



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA**

ESTER ANDRADE DO NASCIMENTO

**ENSINO DE NANOTECNOLOGIA: UMA PROPOSTA PARA OS ANOS FINAIS DO
ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO**

VITÓRIA DE SANTO ANTÃO

2024

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA
NÚCLEO DE ENSINO DA BIOLOGIA
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

ESTER ANDRADE DO NASCIMENTO

**ENSINO DE NANOTECNOLOGIA: UMA PROPOSTA PARA OS ANOS FINAIS DO
ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Licenciatura de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciada em Ciências Biológicas.

Orientadora: Noemia Pereira da Silva Santos
Coorientadora: Mariane Cajubá de Britto Lira Nogueira

VITÓRIA DE SANTO ANTÃO

2024

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Nascimento, Ester Andrade do.

Ensino de nanotecnologia: uma proposta para os anos finais do ensino fundamental e médio / Ester Andrade do Nascimento. - Vitória de Santo Antão, 2024.

38 p. : il., tab.

Orientador(a): Noemia Pereira da Silva Santos

Coorientador(a): Mariane Cajubá de Britto Lira Nogueira

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Vitória, Ciências Biológicas - Licenciatura, 2024.

Inclui referências.

1. nanotecnologia. 2. educação. 3. ensino-aprendizagem. I. Santos, Noemia Pereira da Silva . (Orientação). II. Nogueira, Mariane Cajubá de Britto Lira. (Coorientação). IV. Título.

570 CDD (22.ed.)

ESTER ANDRADE DO NASCIMENTO

**ENSINO DE NANOTECNOLOGIA: UMA PROPOSTA PARA OS ANOS FINAIS DO
ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciada em Ciências Biológicas.

Aprovado em: 01/10/2024

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Noemia Pereira da Silva Santos (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Me. Ana Jhoyce de Santana Ferreira (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Dra. Suellen Tarcyla da Silva Lima (Examinador Externo)
Universidade de Pernambuco

Dedico o presente trabalho a minha família, em especial ao meu marido Witor Everton e aos meus pais Maria do Socorro e Eleon Bezerra.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus, meu melhor amigo, que se mantém presente na minha vida, todos os dias, sejam eles bons ou ruins. Ele me guiou e me capacitou até aqui, mostrando que os seus planos e caminhos são maiores e melhores. Tenho plena convicção de que, sem Ele, nada do que foi feito se fez.

Ao amor da minha vida, meu marido, Witor Everton de Lima Silva, por tornar a vida mais leve, repleta de amor, compreensão e companheirismo, e por ser fundamental em meus dias.

Ao meu pai, Eleon Bezerra do Nascimento, por ser um dos meus maiores incentivadores e apoiadores, e por sua disposição de estar comigo nas conquistas dos meus sonhos e objetivos. E a minha mãe, Maria do Socorro Andrade do Nascimento, por seu amor, dedicação, por ser o meu maior exemplo de vida e admiração e por todas as orações.

Aos meus irmãos, Zaqueu Nascimento, Raquel Oliveira e Marta Silva, por todo amor, cuidado, amizade e toda ajuda para que eu pudesse chegar até aqui.

Aos meus cunhados, Natally Nascimento, Nelson Oliveira, Gleydson Marinho, por toda irmandade e ajuda.

Aos meus sobrinhos Ana oliveira, Sara Silva, Laura Oliveira e Davi Silva.

Aos meus sogros, Ivan Francisco da Silva, Severina Dionísio de Lima Silva e cunhado Wagner da Silva.

Aos meus amigos de graduação que compõem o “Biolveres”, por todas as risadas, brincadeiras, grupos de estudos e por deixarem a graduação mais leve.

Às minhas orientadoras, Profa.^a Dr.^a Noemia Pereira da Silva Santos e Prof.^a Dr.^a Mariane Cajubá de Britto Lira Nogueira por toda dedicação, ensinamentos e orientação para que este trabalho fosse realizado.

Por fim, agradeço a todos que de forma direta ou indireta contribuíram por esta conquista.

“Todas as coisas foram feitas por Ele, e sem Ele nada do que foi feito se fez”. (BÍBLIA, Jo, 1, 3)

RESUMO

A nanotecnologia é uma ciência caracterizada por estudar a manipulação e a organização de estruturas moleculares em escala nanométrica, e é responsável por diversificar o desenvolvimento de produtos com propriedades específicas e aplicabilidades diferentes. Apesar da nanotecnologia ser uma temática relevante para o crescimento de grandes áreas e setores da sociedade, o conhecimento científico dessa temática tem sido negligenciado em contextos educacionais. Neste sentido, o projeto de extensão, proposto neste presente trabalho, visa introduzir o conceito de nanotecnologia aos alunos do Ensino Fundamental e Médio, destacando sua importância e impacto nas diferentes áreas do conhecimento humano. Para alcançar o objetivo, será realizada aplicação de pré e pós formulários sobre nanotecnologia para alunos de escolas públicas e particulares que atendam os anos finais do Ensino Fundamental e Médio, para analisar o conhecimento dos estudantes acerca da temática, visando avaliar a efetividade na apropriação de conceitos pelos alunos a partir das atividades educativas realizadas durante a aplicação do projeto na Escola. É proposto, também, palestras sobre nanotecnologia e Feiras de Ciências escolares, buscando uma contextualização entre ciência, tecnologia e sociedade. Acredita-se que ao aproximar os alunos da temática da nanotecnologia, pode despertar o interesse pela ciência e incentivar a inovação no currículo escolar, contribuindo para uma educação mais dinâmica e atualizada com os avanços científicos e tecnológicos.

Palavras-chave: nanotecnologia; educação; ensino-aprendizagem.

ABSTRACT

Nanotechnology is a science characterised by studying the manipulation and organisation of molecular structures on nanometric scales, and is responsible for diversifying the development of products with specific properties and different applications. Although nanotechnology is a relevant subject for the growth of large areas and sectors of society, scientific knowledge of this subject has been neglected in educational contexts. In this sense, the extension project proposed in this work aims to introduce the concept of nanotechnology to primary and secondary school students, highlighting its importance and impact on different areas of human knowledge. In order to achieve this objective, pre- and post-forms on nanotechnology will be administered to students from public and public schools in the final years of primary and secondary education to assess their knowledge of the subject, with the aim of evaluating the effectiveness of the appropriation of concepts by the students based on the educational activities carried out during the implementation of the project at the school. Lectures on nanotechnology and school science fairs are also proposed, seeking to contextualise science, technology and society. It is believed that bringing students closer to the subject of nanotechnology can arouse interest in science and encourage innovation in the school curriculum, contributing to a more dynamic education that is up to date with scientific and technological advances.

Keywords: nanotechnology; education; teaching and learning.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Esquema simplificado que representa a teoria de Vygotsky	19
Figura 2 –	Termo de consentimento	25
Figura 3 –	Questionário sobre a nanotecnologia	26
Quadro 1 –	Sequência didática	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Distribuição das macroáreas temáticas em seus respectivos temas transversais	22
Tabela 2 – Modelo 7- Propostas de práticas de implementação de TCTs	27
Tabela 3 – Cronograma das atividades do projeto de extensão	34

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Justificativa e motivação	15
1.2 Aderência ao objetivo de desenvolvimento sustentável (ODS)	16
2 OBJETIVOS	18
2.1 Objetivo Geral	18
2.2 Objetivos Específicos	18
3 REVISÃO DA LITERATURA	19
3.1 Sequência didática	19
3.2 Base nacional comum curricular e ensino da nanotecnologia	20
3.3 Projeto de extensão	23
4 METODOLOGIA	24
4.1 Local da aplicação do projeto de extensão	24
4.2 Amostra de participantes	24
4.2.1 <i>Critérios de inclusão</i>	24
4.2.2 <i>Critérios de exclusão</i>	24
4.3 Aplicação do termo de consentimento	24
4.4 Aplicação de questionários	25
4.4.1 <i>Aplicação do pré questionário</i>	25
4.4.2 <i>Aplicação do pós questionário</i>	25
4.5 Apresentação de palestras e aulas expositivas	27
4.6 Procedimentos para a coleta e análise de dados	31
5 DISCUSSÃO E RESULTADOS ESPERADOS	32
5.1 Riscos	32
5.2 Benefícios	32
5.3 Orçamentos	33
5.4 Viabilidade do desenvolvimento do projeto	33
5.5 Previsão de geração de produtos	33

6 CRONOGRAMA	34
7 CONCLUSÃO	35
REFERÊNCIAS.....	36

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, vê-se que o movimento de globalização tem por base a atuação da Ciência e a Tecnologia devido a capacidade de ambas, no desenvolvimento e progresso da sociedade (Silveira; Bazzo, 2006). Evidencia-se a necessidade de incluir a ciência e tecnologia no processo de formação científica de crianças e jovens. Apesar dos avanços sociais e tecnológicos, a contextualização de aspectos da tecnologia regrediu em um ponto da avaliação de ciências do Programa de Avaliação Internacional de Estudantes (PISA) de 2015 comparando-o com a avaliação aplicada no ano de 2012. A falta de compreensão, de características relacionadas à ciência e tecnologia, por parte dos estudantes brasileiros, causa reflexos na sociedade como um todo, fazendo com que a sociedade permaneça inerte aos primeiros avanços mundiais. Portanto, faz-se necessária a facilitação do acesso dos brasileiros aos avanços, processos e utilidades da tecnologia, principalmente, por meio da Educação.

O interesse em introduzir a compreensão dos conhecimentos científicos na sociedade, não objetiva transformar todos os cidadãos em cientistas, mas em aguçar a curiosidade e interesse pelas ciências (Vogt, 2011). A construção de uma cultura científica que disponibilize conhecimento para a população de forma acessível e dissemine compreensões sobre a temática de forma que seja percebida pelos leigos como parte de suas vidas, deve ser estabelecida. De acordo com Vogt (2011), pode-se entender a cultura científica como: a cultura da ciência que está inerente à própria ciência; a cultura através das ciências; e a cultura para a ciência, direcionada à produção e disseminação dela. Entende-se a cultura científica dessas três formas, traz a luz para a sociedade de que a ciência não está separada de suas realidades; pelo contrário, é a base para a formação de cidadãos capazes de tomadas de decisões, posicionamentos, e pensamentos críticos em relação aos impactos e relevância que os avanços tecnológicos e científicos trazem para a sociedade (Pinheiro; Silveira; Bazzo, 2007).

Dito isso, para o progresso da cultura científica, deve-se intensificar o olhar para o ensino das ciências nas escolas, pois, é nas escolas que, os cidadãos, ainda jovens, têm o primeiro contato com áreas de interesse científico e tecnológico. As ferramentas tecnológicas atuais, se bem direcionadas e utilizadas, possuem potencial para ser

facilitadores do ensino e aprendizagem. Tais ferramentas se tornam responsáveis no processo de socialização e promotoras de conhecimentos científicos (Pretto, 1999).

Se tratando do ensino das Ciências e Tecnologias, nota-se que são principais fontes de se alcançar uma formação científica e de se tornar um cidadão com pensamento crítico, sendo todo o conhecimento que está ligado ao objeto de estudo é válido para o docente e o discente pois “não há docência sem discência [...] quem ensina aprende ao ensinar, e quem aprende ensina ao aprender” (Freire, 2002, p. 23). Vale ressaltar que, as temáticas atuais do ensino das Ciências não podem ser desconsideradas.

Grande parte dos discentes enfrentam dificuldades em determinados assuntos que são necessários analogias a abstrações para a compreensão plena. Além de que, há assuntos dentro das ciências da natureza que fazem necessárias a memorização de símbolos, fórmulas e conceitos. Quase sempre a correlação do assunto com a realidade do aluno não é considerada. Essas falhas acabam prejudicando os estudantes, de forma que impossibilita que sejam capazes de aplicar de forma crítica e lógica o conteúdo para resolução de problemas na prática. Adicionalmente, alguns outros fatores interferem nesse processo de formação crítica e científica, como a falta de material didático para a contextualização do assunto, ausência de um espaço adequado para o desenvolvimento de aulas experimentais e demonstrativas e falhas na formação continuada dos docentes, entre outros (Veiga; Quenenhenn; Cargnin, 2012).

Sabe-se que a Ciências e as inovações tecnológicas se fazem presentes em tudo que circunda a sociedade. No entanto, nem sempre isso é abordado em sala de aula, nas aulas de Ciências, Química, Física e também Informática, principalmente no que se diz respeito ao Fundamental II e Ensino Médio. Embora há documentos que apontam a necessidade de se conhecer as diversas vertentes dessas Ciências.

Apesar de ser um ramo novo no mundo das Ciências, essa área tem atraído muito interesse dos pesquisadores, por ser uma vertente tecnológica que possibilita a fabricação de produtos que sejam de alta qualidade para uso doméstico, mercado farmacêutico, indústria alimentícia, agricultura, e outras diversas aplicações. De acordo com Project on Emerging Nanotechnologies - PEN - constantemente são lançados no mercado novos nano produtos (Guazzelli; Perez, 2009), nos quais existe uma expectativa de sejam menos agressivos no impacto com o meio ambiente, já que

são aplicados em pequenas quantidades e são mais seguros, eficazes, limpos e inteligentes (Tavares, 2008).

Há uma grande diversidade de relação entre a nanociência e outras áreas de conhecimento, tendo assim, um grande poder interdisciplinar que envolve Química, Física, Biologia, Matemática, Computação, Informática, Médica, entre outros (Duran; Mattoso; Morais, 2006). No entanto, apesar da versatilidade de aplicações, de ser um assunto frequente e que faz parte do cotidiano da sociedade, suas aplicações e recorrência em meios de comunicação e midiáticos, que faz parte do currículo e banco de questões de vestibulares, poucas pessoas possuem conhecimento científico. Para Chang (2006) é necessário o desenvolvimento de novos métodos para despertar o interesse, principalmente de crianças, por temas científicos e relacionados à nanotecnologia, no que ele chama de nano educação. Para isso, uma forma essencial para despertar e aproximar a criança deste conhecimento é por meio de diferentes recursos didáticos, informática e jogos educativos nas salas de aula.

Nota-se que é indispensável disponibilizar e facilitar aos estudantes o conhecimento, não apenas de fórmulas, símbolos e conceitos, que por vezes se fazem abstratos, mas a discussão de temas que influenciam a vida e o cotidiano deles, através da contextualização das Ciências, Tecnologia e sociedade. Dentre esses temas, destaca-se a nanotecnologia (Martins et al., 2004).

De acordo com Fourez (1997), há uma dificuldade na modernização dos currículos escolares, o que poderia despertar e incentivar os estudantes a descobertas e inovações. A introdução da nanotecnologia ao currículo e, conseqüentemente, as salas de aula de Educação Básica, promoveria a aproximação dos indivíduos que compõem a escola, como docentes e discentes, para temáticas essenciais para a vida cotidiana. Neste sentido, este trabalho tem por objetivo verificar a efetividade de apropriação de conceitos sobre nanotecnologia.

1.1 Justificativa e motivação

A abordagem da nanotecnologia do ensino básico estimula no estudante o pensamento científico e pode promover novos entendimento e compreensão do cotidiano e dos aspectos socioambientais. Além de promover o letramento científico, a contextualização da nanotecnologia dentro da sala de aula promove a conexão de grandes áreas da Ciência e a integração do ensino, como proposto pela BNCC

(Peixoto; Rodrigues; Fernández; Rocha; Carneiro, 2021) A negligência do ensino da tecnologia nano no ensino básico e do avanço científico afasta a população de reconhecer os benefícios associados a essa tecnologia e a identificar produtos do seu cotidiano que utilizam dessa ciência. Com as novas abordagens advindas da BNCC, uma proposta de projeto de extensão que busca reparar a lacuna do ensino da nanotecnologia do Ensino Fundamental e Médio, torna-se um recurso pedagógico necessário (Silva, 2022).

A familiarização com conceitos qualitativos, históricos, ambientais e sociais da nanotecnologia, com atividades, aulas expositivas, metodologias ativas, de forma didática e interdisciplinar, é uma excelente ferramenta de formação científica (Antunes Filho; Backx, 2020).

Dessa forma, esta proposta objetiva contribuir com a sociedade, através da prática extensionista. Trata-se de uma proposta de grande relevância, uma vez que, como supracitado acima, há uma grande importância do conhecimento da nanotecnologia desde o Ensino Fundamental e compreensão da nanociência no cotidiano dos estudantes. Ainda, busca atender uma demanda do Ensino, através de ações, aulas e palestras nas escolas públicas e particulares.

1.2 Aderência ao objetivo de desenvolvimento sustentável (ODS)

A presente proposta de projeto de extensão contempla os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU (ODS), pacto global para erradicar a pobreza e promover uma vida digna para todas as pessoas. Especificamente, essa proposta atende ao objetivo 4: Assegurar a educação inclusiva e equitativa e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todas e todos. Estando de acordo com as metas 4.4: Até 2030, aumentar substancialmente o número de jovens e adultos que tenham habilidades relevantes; 4.6 Até 2030, garantir que todos os jovens e uma substancial proporção dos adultos, homens e mulheres estejam alfabetizados e tenham adquirido o conhecimento básico de matemática; 4.b: ampliar globalmente o número de bolsas de estudo para os países em desenvolvimento, em particular os países menos desenvolvidos, pequenos Estados insulares em desenvolvimento e os países africanos, para o ensino superior, incluindo programas de formação profissional, de tecnologia da informação e da comunicação, técnicos,

de engenharia e programas científicos em países desenvolvidos e outros países em desenvolvimento e 4.c: Até 2030, substancialmente aumentar o contingente de professores qualificados, inclusive por meio da cooperação internacional para a formação de professores, nos países em desenvolvimento, especialmente os países menos desenvolvidos e pequenos Estados insulares em desenvolvimento.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar o conhecimento prévio sobre nanotecnologia dos alunos de escolas pública e particular, dos anos finais do Ensino Fundamental e Médio e apresentar a temática de forma didática através de ações de um projeto de extensão.

2.2 Objetivos Específicos

- a. Aplicar pré e pós formulários sobre nanotecnologia para alunos dos anos finais do Ensino Fundamental e Médio;
- b. Avaliar o conhecimento prévio dos alunos a partir dos formulários aplicados e verificar a efetividade de apropriação de conceitos sobre nanotecnologia;
- c. Apresentar a temática a partir de uma linguagem simples e didática;
- d. Participar de feira de ciências, abordando a temática nanotecnologia
- e. Elaborar relatório com resultados obtidos para feedback à escola.

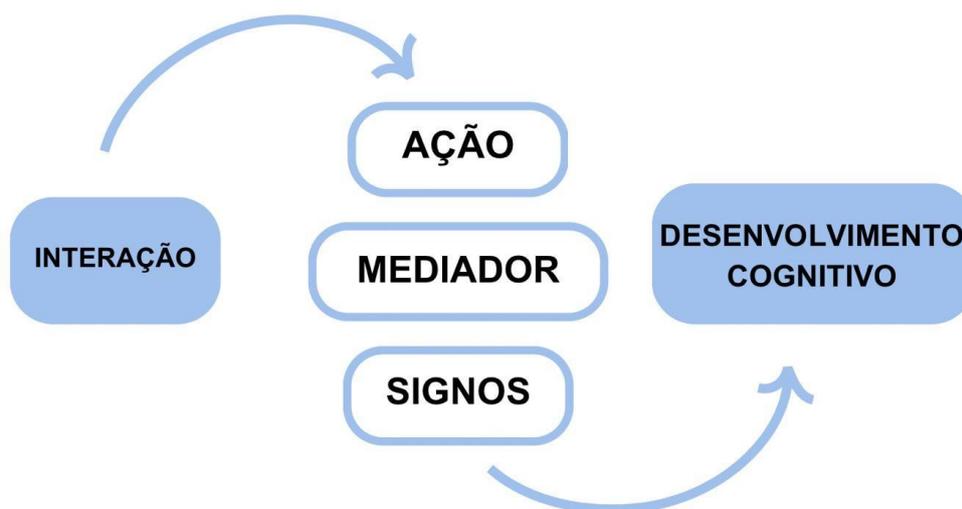
3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Sequência didática

Segundo Vygotsky, o desenvolvimento cognitivo do ser humano tem origem em interações realizadas de indivíduos para indivíduos e de indivíduos para o ambiente. Dessa forma, essa interação está associada à dimensão cognitiva, histórica e cultural. A proposta metodológica e sequência didática da proposta do projeto de extensão, foi baseada nessa teoria de aprendizagem sociointeracionista de Vygotsky, supracitada acima.

O desenvolvimento cognitivo, chamado processo de internalização, é caracterizado como processo de aprendizagem (**Figura 1**), necessita de uma mediação (ação) e ou mediador para que ocorra de forma efetiva. Essa mediação deve ocorrer através de signos, como: signos linguísticos e signos matemáticos, letras e números respectivamente. Os signos são caracterizados como instrumentos psicológicos de demonstração do mundo interior, do indivíduo, no mundo exterior (Didatics, 2015).

Figura 1: Esquema simplificado que representa a teoria de Vygotsky



Fonte: A autora (2024).

3.2 Base nacional comum curricular e ensino da nanotecnologia

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) foi aprovada em 2017 para o Ensino Fundamental e em 2018 para o Ensino Médio (Brasil, 2017). A BNCC abrange dez grandes competências para serem aplicadas de forma equivalente para todos os estudantes brasileiros da educação básica. As competências indicam de forma clara o que alunos devem e precisam aprender, e saber fazer, visando a constituição de conhecimentos, atitudes, valores, habilidades e resoluções de demandas do cotidiano e da cidadania, conforme o trecho abaixo:

Ao adotar esse enfoque, a BNCC indica que as decisões pedagógicas devem estar orientadas para o desenvolvimento de competências. Por meio da indicação clara do que os alunos devem “saber” (considerando a constituição de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores) e, sobretudo, do que devem “saber fazer” (considerando a mobilização desses conhecimentos, habilidades, atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho), a explicitação das competências oferece referências para o fortalecimento de ações que assegurem as aprendizagens essenciais definidas na BNCC (Brasil, 2018, p. 13).

A BNCC está estruturada em determinadas áreas do conhecimento para o desenvolvimento de competências gerais e específicas, como também habilidades relacionadas, são elas: Linguagem e suas Tecnologias (LGG) que compreende Artes, Educação Física, Língua inglesa e Portuguesa; Matemática e suas Tecnologias (MAT) que compreende apenas a disciplina de Matemática; Ciências Humanas e Sociais Aplicadas (CHS) que abrange a História, Geografia, Sociologia e Filosofia; Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT) que abrange desde a Biologia à Física e Química; e, por fim, formação técnica e profissional. A compactação por áreas, não exclui a individualidade de cada disciplina, mas busca fortalecer a contextualização, conforme justifica o texto abaixo:

A organização por áreas [...] não exclui necessariamente as disciplinas, com suas especificidades e saberes próprios historicamente construídos, mas, sim, implica o fortalecimento das relações entre elas e a sua contextualização para apreensão e intervenção na realidade, requerendo trabalho conjugado e cooperativo dos seus professores no planejamento e na execução dos planos de ensino (Brasil, 2018, p. 470).

A organização por áreas e itinerários proposta pela BNCC possibilita uma flexibilidade na organização curricular, de forma que possibilita a construção de propostas pedagógicas que sejam mais adequadas ao interesse dos estudantes, especificidades locais e do cotidiano dos alunos e professores, como também proporciona um exercício de protagonismo para os jovens (Brasil, 2018).

Para a área de Natureza e suas Tecnologias, a BNCC para o Ensino Médio, propõe a continuidade do Ensino Fundamental, no entanto, de forma mais aprofundada nas temáticas que envolvem Matéria e Energia, Vida e Evolução, Terra e Universo. O conhecimento dessas áreas forma uma base para estimular os alunos a analisarem, investigarem, e discutirem situações e demandas socioculturais, e compreenderem e interpretarem leis, teorias e modelos individuais, sociais e ambientais (Brasil, 2018).

Para o desenvolvimento dessas temáticas de forma contextualizada, de forma que cumpra a proposta inicial da BNCC, é orientado incorporar nos currículos e propostas pedagógicas a abordagens de temas contemporâneos transversais – TCTs. Conforme o trecho abaixo:

Cabe aos sistemas e redes de ensino, assim como às escolas, em suas respectivas esferas de autonomia e competência, incorporar aos currículos e às propostas pedagógicas a abordagem de temas contemporâneos que afetam a vida humana em escala local, regional e global, preferencialmente de forma transversal e integradora (Brasil, 2018, p. 19)

São 15 temas contemporâneos distribuídos em macroáreas: Meio Ambiente, Economia, Saúde, Multiculturalismo, Cidadania e Civismo, Ciência e Tecnologia (Brasil, 2019, p. 7)., respectivamente com áreas específicas conforme a **tabela 1**.

Tabela 1: Distribuição das macroáreas temáticas em seus respectivos temas transversais

MACROÁREAS	TEMAS TRANSVERSAIS
Meio Ambiente	Educação Ambiental
	Educação para o consumo
Economia	Trabalho
	Educação Financeira
Saúde	Saúde
	Educação alimentar e nutricional
Multiculturalismo	Educação para a multiculturalismo das matrizes históricas e culturais brasileiras
	Diversidade cultural
Cidadania e civismo	Vida familiar e social
	Processo de envelhecimento, respeito e valorização do idoso
	Direito da criança e adolescente
	Educação em Direitos humanos
	Educação para o trânsito
Ciência e Tecnologia	Ciências
	Tecnologias

Fonte: A autora (2024).

Atualmente, a Nanociência e a Nanotecnologia geram um grande impacto na ciência e tecnologia, como também na cidadania, uma vez que gera empregos e está associada ao movimento de globalização (Phys.org 2016). A Nanotecnologia se associa à competência de Ciências e suas Tecnologias, e faz-se necessário produções de materiais didáticos, propostas pedagógicas, ações para a discussão destes assuntos nas suas mais variadas vertentes para professores e estudantes do ensino básico (Silva et al, 2020).

A questão da nanotecnologia também não pode deixar de ser incluída no cenário da Educação, visto que os principais atores dessa nova era serão os jovens estudantes, que precisarão ser preparados para ingressar nesse mercado de trabalho” (Toma, 2005).

3.3 Projeto de extensão

Projetos de extensão possuem um grande desafio, pois são propostas e atividades que necessitam repensar a relação do ensino e pesquisa de forma que atendam as demandas sociais, para que possam contribuir de forma efetiva e beneficiar a sociedade (Carbonari; Pereira 2007). A extensão serve como transformador de aspectos associados à sociedade através da transmissão de conhecimentos científicos para a sociedade, de forma didática e com linguagem acessível. Quando essa relação entre a extensão e a sociedade é bem compreendida, há uma prestação de assistência de qualidade para as pessoas.

A universidade deve promover os projetos de extensão, associados a ela, como uma forma de assistência para as diversas camadas da população, de forma que possam atender as demandas dos grupos de diferentes faixas etárias, gêneros e aspectos sociais.

Paulo freire nos aponta os riscos desta extensão assistencialista, na qual a universidade se julga detentora de um saber superior, que tem de ser transmitida sem indagações e confronto: Educar e educar-se, na prática da liberdade, não é estender algo desde a “sede do saber” a “sede da ignorância” “para salvar, com este saber, os que habitam nesta”. (Freire, 1977. apud Calipo, 2009, p. 4).

Além de buscar atender as demandas sociais, os projetos de extensão universitários, necessitam promover a comunicação da Universidade com a sociedade, e disseminar conceitos científicos aprendidos nela, de forma clara e objetiva, para a população. Para assim, cada vez mais, encurtar a distância que existe entre a sociedade e a Universidade.

4 METODOLOGIA

4.1 Local da aplicação do projeto de extensão

A execução do projeto será realizada no Centro Acadêmico Princípio do Saber, que está localizado em Camaragibe, Centro, que atende alunos do Ensino Fundamental e Médio. Também será aplicado no Colégio Municipal 3 de Agosto, localizado em Vitória de Santo Antão, Centro. Atende Ensino Fundamental II e EJA.

4.2 Amostra de participantes

Com o objetivo de avaliar a formação dos alunos da Educação básica sobre a nanotecnologia, o projeto será aplicado em turmas dos 9º anos do Ensino Fundamental e 1º ano do Ensino Médio. Totalizando assim, a participação de cerca de 250 alunos, entre as faixas etárias de 13 a 16 anos.

4.2.1 Critérios de inclusão

Alunos pertencentes aos 9º anos do Ensino Fundamental e 1º ano do Ensino Médio. Também, alunos que os responsáveis autorizaram o termo de consentimento para a participação das atividades.

4.2.2 Critérios de exclusão

Alunos que não pertencem aos 9º anos do Ensino Fundamental e 1º ano do Ensino Médio e alunos que os responsáveis não autorizaram a participação nas atividades.

4.3 Aplicação do termo de consentimento

Os participantes da atividade que forem menores de idade, levarão o termo de consentimento para os pais, ou responsáveis, ter ciência e assinarem (**Figura 2**). Estes, assim, consentiram o registro de imagens na forma de fotografias e/ou vídeos e autorizarão a coleta e a utilização de registros de observação do participante ou de

textos, desenhos e outras produções de alunos como dados para fins exclusivamente acadêmicos.

Figura 2: Termo de consentimento

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE PAIS OU RESPONSÁVEIS

Eu _____, portador do CPF _____ - _____ responsável legal, na qualidade de _____ (pai, mãe ou tutor), do menor _____, nascido(a) em _____ de _____ do ano de _____, AUTORIZO a sua participação nas atividades do Projeto de Extensão **Ensino de Nanotecnologia: Uma proposta para alunos dos anos finais do ensino fundamental médio (NANOEDUCA)**, assumindo toda a responsabilidade pela presente autorização e participação do menor.

_____, PE

____ de ____ de 20 ____

Assinatura do Responsável legal.

Fonte: A autora (2024).

4.4 Aplicação de questionários

4.4.1 Aplicação do pré questionário

Será realizada a aplicação do pré-questionário para os alunos, que foram anteriormente autorizados a participarem das ações propostas pelo projeto por seus responsáveis e para aqueles maiores de idade, avaliação do conhecimento prévio a respeito do tema Nanotecnologia.

4.4.2 Aplicação do pós questionário

O mesmo questionário do primeiro momento (**figura 3**), será aplicado novamente ao final da execução de todas as palestras, atividades e aulas para se verificar o entendimento dos conceitos envolvidos no tema nanotecnologia, principalmente a noção de aplicação dessa tecnologia no cotidiano, devido ao pouco tempo destinado à atividade.

Figura 3: Questionário sobre a nanotecnologia

QUESTIONÁRIO SOBRE NANOTECNOLOGIA	Participante: _____ Idade: _____ Série/ano: _____
1. Você sabe o que é nanotecnologia?	6. Você já ouviu falar de lipossomas?
() Sim	() SIM
() Não	() NÃO
2. Você sabe o significado de "nano"?	7. Você sabe o que é uma nanopartícula?
() Sim.	() SIM
() Não.	() NÃO
3. Um nanômetro (nm) mede:	8. Você conhece algum produto utilizado no seu cotidiano que possui nano e micropartículas?
() 1000 vezes menor que 1 metro.	() SIM
() 100.000 vezes menor que 1 metro.	() NÃO
() 1.000.000.000 vezes menor que 1 metro.	
4. Existe relação entre a nanotecnologia e o seu cotidiano?	9. O que é um sistema de liberação controlada?
() SIM	_____
() NÃO	_____

5. Você sabe definir o efeito Tyndall?	10. Qual o objetivo da nanotecnologia?
() SIM	_____
() NÃO	_____

Fonte: A autora (2024).

4.5 Apresentação de palestras e aulas expositivas

Esta etapa se dará com uma sequência didática que abrangerá desde aulas expositivas, utilizando-se como recurso didático a lousa e projetor de slides a recursos audiovisuais, como vídeos, contendo as possíveis aplicações da Nanotecnologia e suas características. Além dessas atividades, serão utilizadas animações de escalas de grandezas ilustrando desde o nível macroscópico até o nanométrico. Em seguida, a fim de ilustrar as diferentes aplicações e importância da Nanotecnologia na sociedade, serão apresentados exemplos de produtos baseados nessa tecnologia.

Para a sequência didática, o modelo 7 de implementação de temas transversais de forma didática da BNCC foi selecionado (Brasil, 2019, p.20), como descrito na **tabela 2**.

Tabela 2: Modelo 7- Propostas de práticas de implementação de TCTs

Etapa de ensino: 9º ano do Ensino Fundamental II e 1º ano do Ensino Médio					
Temática: Matéria e Energia					
Proposta: Ensinar nanociência e nanotecnologia para os alunos dos anos finais do Fund II e Médio, de forma didática e interdisciplinar utilizando os componentes da BNCC do Ensino Médio.					
TCTs	OBJETIVO	COMPONENTE	COMPETÊNCIA	HABILIDADE	AValiação
<ul style="list-style-type: none"> ● Ciências e suas Tecnologias ● Saúde ● Meio Ambiente 	<ul style="list-style-type: none"> - Refletir sobre o histórico da nanotecnologia - Entender conceitos básicos da nanotecnologia e da nanociência. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Ciências da natureza e suas tecnologias (Física, Química e Biologia) 	<ul style="list-style-type: none"> Competência 1 Competência 3 	<ul style="list-style-type: none"> EM13CNT101 EM13CNT104 EM13CNT303 EM13CNT306 	<ul style="list-style-type: none"> Engajamento e participação dos alunos nas atividades Construção do material de divulgação científica para

<ul style="list-style-type: none"> - Conhecer as aplicações da nanotecnologia e da nanociência. - Identificar produtos do seu cotidiano que utilizando a tecnologia nano. - Perceber os impactos econômicos e ambientais. - Criar material expositivo para a divulgação científica sobre o que aprenderam. - Apresentar seus resultados em uma feira de ciências. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Matemática e suas tecnologias 	Competência 1	EM13MAT101 EM13MAT103 EM13MAT102	a feira de ciências
	<ul style="list-style-type: none"> ● Linguagens e suas tecnologias 	Competência 3 Competência 7	EM13LGG301 EM13LGG701	
	<ul style="list-style-type: none"> ● Ciências humanas e sociais aplicadas (História) 	Competência 1	EM13CHS102 EM13CHS104	

Fonte: Adaptada pela autora, 2024, da BNCC 2019, p. 20

As atividades propostas pelo projeto de extensão estão descritas na sequência didática (**Quadro 1**), e propõe que os alunos alcancem os objetivos e atendam as competências e habilidades propostas.

Quadro 1: Sequência didática

Objetivos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ensinar conceitos da nanotecnologia e nanociências na temática matéria e energia da BNCC; 2. Ensinar conceitos da nanotecnologia e nanociência utilizando os temas transversais da BNCC; 3. Desenvolver de forma contextualizada e interdisciplinar os componentes LGG, CNT, MAT e CHS;
------------------	--

	<ol style="list-style-type: none"> 4. Propor uma sequência didática com metodologias ativas; 5. Proporcionar um processo de aprendizagem eficiente e didática; 6. Aprender os conceitos qualitativos da nanotecnologia e nanociência; 7. Compreender contextos históricos da nanotecnologia e nanociência; 8. Compreender a aplicabilidade da tecnologia nano; 9. Entender impactos socioambientais da nanotecnologia na sociedade atual; 10. Construir matérias de divulgação científica sobre os conceitos construídos durante a execução da sequência didática proposta pelo projeto de extensão; 11. Promover uma feira de ciências para apresentar os materiais construídos;
<p>Etapas</p>	<p>1ª Etapa: No primeiro momento, os alunos preencherão o pré formulário (quadro 2) para que possam ser avaliados seus conhecimentos prévios sobre a nanotecnologia;</p> <p>2ª Etapa: Após a primeira etapa, os alunos serão conduzidos a realizarem pesquisas em suas casas sobre conceitos básicos sobre a nanotecnologia em plataformas científicas disponibilizadas pelos extensionistas;</p> <p>3ª Etapa: A terceira etapa se dará com o compartilhamento das pesquisas dos alunos, onde eles poderão expor o que pesquisou uns para os outros. Os alunos, nessa etapa, trabalhar a autonomia e a comunicação;</p> <p>4ª Etapa: Os extensionistas assumirão o papel de professor, e, após o momento de diálogo e de compartilhamentos das pesquisas realizadas pelos próprios alunos, os professores explicação conceitos específicos da nanotecnologia de forma didática e interdisciplinar:</p>

- a) O que é e qual o objetivo na nanotecnologia e nanociência;
- b) Escala nanométrica;
- c) Contexto histórico na nanotecnologia
- d) Impacto social e ambiental da nanotecnologia e nanociência para o progresso e avanço de grandes áreas industriais e da humanidade;
- e) Efeitos negativos e positivos da nanotecnologia e indicadores biológicos;
- f) Aplicabilidade da nanotecnologia e nanociências nas diversas áreas;

5ª Etapa: Após os professores explicarem os conceitos acima, as turmas serão divididas em grandes grupos que irão fazer visitas aos laboratórios na Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Vitória.

6ª Etapa: Os alunos deverão se reunir e dividir-se em grupos para produzirem, a partir dos conceitos trabalhados durante as etapas do projeto e anotações, com o auxílio dos extensionistas/professores, materiais de divulgação científica para serem apresentados na feira de ciência. Nesse momento será avaliado o engajamento e a participação dos alunos na construção dos materiais;

7ª Etapa: Essa etapa consiste na culminância do projeto na realização de uma feira de ciências para a exposição dos materiais desenvolvidos pelos alunos;

8ª Etapa: Os alunos, após a realização de todas as atividades do projeto, responderão o pós formulário para que sejam avaliados os conceitos adquiridos e a efetividade da proposta;

4.6 Procedimentos para a coleta e análise de dados

Os pesquisadores integrantes do projeto devem declarar que os dados coletados na forma de fotografias e/ou vídeos e a utilização de registros de observação participante ou de textos, desenhos e outras produções de alunos nesta pesquisa ficarão armazenados em (explicar a forma de armazenamento), sob a responsabilidade dos pesquisadores Noemia Pereira da Silva Santos, Mariane Cajubá de Britto Lira Nogueira e Ester Andrade do Nascimento, no endereço R. Alto do Reservatório - Alto José Leal, Vitória de Santo Antão - PE, 55608-680, pelo período de mínimo 5 anos.

Para a análise dos dados, será utilizado uma abordagem qualitativa para as respostas fechadas, comparando a proporção das respostas observadas no pré e pós-questionários. Como as mesmas palestras, atividades e aulas serão aplicadas para todas as turmas de Ensino Fundamental e Médio, os dados serão reunidos e tratados como uma única amostra.

5 DISCUSSÃO E RESULTADOS ESPERADOS

A execução das atividades do projeto proposto, terá início no primeiro bimestre, em turmas de 9º ano do Ensino Fundamental II e 1º ano do Ensino Médio, integrado às aulas de ciências e aulas eletivas do ensino integral dos 9º anos. A sequência didática será aplicada em encontros mensais, quando os extensionistas forem até a escola, assim como a construção do material de divulgação científica. Como a proposta se iniciará no quarto bimestre, grande parte das etapas da sequência didática será realizada no segundo ano.

Espera-se que esse projeto promova uma aprendizagem efetiva sobre conceitos da nanotecnologia e nanociência. Ainda, espera-se que as atividades e ações realizadas a partir dessa proposta de projeto de extensão contem com a participação ativa e engajamento dos alunos, e que o conhecimento adquirido por eles ao decorrer dos encontros mensais, perpassem para a comunidade escolar através da exposição dos materiais de divulgação científica desenvolvidos pelos próprios na feira de ciências escolar.

5.1 Riscos

Os riscos envolvidos nessa proposta de projeto estão relacionados à divulgação de imagens ou registros fotográficos e registros de respostas, desenhos e textos realizados pelos alunos, uma vez que serão coletados para a publicação de trabalhos científicos. Dessa forma, para amenizar os eventuais riscos citados, além do termo de consentimento, deve-se assegurar a confidencialidade e a privacidade, a proteção da imagem e a não estigmatização, garantindo a não utilização das informações em prejuízo das pessoas, inclusive em termos de autoestima, de prestígio e/ou econômico.

5.2 Benefícios

Os benefícios dessa pesquisa, para os alunos, se dão na ampliação e aprofundamento de temas de interesse social, crescimento de uma visão crítica sobre a temática ligada ao seu cotidiano e desenvolvimento de habilidades acadêmicas.

5.3 Orçamentos

O orçamento previsto para a execução do projeto será de responsabilidade dos extensionistas e recursos financeiros obtidos através de projetos de pesquisas aprovados por órgão de fomento cujas parcerias já se encontram firmadas com professores colaboradores. Não será cobrado ou exigido custo e/ou materiais dos alunos.

5.4 Viabilidade do desenvolvimento do projeto

A realização da presente proposta de projeto de extensão obedecerá aos preceitos éticos da Resolução 466/12 ou 510/16 do Conselho Nacional de Saúde e será submetida ao comitê de ética para a publicações de trabalhos utilizando os dados coletados.

O projeto contará com uma equipe de 11 extensionistas, entre eles doutorandos, mestrandos, técnicos e graduandos do curso de Licenciatura de Ciências Biológicas e Nutrição, sendo todos membros de laboratórios e associados a pesquisas que contemplam a nanotecnologia e nanociência. Além dos extensionistas, a coordenadora Prof.^a Dr.^a Noemia Pereira da Silva Santos e a coordenadora adjunta Prof.^a Dr.^a Mariane Cajubá de Britto Lira Nogueira.

5.5 Previsão de geração de produtos

Ao final do projeto espera-se ampliar os conhecimentos sobre a aplicação de projetos de extensão para o ensino básico sobre a nanotecnologia e nanociência com divulgação em Eventos Científicos e publicação de artigos em periódicos.

6 CRONOGRAMA

Tabela 3: Cronograma das atividades do projeto de extensão

AÇÕES	ANO											
	24/25											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Pesquisa bibliográfica	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Reuniões de equipe	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Aplicar termo de consentimento		X										
Aplicar o pré formulário sobre a nanotecnologia para avaliar os conhecimentos prévios dos alunos		X										
Aplicação da sequência didática (quadro 3)			X	X	X	X	X	X	X			
Promover a feira de ciências nas Escolas									X			
Aplicar o pós formulário para a verificar a efetividade da apropriação dos conceitos da nanotecnologia									X			
Avaliar os resultados obtidos a partir dos formulários									X	X		
Elaborar relatórios sobre as ações	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Elaborar Artigo para a publicação dos resultados obtidos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Fonte: A autora (2024).

7 CONCLUSÃO

O ensino da nanotecnologia e nanociência no ensino básico é de grande importância, pois estimula o pensamento crítico e científico, além de promover a compreensão de conceitos e aspectos do cotidiano e socioambientais. O projeto de extensão busca suprir lacunas e demandas da sociedade, dessa forma, o projeto de extensão proposto neste presente trabalho busca diminuir a negligência do ensino da nanociência no Ensino Fundamental II e Médio. Ainda, a proposta visa diminuir a distância que existe entre a sociedade e a Universidade, através de ações e palestras e feiras de ciências e metodologias ativas, baseadas na BNCC.

REFERÊNCIAS

- ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS. **O Ensino de ciências e a educação básica**: propostas para superar a crise. Academia Brasileira de Ciências. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2007.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Ed. Interamericana, 1980.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. 3 ed. Lisboa: Edições 70, 2004.
- BÍBLIA. João. *In: Bíblia Sagrada*. Tradução de Almeida Revista e Atualizada. 2. ed. Barueri - SP: Sociedade Bíblica do Brasil, 2023.
- BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Relatório Nacional PISA 2015**. Brasília, DF: Inep, 2016.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: Ministério da Educação, 2018.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais/Secretaria de Educação Fundamental**. Brasília: MEC/SEF, 1998
- BRASIL. Temas Contemporâneos Transversais na BNCC: **Propostas de Práticas de Implementação**. Brasília: Ministério da Educação, 2019.
- CALIPO, D. B. **Projetos de extensão universitária crítica**: uma ação educativa transformadora. 2009. 78 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Pedagogia). Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, 2009.
- CARBONARI, M. E. E.; PEREIRA, A. C. A extensão universitária no Brasil, do assistencialismo à sustentabilidade. **Revista de Educação**, Itatiba, v. 10, n. 10, p. 23-28, 2007.
- CHANG, R. P. H. A call for nanoscience education. **Nano Today** [s; l.], v. 1, p. 6-7, 2006.
- SILVA, P. R.; LOPES, J. G. S. Nanociência e Nanotecnologia em foco: reflexões sobre um tema a ser abordado na educação em ciências. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática** [online], v.11, n. 6, 497-513, 2020.
- DELGADO, F. P.; HONÓRIO, K. M.; SANNOMIYA, M. Nanotecnologia: desenvolvimento de materiais didáticos para uma abordagem no Ensino Fundamental. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 32, p. 32-73, 2010.
- DIDATICS.: **VYGOTSKY (2)**: Ferramentas Psicológicas [arquivo de vídeo].

DURAN, N.; MATOOSO, L. H. C.; MORAIS, P. C. **Nanotecnologia**: introdução, preparação e caracterização de nanomateriais e exemplos de aplicação. São Paulo: Artliber, 2006.

ELLWANGER, A. L.; MOTA, R.; FAGAN, S. B. Abordagem de Nanociência no ensino Médio. **Vidya** [online], v. 34, n. 1, 85-98, 2013.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 21. ed. São Paulo: Editora Paz e Terra, 2002.

FOUREZ, G. Scientific and technological literacy as a social practice. **Social Studies of Science**, EUA, v. 27, p. 903-936, 1997.

GUAZZELLI, M. J.; PEREZ, J. (Org.). **Nanotecnologia**: a manipulação do invisível. Ipês: Centro Ecológico, 2009. 44 p.

MARTINS, I. P.; SIMÕES, M. O.; SIMÕES, T. S.; LOPES, J. M.; COSTA, J. A.; RIBEIROCLARO, P. Educação em Química e Ensino de Química – Perspectivas curriculares. **Química e Ensino**, v. 42, p. 42-45, 2004.

NEWHAGEN, J. E. (1996). Why communication researchers should study the Internet: A dialogue. **Journal of Communication**, v. 46, n. 1, p. 4-13.

ONU - Organização das Nações Unidas. **Declaração Universal dos Direitos Humanos da ONU**. Disponível em: <<http://www.onu-brasil.org.br/documentos/direitos-humanos>>.

PEIXOTO, L. R. V.; RODRIGUES, A. A. P.; FERNANDÉZ, C. C.; ROCHA, T. C. T.; CARNEIRO, R. T. de O. Aplicação dos conhecimentos de nanociência e nanotecnologia na elaboração do jogo de tabuleiro Detetive Nanometálico. **Revista Ciências & Ideias**, Rio de Janeiro, v. 12, n° 1, p. 127-135, 2021.

PRETTO, N. L. (1999). **Globalização & Organização: mercado de trabalho, tecnologias de comunicação, educação a distância e sociedade planetária**. Ijuí: Ed. Unijuí.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. (2007). Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. **Ciência & Educação**, v. 13, p. 71-84. 131 Experiências em Ensino de Ciências V.14, No.1 2019

REBELLO, G. A. F.; ARGYROS, M. M.; LEITE, W. L. L.; SANTOS, M. M., BARROS, J. C.; Dos SANTOS, P. M. L.; Da SILVA. (2012). Nanotecnologia, um tema para o ensino médio utilizando a abordagem CTSA. **Química Nova na Escola**, 34(1), 3-9.

ROCO, M. C. (2002). Nanoscale science and engineering education activities in the United States. **Journal of Nanoparticle Research**, v. 4, p. 271-274.

SILVA, R. V. Autonomia na BNCC: uma análise sob a perspectiva de Paulo Freire. **Revista Educação Pública**, Rio de Janeiro, v. 22, nº 36, 27 de setembro de 2022.

SILVEIRA, R. M. C. F. & Bazzo, W. A. (2006). Ciência e Tecnologia: transformando a relação do ser humano com o mundo. **IX Simpósio Internacional Processo Civilizador (Tecnologia e Civilização)**. Paraná, 13 p.

TAVARES, A. (2008). Nanotecnologia: uma abordagem didática. **Monografia do curso de licenciatura em Física**, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 28p.

TOMKELSKI, M. L.; SCREMIN, G.; FAGAN, S. B. (2019). Ensino de Nanociência e Nanotecnologia: perspectivas manifestadas por professores da educação básica e superior. **Ciência & Educação**, 25(3), 665-683.

TOMA, H. E. (2005). A nanotecnologia das moléculas. **Química Nova na Escola**, no 21, 3-9.

VEIGA, M. S. M.; QUENENHENN, A.; CARGNIN, C. (2012). O Ensino de Química: algumas reflexões. **I Jornada de Didática - O Ensino como foco e I Fórum de Professores de Didática do Estado do Paraná**. Londrina: UEL, v. 1, p. 189-198.

VOGT, C. Prefácio: de ciências, divulgação, futebol e bem-estar cultural. In: PORTO, CM., BROTAS, AMP., and BORTOLIÉRO, ST., orgs. **Diálogos entre ciência e divulgação científica: leituras contemporâneas** [online]. Salvador: EDUFBA, 2011, pp. 7-17.