulis et al., 2022). Deste modo, torna-se necessário desenvolver propostas didáticas inovadoras que promovam a integração desses saberes com as competências previstas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), valorizando a aprendizagem significativa e o protagonismo dos estudantes.

Com intuito de mitigar as lacunas apresentadas, este trabalho propõe retratar as dificuldades enfrentadas por docentes do Ensino Médio para abordagem da temática da nanotecnologia em sala de aula e apresentar uma sequência didática (SD) estruturada sob a metodologia Rotação por Estações, que vem ganhando espaço no ensino de Ciências. Tal metodologia pode possibilitar a diversificação de estratégias e a valorização da autonomia discente, ligada ao conteúdo de Soluções na disciplina de Química.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CONCEPÇÕES INICIAIS SOBRE NANOTECNOLOGIA

A nanotecnologia configura-se como uma das mais inovadoras e promissoras áreas do conhecimento científico contemporâneo. Ela apresenta potencial transformador em diversos campos, tais como: medicina, eletrônica, ciência dos materiais, agricultura, farmacologia e meio ambiente (Kanh et al., 2022; Kalazans et al., 2024). Seu desenvolvimento remonta à célebre palestra proferida por Richard Feynman, em 1959, intitulada “There’s Plenty of Room at the Bottom”, na qual o físico norte-americano vislumbrou a possibilidade de manipulação da matéria em nível atômico. A ideia visionária envolvia a manipulação ordenada de átomos e moléculas, de modo a originar materiais com características únicas, diferentes daquelas que se observam em escalas maiores (Cadioli & Salla, 2006).

Para compreender plenamente os fundamentos dessa área, é necessário, inicialmente, distinguir os conceitos de nanociência e nanotecnologia. Segundo Lêdo (2006),

os termos nanociências e nanotecnologias se referem, respectivamente, ao estudo e às aplicações tecnológicas de objetos e dispositivos que tenham ao menos uma de suas dimensões físicas menores que, ou da ordem de dezenas de nanômetros. Nano (do grego ‘anão’) é um prefixo usado nas ciências para designar uma parte em um bilhão e, assim, um nanômetro (1nm) corresponde a um bilionésimo de um metro [...] ‘Nano’, portanto, é uma medida e não um objeto (Lêdo, 2006).

Essa definição evidencia um dos desafios centrais no ensino e na compreensão da nanotecnologia: a abstração envolvida na compreensão da escala nanométrica, em que 1 nm representa 10^{-9} m, cujos fenômenos não são diretamente observáveis a olho nu, exigindo abordagem didática específica e recursos pedagógicos adequados.

Para Oliveira (2002), a nanotecnologia pode ser compreendida como a construção de dispositivos extremamente pequenos, por meio do posicionamento preciso de átomos e moléculas, com grande eficiência e potencial para gerar novos sistemas funcionais. Essa perspectiva sublinha o caráter técnico da nanotecnologia, centrado na capacidade de controlar a organização estrutural da matéria em escala atômica e molecular.

Historicamente, o termo “nanotecnologia” foi introduzido pelo engenheiro japonês Norio Taniguchi, em 1974, para designar tecnologias de manipulação de materiais com precisão inferior à da unidade micro (μm). Entretanto, embora a nanotecnologia seja frequentemente exaltada como uma fronteira inovadora, há também reflexões críticas quanto aos seus riscos e à forma como a ciência é orientada. Segundo Schulz (2009), é necessário considerar o “outro lado da inovação”, ponderando os impactos sociais, ambientais e éticos que podem acompanhar o avanço dessa tecnologia. Além disso, a nanociência pode ser entendida como o campo de investigação teórica e experimental dos fenômenos físicos, químicos e biológicos que emergem nessa escala, funcionando como base científica para as aplicações tecnológicas desenvolvidas (Toma, Silva & Condomitti, 2016).

Contudo, a complexidade inerente à nanotecnologia não se restringe aos aspectos técnicos e conceituais. Como observa Santos (2003), é imperativo refletir sobre a função social da ciência:

Há alguma relação entre a ciência e a virtude? Há alguma razão de peso para substituímos o conhecimento vulgar que temos da natureza e da vida e que partilhamos com os homens e mulheres da nossa sociedade pelo conhecimento científico produzido por poucos e inacessível à maioria? Contribuirá a ciência para diminuir o fosso crescente na sociedade entre o que se é e o que se aparenta ser, o saber dizer e o saber fazer, entre teoria e prática? (Santos, 2003, p. 16)

Para o autor, é essencial refletir sobre o papel da ciência na sociedade, questionando se o conhecimento produzido de forma restrita contribui de fato para a construção de uma sociedade mais justa e integrada entre saberes e fazeres. Tais questionamentos reforçam a necessidade de democratizar o acesso ao conhecimento nano-tecnológico e de integrar sua abordagem aos processos educacionais e sociais (Santos, 2003).

A partir dessa perspectiva, destaca-se a importância de explorar as aplicações práticas da nanotecnologia, que já se encontram amplamente disseminadas em diversos setores. A versatilidade e o caráter interdisciplinar da área se refletem em suas múltiplas inserções no cotidiano, muitas vezes de forma não perceptível. Atualmente, produtos contendo componentes em escala nanométrica são empregados em áreas como cosméticos, têxteis, embalagens, fármacos, filtros solares, sensores, tintas, materiais automotivos e dispositivos eletrônicos de alta performance (Cadioli & Salla, 2006; Ferreira et al., 2025).

No campo médico, a nanotecnologia tem possibilitado inovações terapêuticas mais precisas e menos agressivas, como no uso de nanopartículas para liberar medicamentos diretamente em células-alvo (Duran, Mattoso & Morais, 2004; Ferreira et al., 2025).

No setor alimentício, destacam-se os avanços na criação de embalagens inteligentes, capazes de detectar e sinalizar alterações na composição dos alimentos, como a presença de microrganismos patogênicos ou o início da deterioração. Tais sistemas sensoriais favorecem a segurança alimentar e a conservação de produtos perecíveis (Weiss et al., 2006).

De modo similar, às tecnologias ambientais vêm se beneficiando do uso de nanomateriais em processos como filtragem de água por nanotubos de carbono, adsorção de poluentes químicos por nanopartículas magnéticas (Kalazans et al., 2025) e desenvolvimento de catalisadores mais seletivos e eficientes, promovendo a mitigação de impactos ambientais e a sustentabilidade de processos industriais (Quina, 2004).

No campo da educação, e especialmente no ensino de Química, a presença cotidiana desses produtos e processos representa uma oportunidade estratégica para promover uma educação em Química/Ciências a fim de compreendê-la. No entanto, tal potencial ainda enfrenta obstáculos significativos, como a ausência de diretrizes curriculares específicas sobre o tema na Educação Básica. Como salienta Lêdo (2006), a compreensão da escala nanométrica exige um deslocamento cognitivo considerável, o que demanda o aprendizado de conceitos gerais de Química e Física relacionados ao tema, o conhecimento básico de Matemática, a utilização de estratégias pedagógicas inovadoras e a mediação de recursos didáticos apropriados.

Dessa maneira, discutir as aplicações da nanotecnologia no cotidiano não apenas aproxima a ciência da realidade dos estudantes, mas também favorece a construção de uma educação científica crítica e contextualizada. Considerando os impactos sociais, econômicos e ambientais dessa tecnologia emergente, torna-se imperativo integrá-la de forma estruturada ao ensino de Química, reforçando a articulação entre ciência, tecnologia e sociedade, e preparando os alunos para uma atuação cidadã e tecnicamente qualificada (Lêdo, 2006).

2.2 APROXIMAÇÕES ENTRE SOLUÇÕES, NANOTECNOLOGIA E O ENSINO DE QUÍMICA

A compreensão das soluções químicas é fundamental para o ensino de Química, pois constitui a base para a análise de fenômenos como dissolução, concentração, reações químicas em meio aquoso e propriedades coligativas (Brown, Lemay, Bursten & Murphy, 2018). No contexto escolar, o estudo das soluções pode ser enriquecido por abordagens que integrem a nanotecnologia, uma área que manipula a matéria em escala nanométrica, proporcionando uma nova perspectiva sobre as propriedades e comportamentos dos materiais.

A nanotecnologia, que envolve a manipulação de partículas com dimensões entre 1 e 100 nanômetros, revela propriedades físicas, químicas e biológicas distintas das observadas em escalas maiores (Nakatani & Kimura, 2017). Em soluções, as nanopartículas podem atuar como catalisadores, sensores ou veículos de entrega de substâncias, ampliando o potencial didático para o ensino de conceitos químicos avançados (Lima & Silva, 2021). Essa abordagem se mostra especialmente promissora no contexto escolar quando associada a práticas experimentais contextualizadas e interdisciplinares.

Pesquisas como a de Silva, Santos, Lacerda, Carvalho e Ramos (2021), ao analisarem práticas desenvolvidas no ENEQ entre 2008 e 2016, mostram que a temática da nanotecnologia pode ser aplicada com sucesso no Ensino Médio por meio de experimentos com soluções coloidais e fenômenos de adsorção, como o uso de argilas para remover corante azul de metileno. Tais práticas demonstram que mesmo em ambientes escolares com poucos recursos laboratoriais, é possível desenvolver atividades significativas ao trabalhar conceitos como área superficial e adsorção, conectando-os diretamente com aplicações tecnológicas e ambientais.

Complementarmente, o trabalho de Costa (2023) evidencia como a nanotecnologia pode ser integrada ao ensino de Química Orgânica por meio de uma sequência didática baseada na articulação entre funções orgânicas, nano-emulsões e óleos essenciais. Nesse contexto, os alunos foram estimulados a compreender a escala nanométrica por meio do uso de microscópios ópticos e da análise de produtos com aplicações nanotecnológicas, como revestimentos agrícolas e cosméticos. A estratégia possibilitou o desenvolvimento de competências científicas, pensamento crítico e a percepção da Química como ciência viva e conectada aos desafios sociais e ambientais.

Do ponto de vista pedagógico, a inserção da nanotecnologia no ensino de Química promove uma contextualização do conhecimento, aproximando o conteúdo tradicional de temas científicos atuais e relevantes para a sociedade (Oliveira & Costa, 2019). Experimentos simples, que utilizam nanopartículas e soluções aquosas, podem ser adaptados para escolas com recursos limitados, facilitando a aprendizagem ativa e o desenvolvimento do pensamento crítico. Além disso, a nanotecnologia possibilita a interdisciplinaridade, conectando Química a áreas como Física, Biologia e Engenharia (Costa, 2023).

Portanto, aproximar os conceitos de soluções e nanotecnologia no ensino de Química é uma estratégia eficaz para inovar práticas pedagógicas, promover o interesse dos estudantes e preparar cidadãos capazes de compreender e atuar em uma sociedade tecnológica e sustentável.

2.3 ENSINO DE TEMAS CONTEMPORÂNEOS NAS CIÊNCIAS DA NATUREZA

O ensino de Ciências da Natureza no século XXI assume um papel fundamental frente aos desafios sociais, ambientais, éticos e tecnológicos que atravessam a sociedade contemporânea. Santos e Mortimer (2000) destacam que “a educação científica deve ir além da transmissão de conceitos, promovendo a formação de sujeitos críticos, autônomos e capazes de compreender e intervir no mundo em que vivem”. Essa perspectiva rompe com práticas tradicionais centradas na memorização de conteúdos descontextualizados, demandando uma abordagem mais crítica, reflexiva e integrada com a realidade dos estudantes.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) expressa essa orientação ao afirmar que a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, no Ensino Médio, tem como finalidade

“assegurar aos estudantes a compreensão dos conhecimentos científicos que lhes permitam enfrentar desafios do mundo contemporâneo, compreender fenômenos, tomar decisões e intervir na realidade de forma ética, responsável e comprometida com a construção de uma sociedade sustentável, justa e democrática” (Brasil, 2018).

Nesse sentido, a BNCC legitima e fortalece a inserção de temas contemporâneos no ensino, como nanotecnologia, biotecnologia, mudanças climáticas, crise hídrica e inteligência artificial, os quais são fundamentais para promover uma educação científica articulada às dimensões sociais, culturais e ambientais.

Entretanto, essa inserção não está isenta de desafios. Segundo Przybyszen, Silveira e Miquelin (2021), “não é mais suficiente apenas a promoção das discussões sobre as QSC (Questões Sócio-científicas) e do tão necessário ASC (Ativismo Sócio-científico), pois as questões tecnológicas devem estar presentes sempre nas discussões”. Para os autores, deixar de considerar a dimensão tecnológica nas discussões escolares contribui para reforçar uma visão distorcida e ingênua da Ciência e da Tecnologia (CT).

Na mesma direção, Auler e Delizoicov (2001) alertam que “a concepção de neutralidade da CT se constitui em um mito original, a partir do qual derivam outros três mitos: a superioridade do modelo de decisões tecnocráticas, a perspectiva salvacionista da CT e o determinismo tecnológico”. Esses mitos sustentam uma compreensão equivocada de que ciência e tecnologia são neutras, desconsiderando que ambas são construções humanas, atravessadas por valores, interesses econômicos, políticos e sociais.

Przybyszen et al (2021) reforçam que 'a tecnologia não é neutra, não é pura nem simplesmente uma aplicação prática da Ciência, pois ela incorpora valores, intencionalidades e interesses políticos e econômicos de grupos hegemônicos'. Portanto, é imprescindível que o ensino de Ciências da Natureza promova a compreensão crítica sobre as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, de modo que os estudantes possam analisar os impactos, riscos e benefícios associados às inovações tecnológicas.

A incorporação dos Estudos que envolvem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) constitui-se em uma estratégia potente para esse fim. Como afirmam Auler e Delizoicov (2001), “ao se assumir uma concepção ampliada das interações CTS, vislumbra-se uma possibilidade de práticas educativas que favoreçam a participação social e a formação de sujeitos que possam intervir criticamente na realidade”. Essa perspectiva se articula diretamente com os princípios da pedagogia freireana, que defende uma educação problematizadora, dialógica e voltada para a transformação social (FREIRE, 2005).

O trabalho de Binatto, Machado e Teixeira (2024) corrobora essa visão ao afirmar que “a percepção da utilização do conhecimento científico e tecnológico para fins bélicos, os modelos tecnocráticos de decisões envolvendo CT e os impactos ambientais resultantes do modo de produção na sociedade capitalista, sustentam as críticas do Movimento CTS e seu direcionamento em busca de modelos decisórios envolvendo mais participação social”. Assim, discutir temas contemporâneos no ensino de Química não se limita ao domínio de conceitos, mas envolve refletir criticamente sobre quem produz esse conhecimento, quem se beneficia dele e quais são seus impactos sociais e ambientais.

Auler e Delizoicov (2001) reforçam que “a associação entre o PLACTS (Pensamento Latino-Americano em CTS) e os referenciais freireanos, na Educação CTS, se justifica ainda por sua complementaridade, sendo as dimensões discutidas por Freire (2005) importantes para o campo educacional e o PLACTS pelo aprofundamento no campo da Ciência e Tecnologia, considerando as

especificidades do contexto regional”. Dessa forma, uma abordagem educativa que incorpora temas contemporâneos precisa considerar os contextos históricos, culturais e sociais da América Latina, superando modelos eurocêntricos de ciência e tecnologia.

Nesse sentido, Strieder (2012) destaca que é fundamental uma “educação científica comprometida com a formação de cidadãos capazes de compreender as implicações sociais, ambientais, políticas e econômicas da tecnociência, e de se posicionarem frente às questões que dela emergem”. Essa visão rompe com um ensino tecnicista e instrumental, e favorece a construção de uma educação emancipatória, voltada para a transformação social.

O silêncio em torno da dimensão tecnológica nas práticas educativas é um dos grandes desafios contemporâneos. Por isso, Auler (apud Prsybyciem et al., 2021, p. 4), alerta: “o silenciamento das discussões sobre a dimensão tecnológica no Ensino de Ciências e no próprio campo CTS pode estar favorecendo uma concepção limitada e/ou fortalecendo uma visão da suposta neutralidade e do modelo linear de progresso da CT”. Essa constatação reforça a urgência de superar abordagens superficiais e promover um ensino que permita aos estudantes compreenderem a complexidade das interações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente.

Portanto, a inserção de temas contemporâneos no ensino de ciências da natureza, especialmente no ensino de Química, não pode se restringir a uma atualização de conteúdos, mas deve ser compreendida como uma ação pedagógica, ética e política, orientada pela construção de uma educação crítica, emancipatória e socialmente comprometida. Como concluem Auler e Delizoicov (2001), “a incorporação de uma perspectiva ampliada das interações CTS ao processo educativo exige, portanto, que se rompa com práticas tradicionais, transmissivas e alienantes, fomentando uma prática problematizadora e comprometida com a transformação social”.

2.4 A METODOLOGIA DE ROTAÇÃO POR ESTAÇÕES

A Rotação por Estações é uma estratégia didática integrante do ensino híbrido - que compreende uma agregação das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) no processo de ensino-aprendizagem de estudantes, segundo Valente (2014), que visa promover a aprendizagem ativa por meio da organização dos estudantes em grupos, os quais se revezam por diferentes estações com tarefas diversas, porém integradas. Trata-se de uma metodologia ativa que, de acordo com Pereira e Dias (2024), está fundamentada no Construtivismo de Vygotsky, ao considerar que o aluno constrói o seu conhecimento a partir de suas experiências e interações com o ambiente de aprendizagem e ao de Freire, promovendo o pensamento crítico, sua autonomia e a responsabilidade pelo próprio aprendizado, e que rompe com a linearidade tradicional do ensino, ao permitir que diferentes atividades ocorram simultaneamente, de forma coordenada e alinhada aos objetivos da aula (Bacich, 2016).

O conceito de metodologia ativa está fundamentado nas ideias de John Dewey, desde a década de 1930, sobre aluno ativo e construção do conhecimento em situações que superem a tradicional aula expositiva, em que a finalidade é reprodução e memorização do conteúdo de ensino. [...] A discussão sobre “como se ensina” faz sentido apenas quando inserida em outra, mais ampla, sobre “como se aprende” (Lopes, 2015, p. 352).

No modelo de Rotação por Estações, o papel do professor se transforma significativamente. Ele deixa de ser o centro do processo educativo e passa a atuar como mediador da aprendizagem, acompanhando os grupos, oferecendo feedback e orientando as interações. essa dinâmica pode ser descrita da seguinte forma:

“[...]os estudantes são organizados em grupos e cada um desses grupos realiza uma tarefa de acordo com os objetivos do professor para a aula em questão. O planejamento desse tipo de atividade não é sequencial e as atividades realizadas nos grupos são, de certa forma, independentes, mas funcionam de forma integrada para que, ao final da aula, todos tenham tido a oportunidade de ter acesso aos mesmos conteúdos” (Bacich; Moran, 2016, p. 682).

Essa configuração pedagógica contribui para o desenvolvimento de competências cognitivas e socioemocionais, tais como autonomia, colaboração, responsabilidade, pensamento crítico e resolução de problemas. As estações, ao abordarem o mesmo conteúdo sob diferentes formatos e perspectivas, permitem atender aos variados estilos de aprendizagem dos alunos, ampliando as possibilidades de significação dos saberes trabalhados (Vieira e Felício, 2024).

A proposta prevê que, ao menos, uma das estações envolve o uso de recursos digitais, como vídeos, jogos, simuladores ou plataformas on-line, tornando o processo de ensino mais dinâmico, visual e atrativo para os estudantes da era digital (Fonseca, 2020).

Vieira e Felício (2024) ressaltam que essa metodologia estimula o protagonismo estudantil, à medida que os alunos são desafiados a participar efetivamente da construção do conhecimento. Os docentes, por sua vez, têm a oportunidade de acompanhar de forma mais próxima o desenvolvimento das habilidades e competências dos discentes, adaptando suas intervenções pedagógicas de forma mais contextualizada e sensível às necessidades do grupo.

Fonseca (2020) reforça que a metodologia de Rotação por Estações se destaca por possibilitar aulas mais interativas, envolventes e alinhadas às práticas sociais contemporâneas, especialmente quando utilizadas no ensino médio. Ao proporcionar um ambiente colaborativo e integrado às tecnologias, essa estratégia didática contribui para a ressignificação da experiência escolar e para o fortalecimento de uma aprendizagem mais significativa.

Portanto, a Rotação por Estações revela-se uma metodologia eficaz para enfrentar os desafios da educação atual, promovendo o engajamento dos alunos, a mediação ativa do professor e a articulação entre teoria e prática em diferentes contextos disciplinares.

3 PROCESSOS METODOLÓGICOS

Este trabalho adota uma abordagem qualitativa, assim, envolve a coleta de dados descritivos a partir de uma abordagem crítica ou interpretativa, buscando compreender as interações humanas em diferentes contextos e a complexidade de determinados fenômenos, com o objetivo de interpretar e atribuir sentido aos fatos e acontecimentos observados (Rodrigues, Oliveira & Santos, 2021).

Classifica-se ainda como pesquisa de desenvolvimento, referindo-se “investigações que envolvem delineamento, desenvolvimento e avaliação de artefatos para serem utilizados na abordagem de um determinado problema, à medida que se busca compreender/explicar suas características, usos e/ou repercussões” cujo ao final há a geração de um produto, neste caso, educacional: a sequência didática (Barbosa & Oliveira, 2015).

Também se alinha à pesquisa exploratória pela intenção de compreender e descrever aspectos relacionados às dificuldades no ensino de nanotecnologia e às possibilidades de integração desse tema com conteúdos curriculares da Química. Esse tipo de pesquisa “visa compreender e explorar um fenômeno ou questão de interesse tendo como objetivo familiarizar-se com um assunto pouco conhecido ou pouco explorado” (Lösch, Rambo & Ferreira, 2023).

Com o intuito de entender as dificuldades pedagógicas sobre a abordagem da temática de nanotecnologia, foi realizada uma revisão integrativa de literatura na base de dados do Periódico CAPES. A busca foi feita utilizando o descritor "dificuldades AND ensino de nanotecnologia". Como critérios de inclusão, considerou-se a disponibilidade em acesso aberto, o idioma português, e o período de publicação entre os anos de 2013 e 2023. A pesquisa resultou em um total de quatro artigos que atenderam a todos os critérios estabelecidos e estão explicitados no Quadro 1.

Quadro 1. Artigos selecionados, autores e periódicos.

Artigo	Autor/a/es/as	Periódico	Ano
Uso do método cooperativo de aprendizagem Jigsaw adaptado ao ensino de nanociência e nanotecnologia	Ilaiáli Souza Leite, Ariane Baffa Lourenço, José Guilherme Licio e Antonio Carlos Hernandes	Revista Brasileira de Ensino de Física	2013
Interdisciplinaridade, Construtivismo e Aprendizagem Significativa: Elementos Facilitadores do Ensino da Nanotecnologia	Argeu Cavalcante Fernandes	Revista Eixo	2015
A(s) Nanociência e nanotecnologia na formação inicial de professores de física: um estudo sobre concepções e práticas	Erika da Costa Poulis, Silvette Coradi Guerini e José Francisco Custódio Filho	Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias	2022
A nanotecnologia aplicada ao desenvolvimento de fármacos: revisão integrativa da literatura	Thaynara Paula Warren Bezerra, Ana Rosa Galdino Bandeira, Salatiel Henrique Pereira de Lima e Priscyla Lima de Andrade	Research, Society and Development	2022

Fonte: os(as) autores(as) (2025)

A fim de proporcionar possibilidades para retratar o tema em questão, construiu-se uma sequência didática como produto educacional da pesquisa, estruturada de modo a facilitar sua aplicação por docentes da área e promover uma aprendizagem significativa, interdisciplinar e crítica sobre ciência e tecnologia. A proposta também busca contribuir para a superação das dificuldades apontadas na literatura, oferecendo estratégias de ensino que valorizam a experimentação, a contextualização e o protagonismo estudantil.

4 DIFICULDADES PARA ABORDAR NANOTECNOLOGIA EM SALA DE AULA

Após a leitura dos artigos, verificou-se múltiplas dificuldades relatadas na abordagem da temática, que se apresentam listadas no quadro 2.

Quadro 2. Dificuldades descritas nos artigos selecionados

Dificuldades encontradas	Retratado em
Ausência de estratégias pedagógicas atrativas	A1
Currículo rígido e ausência de interdisciplinaridade	A2
Formação docente insuficiente para retratar didaticamente a temática	A3; A4

Fonte: Os(as) autores(as) (2025)

Uma das dificuldades para abordar a nanotecnologia em sala de aula, está relacionada à rigidez dos currículos escolares e à ausência de integração entre disciplinas. Apesar da relevância da nanotecnologia para o entendimento das transformações tecnológicas atuais, seu ensino ainda é restrito a iniciativas isoladas de alguns professores, sendo dificultado por estruturas escolares

compartimentalizadas e pouco abertas à interdisciplinaridade. Essa fragmentação curricular inviabiliza a articulação de saberes necessária para a compreensão de temas complexos e contemporâneos, como a nanotecnologia, que exige a mobilização de conhecimentos de química, física, biologia e ciência dos materiais. (Fernandes, 2017).

Em Leite, Lourenço, Lício e Hernandes (2013) os autores propõem uma abordagem inovadora para o ensino de nanociência e nanotecnologia no Ensino Médio, utilizando o método cooperativo Jigsaw aliado a textos de divulgação científica, porém foram observadas algumas dificuldades em inserir esse conteúdo nas salas de aula, especialmente pela ausência de metodologias didáticas consolidadas e de formação específica para os docentes. Outro desafio a ser vencido é a tendência de os estudantes reproduzirem definições e conceitos de maneira mecânica, reforçando assim a necessidade de metodologias que promovam a autonomia e a reflexão crítica.

O trabalho de Poulis, Guerini e Filho (2022) evidencia dificuldades estruturais e formativas que impactam diretamente a abordagem da nanotecnologia em sala de aula, sobretudo no contexto da formação inicial de professores. A principal barreira identificada está na ausência ou marginalização do tema nas matrizes curriculares dos cursos de Licenciatura em Química/Ciências, mesmo em instituições com tradição científica. Como consequência, os professores em formação têm pouco contato com os fundamentos conceituais da ciência na nanoescala, o que limita significativamente sua capacidade de atuar como mediadores do conhecimento em sala de aula.

Para Bezerra, Bandeira, Lima e Andrade (2022), uma das dificuldades atuais para abordar a nanotecnologia em sala de aula, é o descompasso entre a produção científica e a Educação Básica. A elevada complexidade conceitual dos nanocarreadores — como dendrímeros, lipossomas e nanopartículas poliméricas — exige não apenas domínio técnico dos conteúdos, mas também uma formação docente robusta, que nem sempre é promovida nos cursos de Licenciatura, em que o conteúdo não aparece na grade curricular. Essa lacuna entre o conhecimento científico e sua transposição didática compromete a inserção significativa da nanotecnologia nos currículos escolares, que permanecem pouco atualizados frente às inovações tecnológicas.

Portanto, a presença de conteúdos como esse em sala de aula requer mediações pedagógicas inovadoras, formação continuada para professores e uma política curricular que favoreça a interdisciplinaridade e a atualização científica.

5 PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA: ROTACIO_{NANO} & SOLUCIO_{NANO}

A proposta engloba o conteúdo de soluções químicas, aplicado à 2ª série do Ensino Médio, e está articulada em 4 aulas, compreendendo uma introdução ao conteúdo didático, à nanotecnologia, uma rotação por estações e uma reflexão sobre que foi trabalhado anteriormente.

Os objetivos para essa aplicação compreendem, além de identificar aplicações da nanotecnologia em dispersões coloidais do cotidiano, diferenciar soluções, colóides e suspensões com base em suas propriedades, compreender o efeito Tyndall e sua relação com sistemas coloidais e relacionar ciência e tecnologia com produtos comerciais.

5.1 AULAS 1 e 2: PROBLEMATIZAÇÃO E CONCEITOS

Para iniciar a SD, o(a) docente deve fazer a seguinte questão problematizadora: “Porque o protetor solar quando passado na pele fica transparente e a pasta de dente fica branca, sendo que ambos são formados por nanopartículas de dióxido de titânio?”.

Junto a essa problematização, o professor pode realizar de forma demonstrativa, conforme apresentado na figura 1, o experimento em passar um pouco de protetor solar e pasta de dente no antebraço e espalhar com os dedos para que os(as) estudantes verifiquem a transparência pós espalhamento de ambos os produtos.

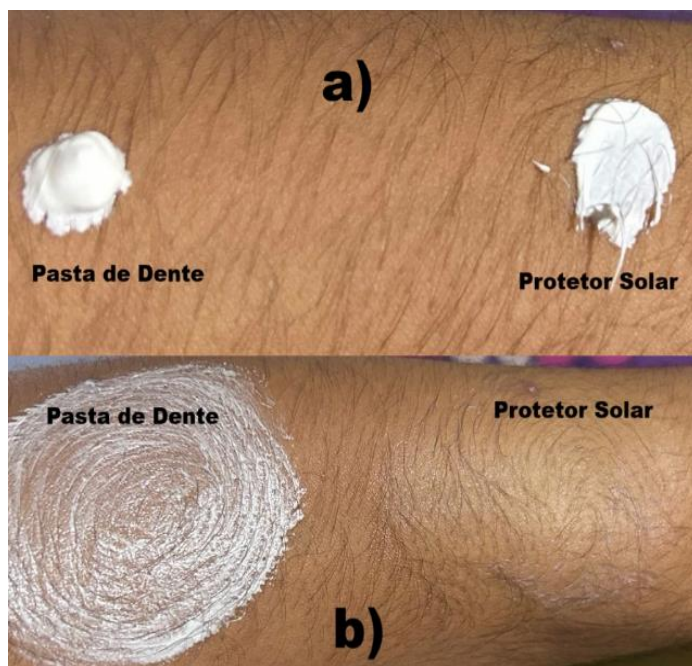


Figura 1: Demonstração do experimento antes (a) e após (b) o espalhamento do protetor solar e da pasta de dente na pele. **Fonte:** Os(as) autores(as) (2025)

A realização de uma etapa de problematização permite gerar um processo de discussão quando um problema é proposto em uma atividade pedagógica de forma que leve o(a) estudante à construção do conhecimento por meio da reflexão, do diálogo e da participação ativa (Mori & Cunha, 2020)

Problematizar é estabelecer um “diálogo” entre conhecimentos, colocando em discussão a interpretação dos estudantes sobre determinada realidade e as teorias científicas, ou seja, problematiza-se tanto o conhecimento dos estudantes quanto o conhecimento científico em discussão (Mori & Cunha, 2020).

Após a discussão sobre a questão problematizadora, iniciar o conteúdo programático abordando o tamanho de partículas e sua relação com a escala nanométrica, com um momento para revisar as unidades de comprimento e suas conversões, assim representado na figura 2 abaixo.

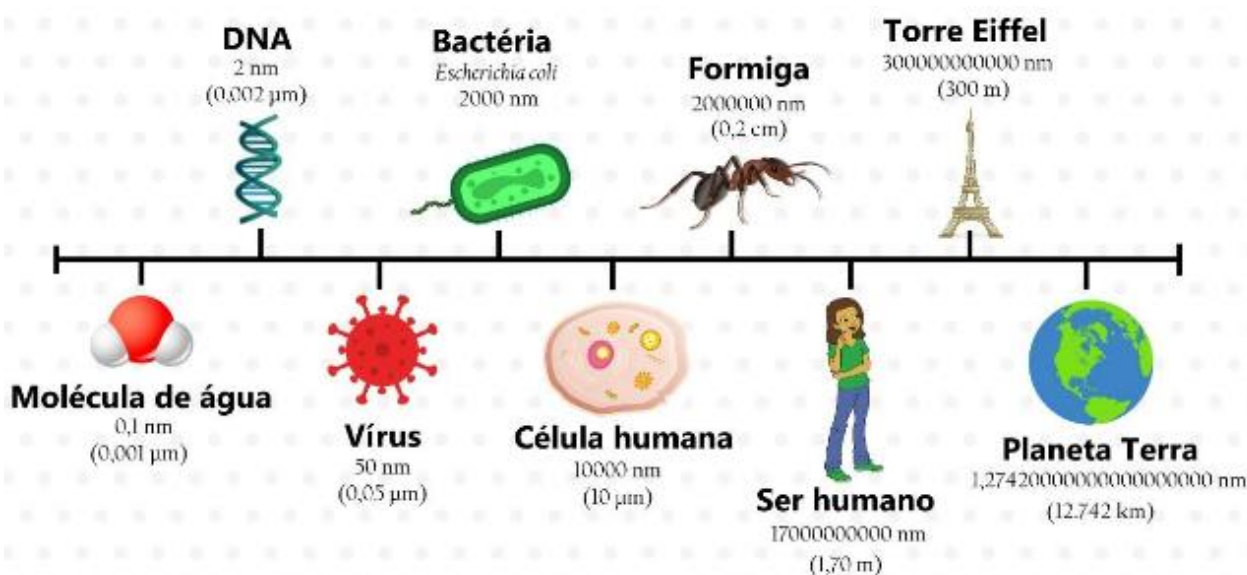


Figura 2: Escala nanométrica em comparação com diferentes tamanhos. **Fonte:** Antunes Filho, Santos e Backx (2023)

Na segunda aula, inicie abordando a classificação das misturas em homogêneas e heterogêneas, conceituando-as de acordo com seu aspecto, na qual Feltre (2005) define que a “mistura homogênea é a que apresenta aspecto uniforme e propriedades iguais em todos os seus pontos. E a mistura heterogênea é a que apresenta aspecto não uniforme e propriedades variáveis de um ponto a outro”. Também apresenta a classificação que pontua sobre o tamanho das moléculas, o que organiza essa definição anterior em três classes: soluções, colóides e suspensões, conforme a figura 3. A fim de que possa realizar uma correlação entre as classificações.

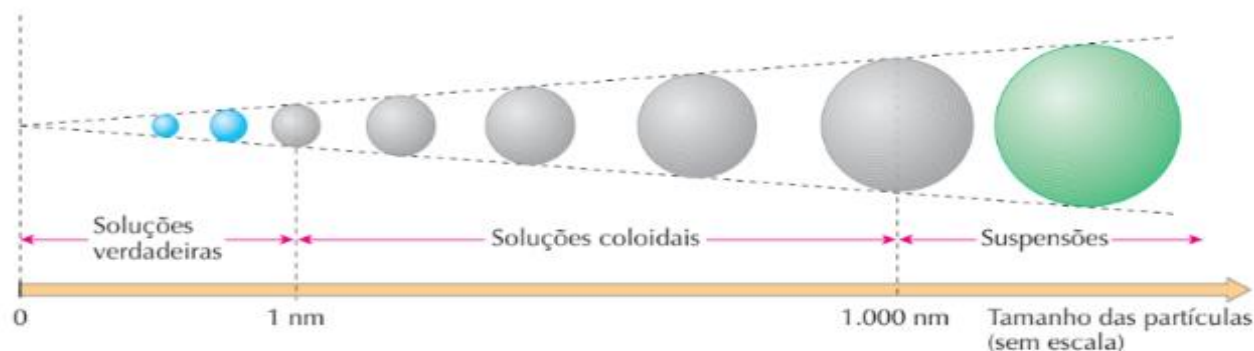


Figura 3: Classificação de misturas de acordo com o tamanho das partículas. **Fonte:** Feltre (2005)

Outro conceito importante a ser abordado na aula é o efeito Tyndall, que demonstra o espalhamento da luz por objetos dispersos num fluido, permitindo identificar dispersões coloidais, de forma de compreender tais classificações usando experimentos (Pereira, Garcia, Gomez & Turchiello, 2022). Ao retratar tal efeito, o(a) professor(a) disponibiliza conceitos importantes para a aplicação da metodologia na próxima aula.

5.2 AULA 3: ROTAÇÃO POR ESTAÇÕES

Para a aplicação desta metodologia foram estruturadas 5 atividades denominadas em estações para qual 5 grupos de estudantes deverão rotacionar e completá-las respondendo as informações pedidas no diário de bordo a ser entregue para cada grupo. O tempo para realização de cada estação é de sete a oito minutos. Os(as) autores(as) também oferecem um material suplementar contendo as estações descritas e o diário de bordo prontos para serem aplicados.

5.2.1 Estação 1: Classificação de Misturas

A primeira estação compreende-se um experimento para a observação e classificação das misturas em solução, coloide e suspensão. Seu objetivo planejado é que os estudantes reconheçam visualmente as diferenças entre soluções, colóides e suspensões. Para isso, o quadro 3 retrata os materiais necessários por todos os grupos e os procedimentos a serem utilizados/realizados.

Quadro 3. Materiais e procedimentos para confecção de misturas para a Estação 1.

Materiais	
2 L de água; 50 g de sal; 50 g de areia fina; 50 g amido de milho; 3 copos plásticos transparentes; 3 colheres de chá; 1 copo medidor.	
Procedimento	
Mistura 1: Água + Sal	Misturar 100 mL de água com 1 colher de chá de sal.
Mistura 2: Água + Areia	Misturar 100 mL de água com 1 colher de chá de areia fina.
Mistura 3: Água + Amido de Milho	Misturar 100 mL de água com 1 colher de chá de amido de milho.

Fonte: os(as) autores(as)

Após a confecção de cada mistura, os(as) estudantes devem analisá-las considerando quantas fases são perceptíveis a olho nu; se a mistura é clara (translúcida ou transparente) ou turva; e se ocorre decantação de algum componente. Para que após essa observação possam responder às questões descritas no diário de bordo que envolvem classificar e definir as três misturas.

Ferreira, Hartwig, Oliveira (2010) relatam que a experimentação se apresenta como “um recurso pedagógico importante que pode auxiliar na construção de conceitos”. Pois, deste modo, promove a participação discente em diversas etapas, como, por exemplo, na coleta de dados, análise, discussão e elaboração de hipóteses, valorizando, então, suas capacidades cognitivas (Drago, Guimarães, Dos Santos, Greff, De França, 2021).

5.2.2 Estação 2: Presença de Nanopartículas em Produtos do Cotidiano

A segunda estação retrata dois produtos do cotidiano: um protetor solar e um suplemento natural de prata coloidal, conforme as figuras 4 e 5. Essa atividade objetiva perceber a presença da nanotecnologia em produtos reais e identificar que muitos deles envolvem dispersões coloidais e suas funções dentro daquele material.

Os estudantes devem selecionar um desses produtos, ler as informações presente nos rótulos impressos na estação e completar as informações requeridas no diário de bordo, como nome, tipo, composição química, forma física e benefícios do produto, assim como se há a presença de nanopartículas neles e qual seria o composto que constitui tais partículas.



Figura 4: Rótulos do suplemento de prata coloidal. Fonte: <https://imagemsete.wordpress.com/tag/rotulos/page/2/>



Figura 5: Rótulo do protetor solar. Fonte: <https://www.belezanawebpro.com.br/loreal-paris-solar-expertise-supreme-protect-4-fps-70-protetor-solar-facial-120ml/>

A leitura e análise de embalagens/rótulos são ferramentas preponderantes no ensino-aprendizado de química pois exprimem

[...] situações reais do uso das substâncias, aspectos envolvendo a composição química, até mesmo da leitura das cores/imagens. Aspectos subliminares que os consumidores leem nas

embalagens/rótulos e pelas quais muitas vezes deixam-se atrair e envolver (Luca, 2015, p. 18)

Assim, ao promover o estudo de rótulos para com os(as) estudantes, aproxima-se os conceitos químicos do cotidiano possibilitando uma abordagem mais atrativa, perceptível e essencial à formação cidadã (Soares et al., 2019).

5.2.3 Estação 3: Observação do Efeito Tyndall

Para essa estação, outro experimento será realizado, mas com o objetivo de visualizar o efeito Tyndall e relacioná-lo aos colóides. O quadro 4 retrata os materiais necessários por todos os grupos e os procedimentos a serem utilizados/realizados.

Materiais	
1 L de água; 100 mL de leite; 1 copo medidor; 1 copo dosador (de remédios); 2 colheres de chá; 2 copos transparentes de vidro; 1 caneta laser comercial de baixa potência com emissão de luz verde ou vermelha; 1 caixa de papelão (pode ser de sapato).	
Procedimento para a preparação das misturas	
Mistura 1: Água + Açúcar	Misturar 100 mL de água com 1 colher de chá de açúcar
Mistura 2: Água + Leite	Misturar 90 mL de água com 10 mL de leite

Quadro 4. Materiais e procedimentos para confecção de misturas para a Estação 3. **Fonte:** os(as) autores(as)

Após o preparo das misturas, cada copo deve ser colocado individualmente no interior de uma caixa de papelão, de modo que a incidência de luz do ambiente seja reduzida, favorecendo a visualização do feixe luminoso no interior das misturas. Em seguida, o feixe da caneta laser deve ser direcionado horizontalmente através da mistura, mantendo-o aproximadamente na altura central do copo. A observação deve ser realizada lateralmente, sem direcionar o feixe de luz para os olhos. Para isso, a caixa deve ter duas aberturas: uma por onde entrará o feixe do laser e outra onde será possível observar a mistura sendo atravessada por ele. A figura 6 a seguir, demonstra como deve ser realizado o teste do efeito Tyndall.

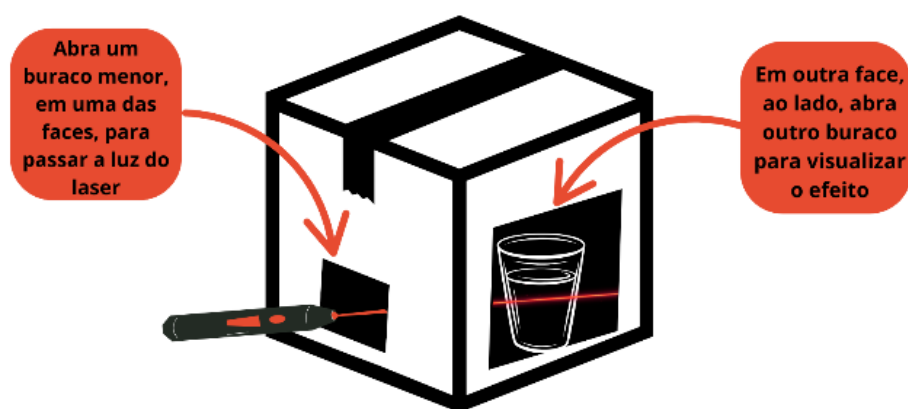


Figura 6: Demonstração da organização da caixa de papelão para a visualização do efeito Tyndall. **Fonte:** os(as) autores(as), via Canva (2005)

Após a observação sob as duas misturas, os(as) alunos(as) devem responder no diário de bordo as questões presentes no quadro e sobre a conceituação do efeito Tyndall.

5.2.4 Estação 4: Presença de Nanopartículas no Meio Ambiente

A penúltima estação retrata a relação das nanopartículas com o meio ambiente ao sugerir a leitura do texto “O que são nanoplásticos e porque ameaçam a saúde e o meio ambiente?” publicado no site Fast Company Brasil, em junho de 2024, representado na figura 7. O objetivo proposto é de refletir criticamente sobre os impactos sociais e ambientais do uso de nanopartículas.



Figura 7: Reportagem utilizada na estação 4. **Fonte:** Quin (2024)

Após a leitura, o grupo é convidado a responder interpretações do texto no diário de bordo a fim de diferenciar microplásticos e nanoplásticos, citar as problemáticas associadas à presença de nanoplásticos na natureza e a saúde humana e os desafios da ciência para entender os impactos de seu uso.

As Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (DCNEB) sugerem que o projeto político-pedagógico da escola valorize a atividade de leitura em todos os campos do conhecimento, desenvolvendo a capacidade de letramento dos estudantes (Brasil, 2013). Dessa forma,

"[...] o estímulo para a leitura na formação dos alunos pode ser uma prática que contribua no processo de reflexão e aprendizagem dos conteúdos científicos, muitas vezes, cheios de regras e difíceis de entender. A leitura não é solução, mas faz parte do processo de formação, sendo importante compreender que ela está além do ler e escrever, mas se assume como fundamento essencial ao pensamento humano" (Pinto & Vermelho, 2018).

Diante do exposto, o uso da literatura no ensino de Ciências configura-se como uma estratégia eficaz no processo de ensino-aprendizagem, podendo ainda favorecer o desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes.

5.2.5 Estação 5: O Tamanho das Coisas e a Nanoescala

A última estação convida os grupos a acessarem um simulador online, apresentado como na figura 8, que demonstra a escala do universo, considerando desde o comprimento do universo observável (10^{27} m) até o comprimento de Plank (10^{-35} m). Aqui, objetiva-se analisar as estruturas em nanoescala, comparando-as com os tamanhos das partículas que compõem as misturas estudadas.



Figura 8: Simulador online “A escala do Universo 2”. **Fonte:** Huang & Huang (2012)

Compreendendo os tamanhos das partículas que compõem soluções, colóides e suspensões, os grupos deverão, em seus diários de bordo, associar “objetos” presentes no simulador que tem o mesmo tamanho das partículas das misturas anteriormente citadas.

Os simuladores são ferramentas de reprodução de fenômenos reais, ou de parte deles, na qual, muitas das vezes não conseguem ou não são vivenciados pelo alunado, mas que, ainda assim, possibilitam que os conceitos atrelados a esses fenômenos sejam estudados e desenvolvidos (Passos, Sousa, Sousa & Leal, 2019).

Algumas das principais vantagens desses recursos são que auxiliam o estudante a raciocinar acerca de diversos fenômenos, auxiliando no desenvolvimento cognitivo e promovem um maior interesse pelo conteúdo apresentado (Passos et al., 2019).

Assim, a prática pedagógica com o uso de simuladores possibilita que o conhecimento ultrapasse a aprendizagem tradicional, marcada pela passividade dos alunos em sala de aula, promovendo sua participação ativa e o desenvolvimento de uma análise crítica do conteúdo, o que favorece uma compreensão mais ampla (Augusto, 2019).

5.3 AULA 4: CONSOLIDAÇÃO E REFLEXÃO DO APRENDIZADO

Para finalizar a sequência didática é necessário que o(a) docente retome os conceitos vistos nas aulas anteriores e nas estações, corrigindo-os, caso necessário, para que sejam suprimidas quaisquer dúvidas.

Aqui, então, recorda-se da questão problematizadora posta no início da sequência didática: “Porque o protetor solar quando passado na pele fica transparente e a pasta de dente fica branca, sendo que ambos são formados por nanopartículas de dióxido de titânio?”. E convide aos(as) alunos(as) a responderem-na.

Tanto pastas de dente e protetores solares apresentam nanopartículas de dióxido de titânio (TiO_2) - de onde apresenta-se a pigmentação branca - e óxido de zinco (ZnO). Contudo a coloração branca que permanece na pasta de dente, mesmo após seu espalhamento advém do tamanho de suas nanopartículas, entre 100 nm e 300 nm, enquanto os protetores solares têm nanopartículas menores que 100 nm (Smijs & Pavel, 2011; Ali & Alwan, 2023).

O espalhamento da luz por nanopartículas está diretamente relacionado ao seu tamanho em comparação com o comprimento de onda da luz visível. Partículas com diâmetro superior a 200 nm promovem espalhamento de Mie, que confere uma aparência branca ou opaca ao material; em contraste, partículas menores que 100 nm causam espalhamento de Rayleigh, assim, espalham pouca luz visível e são praticamente invisíveis ao olho nu, razão pela qual são amplamente utilizadas em formulações cosméticas como filtros solares, sem apresentar o aspecto esbranquiçado típico (Andrade-Neto, Carneiro e Paixão, 2019; Niklasson et al., 2022).

Como atividade final de consolidação do conteúdo pode-se fomentar que os(as) estudantes criem ou completem um mapa conceitual, como o presente na figura 9, ou ainda um mapa mental.

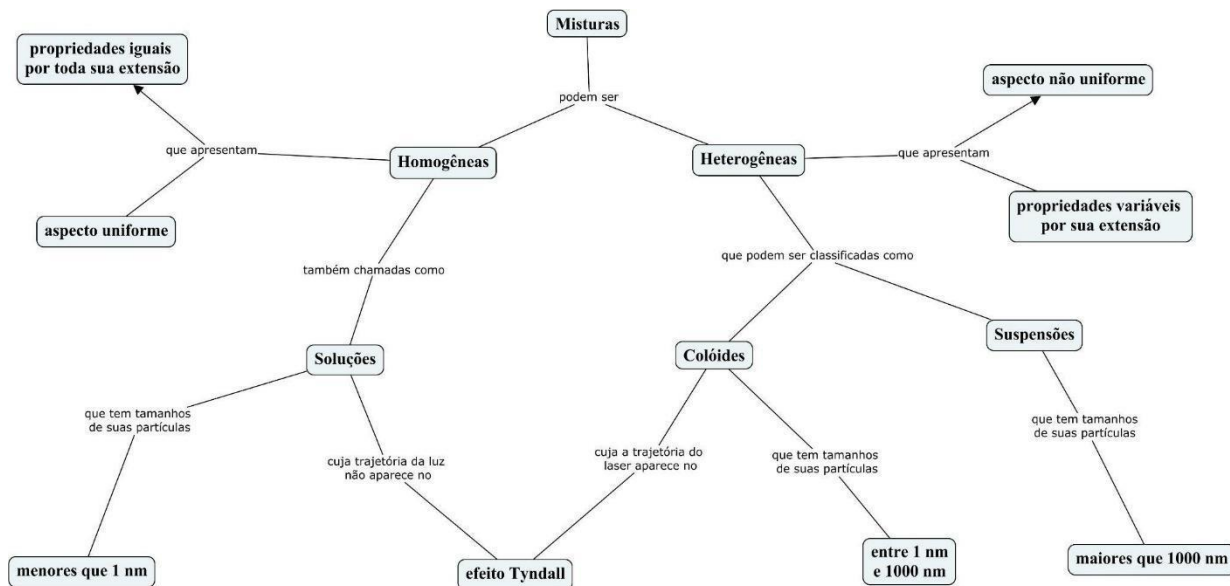


Figura 9: Mapa conceitual sobre o conteúdo de soluções, colóides e suspensões. **Fonte:** Os(as) autores(as) (2025)

Um mapa conceitual é um recurso esquemático que representa um conjunto de significados conceituais estruturados por proposições, ou seja, ideias compostas por conceitos ligados por palavras de ligação, formando relações significativas e hierárquicas. De forma a permitir a visualizar como eles se relacionam na formação de conhecimentos específicos em uma determinada área. No contexto de revisão de conteúdos, tais instrumentos podem facilitar a compreensão e memorização, além de ajudar o estudante a sintetizar e reter as informações (Galante, 2013).

6 CONCLUSÕES & PERSPECTIVAS

A integração de temas contemporâneos ao currículo, como a nanotecnologia, é fundamental para aproximar o ensino de Química das transformações tecnológicas e científicas da sociedade atual. A proposta “ROTACIONano & SOLUCIONano” traz uma estratégia de metodologia ativa, contextualizada e interdisciplinar, sendo eficaz para promover o engajamento dos estudantes e a aprendizagem significativa.

A nanotecnologia, ao ser associada ao estudo de soluções e colóides, torna-se um eixo articulador entre teoria e prática, ampliando sua compreensão sobre ciência e tecnologia. Nesse sentido, a inclusão de temas emergentes no currículo contribui para o desenvolvimento do letramento científico e para a formação de sujeitos críticos e conscientes de seu papel na sociedade, utilizando, inclusive, produtos nanotecnológicos já presentes no mercado.

Entretanto, para que tais inovações se tornem realidade em sala de aula, é imprescindível investir na formação continuada dos docentes, pois muitos professores ainda enfrentam desafios para transpor didaticamente conceitos da ciência na nanoescala, seja pela ausência desses conteúdos em sua formação inicial, seja pela falta de recursos pedagógicos adequados.

A formação continuada, voltada à atualização científica e ao domínio de metodologias ativas, é essencial para que o professor atue como mediador do conhecimento e promotor de aprendizagens contextualizadas. Assim, integrar temas contemporâneos ao currículo exige uma reestruturação das práticas pedagógicas, sustentada por políticas educacionais que valorizem a formação docente como elemento central na promoção de uma educação crítica, inovadora e transformadora.

REFERÊNCIAS

- Ali, R., & Alwan, A. H. (2023). Titanium dioxide nanoparticles in dentistry: Multifaceted applications and innovations. *Future Dental Research*, 1(1), 12–25.
- Andrade-Neto, A. V., Carneiro, B. P., & Paixão, M. (2019). Espalhamento Rayleigh e efeito Tyndall: Explicando e simulando o azul do céu. *A Física na Escola*, 17, 1-24.
- Antunes Filho, S., Santos, M. S., & Backx, B. P. (2023). É possível falar de nanotecnologia na escola? Uma proposta de artigo científico para crianças e adolescentes. *Revista Educação Pública*, 23(20), 1–6.
- Augusto, A. (2019). *Simuladores como elementos tecnológicos no ensino de química* [Dissertação de mestrado, Universidade Tecnológica Federal do Paraná].
- Auler, D., & Delizoicov, D. (2001). Alfabetização científico-tecnológica para quê? *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, 3(1), 122–134.
- Bacich, L.; Moran, J. (2016), *Metodologias ativas para uma educação inovadora: Uma abordagem teórico-prática* (1ª ed). Penso.
- Barbosa, J. C., & Oliveira, A. M. P. (2015). Por que a pesquisa de Desenvolvimento na Educação Matemática? *Perspectivas da Educação Matemática*, 8(18).
- Bezerra, T. P. W., Bandeira, A. R. G., Lima, S. H. P., & Andrade, P. L. (2022). Nanotechnology applied to drug development: An integrative literature review. *Research, Society and Development*, 11(14), e99111436115.
- Binatto, P. F., Machado, P. F. L., & Teixeira, P. M. M. (2024). Olhares para a educação CTS a partir da pedagogia histórico-crítica: Revisitando as aproximações. *Investigações em Ensino de Ciências*, 29(3), 23–42.
- Brasil. (2013). *Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica*. Ministério da Educação.
- Brown, T. L., LeMay, H. E., Bursten, B. E., & Murphy, C. J. (2018). *Química: A ciência central* (14ª ed.). Pearson.
- Cadiolli, L. P., & Salla, L. D. (2006). Nanotecnologia: Um estudo sobre seu histórico, definição e principais aplicações desta inovadora tecnologia. *Revista Química Nova na Escola*, 23, 98–105.
- Costa, T. R. S. (2023). *O ensino de Química a partir da nanotecnologia: Uma proposta didática para o ensino médio* [Trabalho de conclusão de curso, Instituto Federal do Espírito Santo].

Delizoicov, D., Angotti, J. A., & Pernambuco, M. G. (2011). *Ensino de Ciências: Fundamentos e métodos* (4ª ed.). Cortez.

Dragó, A. A., Guimarães, B. R. S., Santos, K. B. F., Greff, R., & França, O. J. R. (2021). Experimentação no ensino de química: Uma análise dos ENEQs da última década. *Scientia Naturalis*, 3(2), 598–609.

Duran, N., Mattoso, L. H. C., & Moraes, P. C. (2006). *Nanotecnologia: Introdução, preparação e caracterização de nanomateriais e exemplos de aplicação*. Artliber.

Feltre, R. (2005). *Fundamentos de Química: Vol. único* (4ª ed.). Moderna.

Fernandes, A. C. (2015). Interdisciplinaridade, Construtivismo e Aprendizagem Significativa: Elementos Facilitadores do Ensino da Nanotecnologia. *Revista Eixo*, 4(2), 69–76.

Ferreira, J. N. S., Figueiredo, B. S., Vasconcelos, V. V. V., Abreu, A. L. L. V., Ribeiro, S. S. S., Kaya, E. N., Bulut, M., Ribeiro, J. N., Dumus, M., & Silva, A. R. (2025). Photodynamic inactivation of *Staphylococcus aureus* and biomolecules by free and encapsulated indium(III) phthalocyanines in PHB nanoparticles: The influence of the position of the coumarin group. *Biomacromolecules*, 26(4), 2076–2094.

Ferreira, L. H., Hartwig, D. R., & Oliveira, R. C. (2010). Ensino experimental de química: Uma abordagem investigativa contextualizada. *Química Nova na Escola*, 32(2), 101–102.

Freire, P. (2005). *Pedagogia do Oprimido*. Paz e Terra.

Galante, C. E. S. (2013). O uso de mapas conceituais e de mapas mentais como ferramentas pedagógicas no contexto educacional do ensino superior. In *Anais do Seminário Internacional sobre a Situação da Política Educacional do MERCOSUL* (pp. 1–23).

Gattas, M. L. B., & Furegato, A. R. F. (2006). Interdisciplinaridade: Uma contextualização. *Acta Paulista de Enfermagem*, 19(3), 322–327.

Huang, C., & Huang, M. (2012). *The Scale of Universe 2*. <https://www.htwins.net/scale2/>

Kalazans, T. R. N. M., Barizão, A. C. L., Silva, T. A., Campos, F. V., Cassini, S. T. A., Ribeiro, A. V. N., Pereira, M. G., Guimarães, M. C. C., Oliveira, J. P., & Ribeiro, J. N. (2024). Methylene blue removal using a nanomagnetic support: A response surface approach. *Nanoscale Advances*, 6, 3887–3894.

Khan, S., Mansoor, S., Rafi, Z., Kumari, B., Shoaib, A., Saeed, M., Alshehri, S., Ghoneim, M. M., Rahamathulla, M., Hani, U., & Shakeel, F. (2022). A review on nanotechnology: Properties, applications, and mechanistic insights of cellular uptake mechanisms. *Journal of Molecular Liquids*, 348, 118008.

Lêdo, J. C. S. (2006). *Questões bioéticas suscitadas pela nanotecnologia* [Dissertação de mestrado, Centro Universitário São Camilo].

- Leite, I. S., Lourenço, A. B., Licio, J. G., & Hernandez, A. C. (2013). Uso do método cooperativo de aprendizagem Jigsaw adaptado ao ensino de nanociência e nanotecnologia. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 35(4), 4504.
- Lima, R. C., & Silva, J. F. (2021). A nanotecnologia como recurso didático no ensino de química: Uma abordagem interdisciplinar. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 13(2), 234–248.
- Lösch, S., Rambo, C. A., & Ferreira, J. L. (2023). A pesquisa exploratória na abordagem qualitativa em educação. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação*, 18*, e023141.
- Luca, A. G. (2015). *O ensino de Química nas leituras de embalagens/rótulos*. Livraria da Física.
- Mori, L., & Cunha, M. B. (2020). Problematização: Possibilidades para o ensino de química. *Química Nova na Escola*, 42(2), 176–185.
- Nakatani, T., & Kimura, T. (2017). *Nanotecnologia: Fundamentos e aplicações*. LTC.
- Niklasson, G. A., Niklasson, S. L., Notfors, C., Wang, J., Stromme, M., & Arhammar, C. (2022). Optics of sunscreen lotions: Preliminary results on scattering and absorption coefficients. *arXiv preprint arXiv:2204.13507*.
- Oliveira, P. M., & Costa, D. F. (2019). Nanopartículas e suas aplicações no ensino de química: Uma revisão bibliográfica. *Química Nova na Escola*, 40(3), 15–22.
- Passos, I. N. G., Sousa, J. L. S., Sousa, S. F., & Leal, R. C. (2019). Utilização do software Phet no ensino de Química em uma escola pública de Grajaú, Maranhão. *Revista Observatório*, 5(3), 335–365.
- Pereira M. J. F., & Dias, S. E. M. (2024). The Station Rotation Methodology: Case Study in A Rural Municipal School In The Municipality Of Vianópolis, Goiás - Limits And Possibilities. *Revista Gênero E Interdisciplinaridade*, 5(06), 323–336. <https://doi.org/10.51249/gei.v5i06.2332>
- Pereira, L. A. A., Garcia, R. C., Gomez, S., & Turchiello, R. F. (2022). Espalhamento de luz e o Efeito Tyndall: Um laboratório instrucional a nível de graduação. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 44, e20220268.
- Pinto, S. L., & Vermelho, S. C. (2018). A Leitura no Ensino de Ciências: Uma Experiência em uma Biblioteca Escolar no Contexto Vulnerável de Manguinhos. *Revista Ifes Ciência*, 4(1), 55–75.
- Poulis, E. C., Guerini, S. C., & Custódio, J. F. (2022). A(s) Nanociência e nanotecnologia na formação inicial de professores de física: Um estudo sobre concepções e práticas. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 17(3), 504–519.
- Przybyszen, F. M., Silveira, F. L., & Miquelin, A. F. (2021). A tecnologia como construção humana: Implicações para o ensino de ciências. In *Anais do Congresso Internacional de Ensino de Ciências e Tecnologia* (Vol. 4, pp. 1–15).

- Qin, M. (2024). O que são nanoplasticos e por que ameaçam a saúde e o meio ambiente? *Fast Company Brasil*. <https://fastcompanybrasil.com/impacto/o-que-sao-nanoplasticos-e-porque-ameacam-a-saude-e-o-meio-ambiente>
- Quina, F. H. (2004). Nanotecnologia e o meio ambiente: Perspectivas e riscos. *Química Nova*, 27(6), 1028–1029.
- Rodrigues, T. D. F., Oliveira, G. S., & Santos, J. A. (2021). As pesquisas qualitativas e quantitativas na educação. *Revista Prisma*, 2(1), 154–174.
- Santos, W. L. P., & Mortimer, E. F. (2000). Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, 4(1), 133–162.
- Schulz, P. A. B. (2009). *A encruzilhada da nanotecnologia: Inovação, tecnologia e riscos*. Vieira & Lent.
- Silva, A. C. H., Santos, H. I., Lacerda, N. O. S., Carvalho, J. C. Q., & Ramos, R. D. P. (2021). A temática “nanotecnologia”, como abordagem teórico-metodológica no ENEQ (2008–2016). In *Anais do XIII ENPEC*.
- Smijs, T. G., & Pavel, S. (2011). Titanium dioxide and zinc oxide nanoparticles in sunscreens: Focus on their safety and effectiveness. *Nanotechnology, Science and Applications*, 4, 95–112.
- Soares, A. C., Ferreira, M., Silva, A. L. S., Portugal, K. O., Silva, O. L., Ibaldo, A. P., Pereira, J. T. N., Ramalhos, L. B., & Oliveira, B. P. (2019). A utilização de rótulos no ensino de química: Um estudo da produção acadêmica de 2014 a 2019. *Revista de Produtos Educacionais e Pesquisas em Ensino*, 3(2), 120–141.
- Strieder, R. B. (2012). *Abordagens CTS na educação científica no Brasil: Sentidos e perspectivas* [Tese de doutorado, Universidade de São Paulo].
- Toma, H. E., Silva, D. G., & Condomitti, U. (2016). *Nanotecnologia Experimental*. Blucher.
- Vieira, F. P. D., & Felício, C. M. (2024). *Rotação por Estações: Uma proposta didática para o ensino de Ecologia* [Produto educacional, Instituto Federal Goiano].
- Weiss, J., Takhistov, P., & McClements, D. J. (2006). Functional materials in food nanotechnology. *Journal of Food Science*, 71(9), R107–R116.

Olá, professor(a).

Esse arquivo reúne o material inicial necessário para a aplicação da rotação por estações com o objetivo de promover uma aprendizagem significativa e colaborativa sobre misturas, soluções e nanotecnologia. A atividade é estruturada em cinco estações distintas, cada uma com um enfoque específico relacionado ao conteúdo de Química, e convida os estudantes a participarem ativamente de experimentos, análises de textos e uso de simuladores.

Ao transitar pelas estações, os grupos de estudantes devem realizar investigações práticas sobre diferentes tipos de misturas (soluções, coloides e suspensões), observar fenômenos como o efeito Tyndall, ler e interpretar textos científicos sobre os riscos dos nanoplásticos, e explorar um simulador virtual para comparar diferentes escalas de tamanho na matéria.

Cada uma dessas etapas deverá ser registrada no diário de bordo, entregue a cada grupo, com tarefas a serem cumpridas, que serve como instrumento de organização, sistematização do conhecimento e avaliação das aprendizagens individuais e coletivas.

ESTAÇÃO 1

Aqui vamos produzir 3 misturas:

Mistura 1

100 mL de água + 1
colher de chá de sal



Mistura 2

100 mL de água + 1
colher de chá de areia fina



Mistura 3

100 mL de água + 1 colher
de chá de amido de milho

Após produzir as misturas, analise:

1. Quantas fases são perceptíveis a olho nu?
2. A mistura é clara (translúcida ou transparente) ou turva?
3. Ocorre decantação de algum componente?

ESTAÇÃO 2

Selecione um dos rótulos abaixo:

PRODUTO 1

PRATA COLOIDAL de 25ppm. Tomar 10ml, 3 vezes ao dia. Em casos agudos tomar 20ml, 3 vezes ao dia.

Sempre que tomar, mantenha a prata na boca por 40 segundos a 1 minuto, antes de engolir. Apenas tomar água mineral 15 minutos antes ou depois da prata coloidal.

Usar unicamente copos ou colheres de vidro, plástico e porcelana.

Guardar a prata coloidal fora da geladeira, em lugar escuro e afastado de fontes de energia.

ATENÇÃO

A Prata Coloidal é classificada como suplemento natural, não substituindo tratamento médico oficial. Não interrompa seu tratamento.

Prata Coloidal com energia Hadô Estruturada da 3ª Geração com Ph 9.0

ITÁ TINGA
Produtos Naturais

HIDRONANO PRATA
QUANTUM HADÔ

Conteúdo: 500ml
25mg (25ppm)

PRATA COLOIDAL

O uso da Prata Coloidal remonta épocas antigas e suas propriedades antibacteriana são registradas há mais de 4.000 anos AC. Os Perlas mantêm água em vasos de prata para produzir qualidade antibacteriana e outras utilidades.

A Prata Coloidal tem propriedade única para destruir sistemas enzimáticos de bactérias, vírus, fungos e outros parasitas nocivos à saúde.

Um produto natural sem contra indicação, fabricado com a prata pura de 999.999%.

Isento de Registro na ANVISA-NDC 240 de 26/07/2018

Fabricação:

Validade: 12 meses

PRODUTO ARTESANAL
96-98148-9094

CNPJ: 40-386.759/0001-04

PRODUTO 2

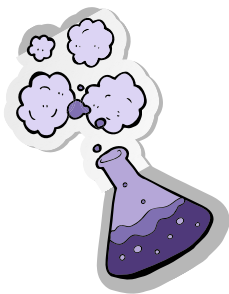
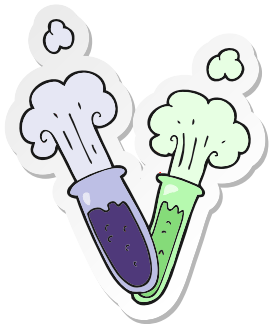


ESTAÇÃO 3

Aqui vamos produzir 2 misturas:

Mistura 1

100 mL de água + 1
colher de chá de açúcar



Mistura 2

90 mL de água +
10 mL de leite

Após produzir as misturas, coloque:

1. A mistura 1 dentro da caixa de papelão (para diminuir a luz ambiente) e passe o feixe do laser pela mistura.
2. Realize o mesmo procedimento para a mistura 2.

ESTAÇÃO 4

Leia o texto abaixo:

O que são nanoplásticos e porque ameaçam a saúde e o meio ambiente?

A crescente atenção ao tema dos nanoplásticos decorre da evolução das técnicas de detecção. Diferentemente dos microplásticos — partículas de até 5 mm — os nanoplásticos têm entre 1 e 1 000 nm, o que os torna invisíveis a olho nu, mas suscetíveis à análise com tecnologias avançadas como espectroscopia Raman e espectrometria de massa, usadas para identificá-los de forma específica e sensível.

Essas partículas derivam da degradação de produtos plásticos comuns — roupas, embalagens, brinquedos, cosméticos — por processos como ação da luz solar ou desgaste mecânico. Sua composição inclui polímeros como polietileno, polipropileno e PVC, o que dificulta sua eliminação no ambiente e aumenta seu potencial de dispersão em água, solo e ar, alcançando até mesmo regiões remotas.

Devido ao seu tamanho ínfimo, os nanoplásticos se deslocam facilmente por longas distâncias e penetram sistemas biológicos — tecidos, órgãos e células — de forma mais penetrante que os microplásticos. Estudos recentes confirmaram a presença dessas partículas no sangue humano, fígado, pulmões e placenta, e parecem mais abundantes no ambiente do que as partículas maiores.

A toxicidade dos nanoplásticos é uma grande preocupação. Pesquisas indicam sua capacidade de causar efeitos adversos, como inflamações e doenças cardíacas, além de poder transportar substâncias tóxicas — metais pesados ou patógenos — na superfície desses fragmentos, ampliando seu impacto e tornando-os possíveis vetores de contaminação.

Por fim, o artigo destaca a incerteza científica ainda presente: não se sabe ao certo se os nanoplásticos podem se degradar novamente ou se acumulam indefinidamente. O texto ressalta a necessidade urgente de expandir as pesquisas sobre impacto ambiental e toxicidade, aprimorar a regulamentação e desenvolver estratégias para mitigar a dispersão dessas partículas no meio ambiente.

ESTAÇÃO 5

Acesse o simulador pelo QR Code abaixo:

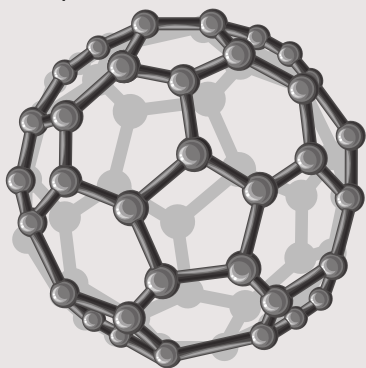


htwins.net/scale2/

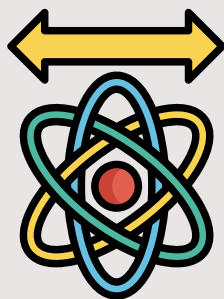
Após entrar no site:

1. Clique em “Português” como linguagem;
2. Leia as instruções;
3. Clique em “Começar”.

ROTACIO_{NANO}



&



SOLUCIO_{NANO}



Estudando Soluções e Nanotecnologia



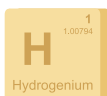
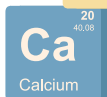
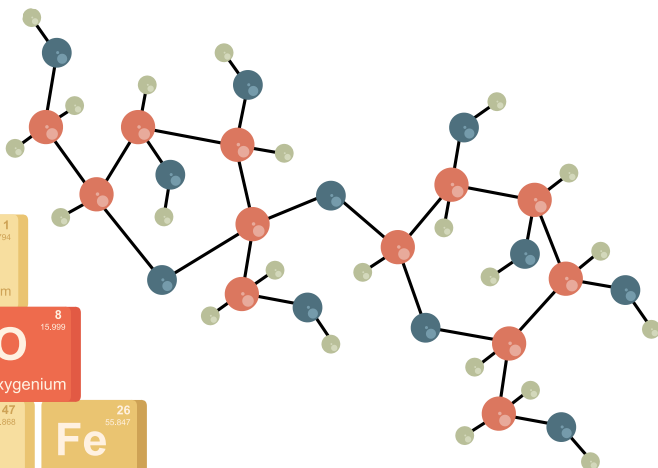
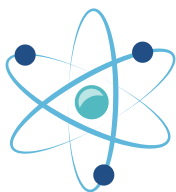
INTRODUÇÕES GERAIS

Bem-vindos(as) a atividade de hoje, nós vamos utilizar a **metodologia de rotação por estações**, uma forma dinâmica de aprendizagem em que vocês vão se **dividir em grupos de, até, 6 estudantes** e passar por diferentes “estações” com propostas variadas. **Cada estação traz um conteúdo específico que deve ser lido com atenção**, pois a compreensão desse material será fundamental para a **realização das atividades a serem registradas no diário de bordo**. É importante que todos do grupo se envolvam, discutam e colaborem para o melhor aproveitamento de cada etapa. Ao final, reuniremos as aprendizagens para refletirmos juntos sobre o tema estudado.

IDENTIFICAÇÃO

Turma

Componentes do grupo



ESTAÇÃO 1

1) Após, produzir as misturas, observe-as na bancada e classifique-as em solução, colóide ou suspensão.

MISTURA	CLASSIFICAÇÃO
Água + Sal	
Água + Areia	
Água + Amido de Milho	

2) Descreva a diferença entre solução, colóide e suspensão.



ESTAÇÃO 2

1) Selecione um rótulo e complete da tabela:

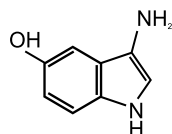
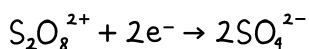
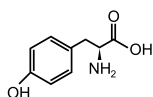
Nome do Produto	
Tipo do Produto	
Composição Química	
Há nano-partículas? De quê?	
Qual a forma física do produto?	
Quais os benefícios alegados?	

ESTAÇÃO 3

1) Após, produzir as misturas e passar o feixe de luz por elas, responda:

SOLUÇÃO	ÁGUA + AÇÚCAR	ÁGUA + LEITE
O feixe de luz é visível dentro do líquido?		
O feixe passa reto ou se dispersa?		
A luz muda de intensidade ou coloração?		

2) Explique o efeito Tyndall:



ESTAÇÃO 4

1) A partir do texto lido, responda:

a) Qual a principal diferença entre microplásticos e nanoplásticos em relação ao seu tamanho e capacidade de penetração no corpo humano?

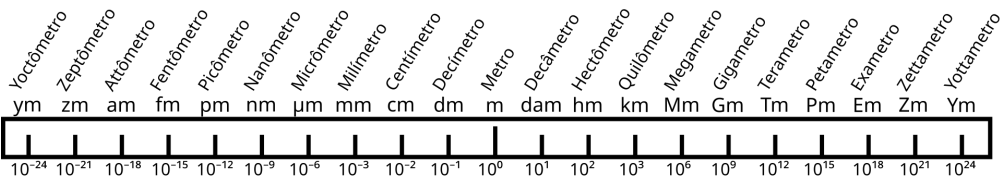
b) De que forma os nanoplásticos podem representar um risco ainda maior ao meio ambiente e à saúde em comparação com partículas plásticas maiores?

c) Por que a Ciência ainda enfrenta desafios para entender completamente os impactos dos nanoplásticos, e quais medidas são sugeridas no texto para lidar com esse problema?

ESTAÇÃO 5

1) Observe o simulador e escreva o nome e o tamanho de, pelo menos, 2 "objetos" a serem comparados com:

UMA SOLUÇÃO	UM COLÓIDE	UMA SUSPENSÃO



OUTRAS ANOTAÇÕES

