

Uso de metodologia ativa para o ensino de Nanociência e Nanotecnologia (N&N) no ensino médio

Douglas Alves da Silva¹, Queila da Silva Ferreira²

Fundação Universidade Federal de Rondônia, campus Ji-paraná, departamento de Física

¹E-mail: douglas.as1999@gmail.com

²Email: queila.ferreira@unir.br

Resumo - A Nanociência e Nanotecnologia são o estudo e aplicação da matéria em escala muito pequena, equivalente a um bilionésimo do metro. Com as descobertas da física quântica no século XX muitas áreas novas do conhecimento ganharam espaço de estudo. O desenvolvimento e aplicações dessas novas áreas da ciência foram muito importantes para a economia global, pois, houve uma melhoria significativa na qualidade de vida das pessoas. Evidenciando a importância da Nanotecnologia e Nanociência para a sociedade, este trabalho tem como proposta fazer uso de metodologia ativa para investigar e inferir o tema em turmas de ensino médio, para isso foi construído uma cartilha e aplicado em turmas de uma escola estadual no município de Ji-Paraná/RO. Utilizando-se do método qualitativo, foi feita uma análise do conhecimento prévio dos envolvidos no início da pesquisa e no final foi entregue um questionário com proposta de realizar um estudo comparativo do conhecimento adquirido durante a aplicação da pesquisa. Como proposta de método de ensino foi empregado a chamada metodologia ativa, considerando que nos últimos anos tem crescido o número de teóricos que defendem essas metodologias como boas alternativas para a melhoria do ensino.

Palavras chave: Nanotecnologia, Nanociência, Metodologia ativa, Modernidade Líquida.

1. INTRODUÇÃO

A Nanociência e Nanotecnologia (N&N) é uma das áreas de mais rápido crescimento no mundo todo, levando a um grande impacto na economia global [1]. No Brasil, o investimento público em pesquisas deste tipo ocorre desde 2003 por meio do Ministério de Ciência e Tecnologia e Inovação (MCTI) e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) [2]. As pessoas possuem contato com a Nanotecnologia seja de forma direta ou indireta, podendo ocorrer sem que o indivíduo tenha conhecimento disso. Logo é muito importante que a população brasileira entenda para que serve este tipo de tecnologia e perceba quais são os prós e contras obtidos em vários aspectos desta pesquisa.

As aplicações da nanotecnologia estão presentes em chips de computador, em cosméticos, na indústria médico-hospitalar, no desenvolvimento de alimentos, entre outras. O Brasil não pode ficar sem inovação.

Com a nanotecnologia as pessoas criam inovação e muda a vida da sociedade em geral. Nós queremos

motivar as pessoas a entrar nessa área. Hoje é impossível você falar em uma área sem colocar o prefixo nano: nanomedicina, nanofármacos, nanoalimentos [3].

Reflexões sobre o conteúdo da N&N nas escolas de nível médio no Brasil é um dos papéis do professor de física, já que esse tópico faz parte do programa de Física Moderna e Contemporânea (FMC) previstos pelos Parâmetros Curriculares Nacionais [4]. Portanto, o professor é o principal responsável por incitar uma visão mais crítica dos alunos, incentivando-os a refletir e questionar o progresso tecnológico e assim fazendo com que eles entendam o papel da ciência na sociedade neste contexto de modernidade que o século XXI trouxe consigo.

Na BNCC, a Física, a Biologia e a Química encontram-se agregadas na área de Ciências da Natureza. As competências e suas respectivas habilidades fundamentam-se nas temáticas Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo. Com a aprovação da BNCC em 2018 as disciplinas de Física, Biologia e Química não estarão mais dissociadas entre si e, portanto, a proposta da BNCC não é simplesmente realizar uma adequação metodológica. É necessário mudar a maneira de pensar, ensinar, aprender e comunicar Ciência.

Diante do exposto, a presente pesquisa teve por objetivo introduzir o uso de metodologias ativas utilizando-se de ferramenta lúdica e divertida no ensino de N&N. Através desta metodologia o intuito foi explorar a relação entre educação e tecnologia a partir de temas já previstos nos PCNs de física (matéria e radiação) em duas turmas de 3º série do ensino médio em uma escola estadual no município de Ji-Paraná/RO.

2. METODOLOGIAS UTILIZADAS

Este trabalho foi baseado na abordagem de análise qualitativa que, segundo Godoy [5], “[...] envolve a obtenção de dados descritivos sobre pessoas, lugares, e processos interativos pelo contato direto do pesquisador com a situação estudada[...].” Para Chizzotti [6] “o propósito da pesquisa qualitativa é interferir em uma situação insuficiente, modificar o possível, de modo que o pesquisador e os pesquisados assumam, espontaneamente, uma posição reacionária.”

Estabelecer uma definição para pesquisa qualitativa é um desafio, pois a mesma não se resume em pesquisa não quantitativa. Hoje esse tipo de pesquisa pretende abordar o mundo “lá fora” afim de compreender, descrever e, às vezes, explicar os fenômenos sociais analisando experiências dos indivíduos ou grupos, examinando interações e comunicações ou investigando documentos [7]. O autor supracitado fala que essa abordagem busca compreender a forma como as pessoas constroem o mundo. Nesse sentido as interações e os documentos são meios de construir ou confrontar processos e produtos sociais.

A implementação destas metodologias, exigiu um novo olhar do educador que se tornou um mediador e estimulou a curiosidade e o pensamento crítico dos alunos. Assim, na abordagem de um conteúdo, ele pode direcionar para o grupo de estudantes desafiando-os a resolver um problema em colaboração. A participação ativa dos alunos no contexto da aquisição de novos conhecimentos os torna autores da sua aprendizagem e, então eles passam a ver o papel do professor como mediador do conhecimento, e não mais aquele que transmite o saber de forma ativa tornando os alunos apenas receptores, por que neste novo contexto os próprios alunos é que irão resolver a situação problema que a metodologia propõe. Esta pesquisa foi submetida ao conselho de ética da Fundação Universidade Federal de Rondônia em dezembro de 2020, sendo aprovada pelo comitê avaliador em março de 2021 sob número de parecer consubstanciado N: 4.614.296 e CAAE: 42662520.9,0000.5300 seguindo todos os protocolos que o mesmo exige. Devido ao excepcional momento de crise sanitária em que a sociedade está vivendo todas aulas foram ministradas via google Meet de maneira remota respeitando os protocolos municipal, estadual e federal de saúde.

A pesquisa científica apresenta determinados norteamentos para a sua realização. Uma simples pesquisa com um número de pessoas para identificar a sua preferência em relação a certos produtos não significa dizer que se enquadra em um estudo de cunho científico. Há necessidade do cumprimento de itens e procedimentos para o trabalho caracterizar-se por um estudo científico. Inicialmente define-se o tema e a abordagem, podendo esta se caracterizar por quantitativa, qualitativa ou quanti-qualitativa; em seguida a elaboração do problema, a justificativa e os objetivos gerais e específicos do estudo.

A partir do que se pretende pesquisar e do que se propõe no trabalho, define-se o método, bem como as técnicas e os instrumentos de coletas de dados, que se apresentarão como o “caminho” e as “ferramentas” para o desenvolvimento da pesquisa.

Conforme Duarte [8] “a definição do objeto de pesquisa assim como a opção metodológica constituem um processo tão importante para o pesquisador quanto ao texto que se elabora no final”. Segundo a autora, as conclusões de um estudo são

possíveis devido aos instrumentos utilizados na coleta de dados e a interpretação dos resultados obtidos, sendo que a descrição desses procedimentos, além de apresentar uma formalidade, permite aos outros pesquisadores percorrerem o mesmo caminho da pesquisa e confirmarem as afirmações apontadas no estudo inicial. A pesquisa qualitativa pode ser feita com o uso de instrumentos estruturados, por exemplo, questionários.

A pesquisa qualitativa é exploratória por natureza e ajuda a entender detalhes sobre um assunto ou um problema. É possível formular uma hipótese antes de coletar os dados que ajudarão você a decidir se sua hipótese está correta ou não. Utiliza-se roteiros que guiam a entrevista a ser realizada. Sabe-se que a pesquisa científica é um processo permanentemente inacabado e, nesse processo, a pesquisa de abordagem qualitativa surge como uma proposta de investigação que, sem perder seu caráter científico, possibilita que o investigado tenha maior participação, apropriação do processo e dos resultados obtidos.

O fato de as pesquisas qualitativas não desprezarem o contexto e aceitarem o ponto de vista do investigado, como dado de análise nos traz uma riqueza maior quanto à realidade estudada. Nesta pesquisa foi feito o uso de dois questionários, um inicial para saber o conhecimento prévio dos alunos e um questionário final que foi aplicado após os alunos terem sido apresentados a cartilha e ao bingo, assim foi feita uma análise comparativa dos dados a priori e a posteriori. Poucos alunos conseguiram definir o que era a N&N, a maioria não tinha ideia do que se tratava, logo com a aplicação do produto educacional tentou sanar essa falta de conhecimento que esses estudantes tem. Esta pesquisa foi realizada com turmas de 3º ano da escola estadual de ensino fundamental e médio Marcos Bispo da Silva.

2.1 Produto educacional

Os produtos educacionais representam uma importante ferramenta de aproximação entre os conteúdos selecionados como objeto de ensino e as demandas de aprendizagem apontadas pelos estudantes. Eles têm sido gerados a partir dessa necessidade, caracterizada por um conjunto de elementos e procedimentos que consideram aspectos de diferentes dimensões, como os de natureza curricular, cognitiva, afetiva, didática, entre outras. Sua função é de favorecimento da aprendizagem, contribuindo para qualificar o processo educacional, especialmente na educação básica.

Nos últimos anos tem aumentado drasticamente a quantidade de materiais didáticos desenvolvidos por professores e pesquisadores, pois muitas vezes esses materiais alternativos atendem a realidade e necessidade que os livros textos não atendem, por isso a importância de desenvolver produtos com

ênfase no ensino de diferentes assuntos, e é uma das medidas usadas pelos mestrandos profissionais como ferramenta a ser concebida.

Como já mencionado, um primeiro questionário foi entregue para obtenção dos conhecimentos prévios. Em seguida, a proposta de produto educacional foi a criação de uma cartilha sobre Nanociência e Nanotecnologia e um bingo didático interativo baseado nos conteúdos contidos na cartilha como ambiente pedagógico lúdico possibilitando o ensino e a aprendizagem de física moderna e contemporânea.

Este trabalho teve por finalidade principal a interação aluno-aluno e professor-aluno. O conteúdo foi explanado aos discentes de modo remoto via Google Meet devido a realidade pandêmica que se vive nos dias de hoje, e logo depois foi jogado o “Bingo da Nanotecnologia” também de maneira remota. A cartilha confeccionada continha a parte histórica sobre Nanociência e Nanotecnologia, os princípios físicos envolvidos nos processos de desenvolvimento dessa teoria, as implicações tecnológicas e toda informação necessária para que o aluno saísse com uma visão diferente depois da apresentação e interação do conteúdo (veja Figura 2.1).

A cartilha foi entregue previamente aos estudantes, trabalhada com eles e assim eles puderam estudar a cartilha para jogarem o bingo posteriormente. Dessa forma, os alunos tiveram a oportunidade de interagir e discutir o tema, analisando e descartando possibilidades, estabelecendo conexões sociais com os colegas, aprendendo o conteúdo e relacionando o que é apresentado em sala com os elementos de sua realidade, e suas aplicações técnicas. Portanto, um ambiente interativo e atraente, que possibilitou cativar a atenção e a criatividade dos alunos e permitir que eles desenvolvessem novas habilidades cognitivas acerca do tema, como ficou evidente durante a aplicação do bingo, logo que muitos debates acerca do tema foram realizados pelos alunos.

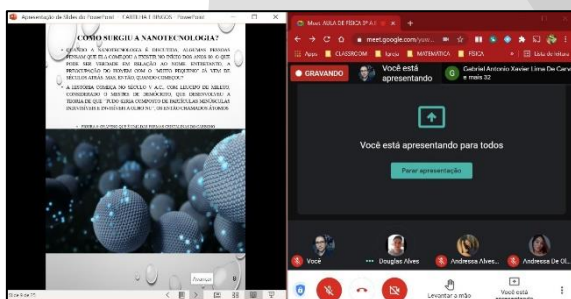


Fig. 2.1. Print da aula proferida de maneira remota via plataforma *Google meet*, para apresentação da cartilha para os alunos.

Posterior, passou-se a parte lúdica, brincadeira com o bingo que contava com um banco de dados feito pelo pesquisador com 20 perguntas com respostas no final de cada cartilha, foi confeccionado

4 (quatro) cartilhas idênticas e distribuída entre 4 (quatro) grupos.

O jogo proposto foi similar a um bingo comum, onde a pessoa responsável por “cantar” o bingo grita o número e se os demais participantes que estão jogando caso possuam o número marcam em sua cartela. No entanto, aqui o acadêmico responsável pelo trabalho fez perguntas para a sala baseada na cartilha que já havia sido confeccionada, entregue e trabalhada com os estudantes previamente. Na Figura 2.2 foi o momento de interação onde os grupos estão interagindo para encontrar as respostas corretas das perguntas feitas. A brincadeira seguiu até algum dos 4 grupos completar toda a cartela, cada grupo teve um conjunto de respostas diferente do outro, o grupo que primeiro concluiu corretamente foi o grupo vencedor da interação.

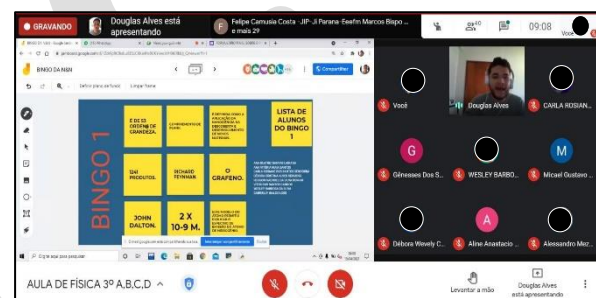


Fig. 2.2. Print da aula proferida de maneira remota via plataforma *Google meet*, nesta aula os alunos foram orientados de como brincar com o jogo do bingo.

Buscando colocar o aluno como protagonista do processo de aprendizagem, o bingo tinha uma situação-problema, nessa situação o professor fez poucas interferências. O aluno teve a função de investigar e levantar hipóteses com intuito de resolver, sendo assim o principal autor na aprendizagem dos conceitos abordados.

Posteriormente à aplicação da cartilha e o bingo, os alunos foram solicitados a responderem a um novo questionário para que assim caracterize o escopo da pesquisa qualitativa.

Os alunos sempre trabalharam em grupo, para estabelecer uma relação cultural e social saudável com os demais. Como alternativa para facilitar o aprendizado e compreensão dos conteúdos de física, diversos autores propõem metodologias mais dinâmicas para mediar o conhecimento. As metodologias ativas lúdicas conjecturam uma das alternativas que podem despertar o interesse do aluno e aproximar o conteúdo ao cotidiano além de promover diversão e socialização tanto entre os alunos como também entre aluno e professor, contribuindo assim para uma aprendizagem significativa.

O lúdico apresenta-se como uma possibilidade de ensino que visa à reflexão e a ligação entre o que é imaginário e o que é real [9]. Para Viana e Castilho (2002) o professor deve tornar compreensivo que os alunos aprendem de diversas maneiras. Alguns

aprendem e se expressam melhor pelo canal auditivo e desta forma, as formas lúdicas seriam grandes auxiliares. O processo de aprendizagem ocorre gradativamente, levando o indivíduo a uma maior adaptação ao ambiente e, através do jogo e suas regras, o homem como sujeito define sua relação com o meio [9].

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio do questionário inicial pode-se ter uma ideia do conhecimento prévio dos estudantes sobre N&N. Desta forma, foi aplicado o produto educacional através do estudo da cartilha e o uso do jogo de bingo e, por fim os estudantes responderam a um questionário final semelhante ao inicial. Após estas etapas, foi realizado o estudo de comparação de acordo com o que a pesquisa qualitativa pede.

3.1 Questionário 1

Na primeira pergunta do questionário I foi pedido para que os alunos se identificassem para que o pesquisador tivesse controle sobre o número de participantes da pesquisa. Porém, nenhum nome será citado de acordo com as regras estabelecidas pelo termo de consentimento livre esclarecido assinado pelos alunos e/ou responsáveis.

Na segunda pergunta feita no questionário inicial foi pedido que eles escrevessem o que sabiam sobre nanociência e nanotecnologia, essa pergunta tinha como objetivo saber quais informações os alunos tinham sobre o tema. No entanto, observou-se que dos 30 alunos que responderam ao questionário poucos souberam responder à questão, muitos responderam que não sabiam e apenas alguns forneceram respostas, que são as que seguem:

ESTUDANTE A: *“coisas tecnológicas usando itens extremamente pequenos”*.

ESTUDANTE B: *“Acredito que seja algo que envolva tecnologias que sejam extrema mente pequenas, e que possam ser manipuladas por computador”*.

ESTUDANTE C: *“Nanotecnologia: É a ciência que hoje estuda às matérias de tamanho nanométrico”*.

ESTUDANTE D: *“Nanotecnologia- É o entendimento e controle da matéria em nanoescala, em escala atômica e molécula. Nanociência- é o estudo e o conhecimento das técnicas e aplicações das nanotecnologias e está relacionada à diversas áreas dos conhecimentos humanos”*.

Como pode ser observado alguns alunos já traziam consigo algum conhecimento sobre N&N, porém, esse quantitativo é muito pouco comparado com o total de alunos que participaram da pesquisa (30 alunos no total) evidenciando que o conteúdo não é tratado em sala de aula, mesmo sendo obrigatório e

previsto pelos PCNs. Outro aspecto evidenciado por meio da terceira pergunta deste mesmo questionário, é o fato de que alguns dos estudantes não têm ideia de quanto mede um nanômetro e do quão pequena é a escala nanométrica. Como pode ser observado no Gráfico 3.1, 20% dos estudantes afirmaram não saber responder, enquanto que 16,7% erraram a resposta e 56,6% dos alunos acertaram. Apesar dos alunos não saberem o que é N&N eles conseguem assimilar a algo muito pequeno conforme o gráfico abaixo.



Gráfico 3.1: Respostas fornecidas pelos alunos participantes da pesquisa à questão 3 do questionário inicial.

Apesar dos estudantes não terem o conhecimento sobre nanociência e nanotecnologia conforme ficou evidente a partir da pergunta 2 do questionário inicial, o Gráfico 3.2 mostra que eles conseguiram associar o assunto às áreas de conhecimento de química e física por exemplo, apresentando 90% de acertos e somente 10% disseram não saber.

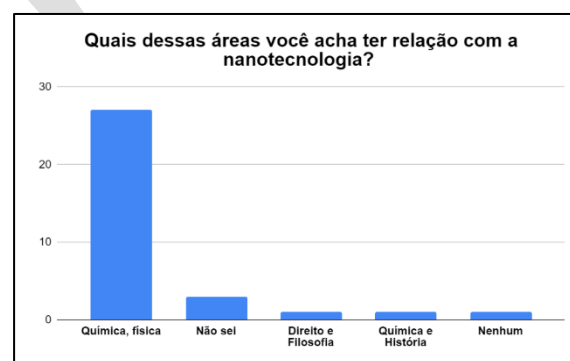


Gráfico 3.2: Respostas fornecidas à questão 4 sobre quais áreas do conhecimento eles acreditavam estar relacionadas à nanotecnologia.

Quando questionados sobre a presença da nanociência no cotidiano muitos assinalaram a respostas dizendo que acreditavam ela estar sim presente no seu dia a dia, como é possível notar no Gráfico 3.3; onde 50% responderam que muitas vezes notam a presença de produtos que usam N&N, 13,3% responderam que ela sempre está presente, apenas 3,3% creem que raramente ela pode ser vista no cotidiano e 33,3% não souberam responder.

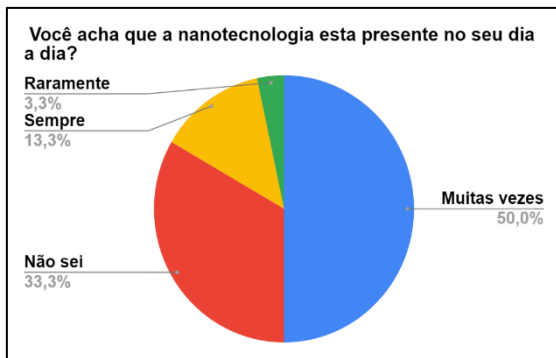


Gráfico 3.3: Respostas fornecidas à questão 5 sobre se acreditavam na presença da nanociência no dia a dia.

No intuito de consolidar o questionamento feito anteriormente sobre a presença da N&N no cotidiano (Gráfico 3.3), solicitou-se aos alunos que assinalassem alguns possíveis produtos que para eles usavam nanotecnologia (Gráfico 3.4).



Gráfico 3.4: Indicativo do conhecimento por parte dos alunos sobre produtos relacionados a nanotecnologia (Questionário Inicial).

Na sétima e última pergunta do primeiro questionário, indagou-se aos alunos se eles viam vantagens no uso da nanociência e nanotecnologia, como esperado, muitos não souberam responder. Esse comportamento era esperado, porque muitos já haviam dito que não sabiam o que era nanotecnologia, porém, alguns alunos tentaram responder. Algumas das respostas corretas dadas por eles são as que segue:

ESTUDANTE A: “Melhoria na qualidade dos exames de imagem Cirurgias menos invasivas Despoluição de águas”.

ESTUDANTE B: “Uma das vantagens na minha opinião é a praticidade, que nos ajuda no dia a dia, como no caso de nossos celulares que possuem nanotecnologia em alguns de seus componentes, além de alguns cosméticos, e remédios que nós usamos”.

ESTUDANTE C: “Possibilidade o desenvolvimento de tecidos inteligentes que não mancham, assim como de matérias mais resistentes, leves e duradouros para

fabricar capacetes para motocicleta ou equipamento esportivos”.

ESTUDANTE D: “Na minha opinião, eu não tenho certeza, mas acho que é possível a descobertas das coisas invisíveis a olho nu”.

Estas poucas respostas demonstram a falta de contato dos alunos com o tema. Após esta abordagem, surgiram diversas dúvidas e houve alguns debates, muitos não sabiam que vários materiais do nosso cotidiano estão repletos de tecnologia desenvolvida em escala nanométrica. Esta informação foi uma novidade para eles fazendo-os questionarem sobre a realidade em que nossa sociedade está emergida nos dias atuais, muitos alunos apresentaram uma visão futurística acerca do tema. Durante a aula também foi explanado quais temas estão no enfoque de estudo do tema e quais não fazem parte do escopo dessa ciência, muitos alunos tiveram uma visão otimista principalmente aquela relacionada a novos materiais e a medicina em escala nanométrica que tem tido grande destaque nos últimos anos.

3.2 Cartilha e bingo

O estudo da cartilha foi realizado logo após a aplicação do primeiro questionário e exposto as principais características sobre N&N, depois foi aberto um espaço para debate, onde os alunos poderiam colocar o ponto de vista deles sobre o tema e tirar dúvidas com o professor caso houvesse.

Esse espaço de discussão foi muito prazeroso porque os alunos demonstraram grande interesse em saber sobre o assunto e suas aplicabilidades, e foi uma maneira diferente de ter acesso ao conteúdo, pois não foi apenas uma aula com o professor exibindo um conteúdo considerado por eles somente mais um, e sim uma aula aberta a novos debates e construção de pensamentos coletivos sobre os principais avanços que esse tipo de tecnologia inovadora proporciona.

Diante dos questionamentos os alunos foram unânimes em concordar que as discussões proporcionadas pelo uso da cartilha agregaram um grande valor formativo pessoal e cognitivo. As metodologias abordadas mostraram a realidade do educando, os fenômenos cotidianos e os conceitos que acabam por despercebidos na correria do dia a dia. Entender como se dá a manipulação de átomos e moléculas para estruturar materiais mais resistentes foi um dos temas que mais chamou a atenção dos estudantes, pois isso evidencia que essa tecnologia tem um grande potencial de agregar conhecimentos ricos para a humanidade em um futuro próximo.

No momento de jogar o Bingo da Nanotecnologia, como mencionado anteriormente, os alunos foram divididos em quatro grupos, essa atribuição foi feita pelo pesquisador previamente, baseado na lista dos alunos que participavam das aulas online.

Para jogar o bingo foi usado a plataforma livre *Jamboard* pertencente a Google e disponível no quadro da acessos em nuvem do Google. *Jam* é um quadro que simula uma aula sendo possível anexar figuras, textos, gráficos, qualquer alteração feita utilizando o *Jam* a informação fica salva automaticamente.

3.3 Questionário II

Por fim, o segundo questionário similar ao primeiro foi empregado no intuito de investigar os possíveis conteúdos que os alunos poderiam ter absorvido ou não após a finalização da pesquisa.

Nesta parte da pesquisa uma pergunta análoga a do questionário inicial foi feita, sobre o entendimento deles sobre Nanotecnologia. Algumas das respostas fornecidas são as que seguem:

ESTUDANTE A: “Nanociência é o estudo e o conhecimento das técnicas e aplicações das nanotecnologias e está relacionada a diversas áreas do conhecimento humano. Um nanômetro, que é uma unidade de medida, representa um metro dividido por um bilhão, ou seja, 1/10⁻⁹”. *ESTUDANTE B: “A Nanociência e a Nanotecnologia representam o conjunto de ações de pesquisa, desenvolvimento e inovação que se baseiam nas propriedades especiais que a matéria exibe quando organizada a partir de estruturas com dimensões na escala nanométrica (1 nanômetro = 1 bilionésimo do metro)”.*

ESTUDANTE C: “É o estudo de fenômenos em escala quântica, ou seja, de materiais em tamanhos que podem ser vistos por microscópios”.

ESTUDANTE D: “A Nanociência e a Nanotecnologia, representam o conjunto de ações de pesquisa, desenvolvimento e inovação que se baseiam nas propriedades especiais que a matéria exibe quando organizada a partir de estruturas com dimensões na escala nanométrica (1 nanômetro = 1 bilionésimo do metro). Nesta escala, suavizam-se as fronteiras entre a Física, a Química, a Biologia e a Ciência dos Materiais, conferindo a esta área um caráter multi- e interdisciplinar”.

Uma ligeira maturidade em relação ao escopo do que vem a ser a N&N pode ser vista nas respostas fornecidas anteriormente. Durante o bingo ficou evidente que eles estavam abertos ao diálogo, pois para chegarem ao consenso de qual era a resposta correta era necessário o uso de argumentos lógicos referente ao contexto que haviam estudado.

Um dos principais pontos desta sequência didática foi desenvolver a compreensão dos estudantes em relação ao tamanho nanométrico. Como mostrado no Gráfico 3.5, quando perguntado no questionário II, se eles sabiam a quantos metros correspondia a um nanômetro, 70% dos entrevistados responderam corretamente, somando-se aqui aqueles que responderam menor que um milímetro, pois neste contexto a resposta não estaria errada, porque

evidencia que os alunos tem noção do quão pequeno é a escala nanométrica, ou seja, isso indica que ao final os alunos conseguiram assimilar um nanômetro a algo muito pequeno, é notório isso quando comparamos o Gráfico 3.5 ao Gráfico 3.1.

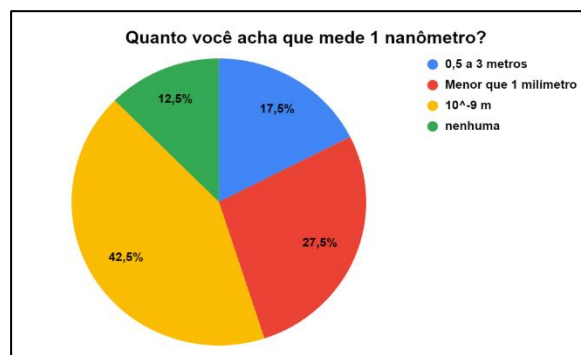


Gráfico 3.5: Indicativo do conhecimento sobre o tamanho nanométrico (Questionário final).

A utilização de metodologia ativa lúdica ajudou a aprofundar o conhecimento relacionado aos diversos campos de estudo que fazem parte do escopo de estudo da N&N como, Química, Física, Biologia, Ciência dos materiais, dentre outros. E isso pode ser observado no Gráfico 3.6, onde 83,3% dos estudantes responderam corretamente à questão 4 do questionário II onde era perguntado quais das áreas mencionadas correspondiam a uma área que tem relação com o estudo que foi feito. Observa-se que os resultados ficaram próximos aos apresentados no Gráfico 3.2, no entanto, ainda houve uma discreta melhora nos dados obtidos agora em relação ao anterior.



Gráfico 3.6: Indicativo do conhecimento dos estudantes referentes às áreas relacionadas à nanotecnologia (Questionário Final).

No Gráfico 3.7, verifica que 53,7% dos alunos responderam que a nanotecnologia sempre está presente em seu dia a dia, 31,7% disseram que muitas vezes perceberam a presença da N&N em seu

cotidiano. E apenas 12,2% marcaram que raramente percebem e apenas 2,4% falaram não sabem responder. Isso revela que mesmo ainda um pouco perdidos, com relação de onde a nanociência e nanotecnologia podem ser encontradas, eles já sabem que na maioria dos produtos que eles já ouviram falar, conhecem ou alguma vez já utilizaram é possível ter sido fabricado aplicando esta ciência.



Gráfico 3.7: Conhecimento por parte dos estudantes sobre a Nanotecnologia no seu dia a dia referente ao Questionário final.

No Gráfico 3.8 é possível observar que assim como no questionário I (Gráfico 3.4) todos marcaram que conhecem algum tipo de produto que faz uso de nanotecnologia em sua fabricação. Foi possível notar também no decorrer das aulas que os estudantes conseguiram compreender que a nanociência além de estar sempre presente no dia a dia, em produtos comerciais, está também presente na natureza. Muitos alunos indagaram como se dá os processos de fabricação desses produtos e onde são feitas as pesquisas nesta área. Também perguntaram se alguns materiais do dia a dia deles como tinta, camiseta, eletrodomésticos possuem em sua fabricação N&N.



Gráfico 3.8 – Referente ao conhecimento por parte dos alunos de produtos relacionados a nanotecnologia (Questionário final).

Na última pergunta do questionário foi indagado aos alunos qual era a opinião deles sobre as vantagens do uso da N&N para eles. Diferente do primeiro questionário a maioria respondeu algo que está de acordo com o que a N&N representa mostrando que eles conseguiram absorver pelo menos alguma parte do que foi proposto pelas metodologias ativas,

conforme evidenciado abaixo com algumas das respostas:

ESTUDANTE A: “A nanotecnologia possibilita o desenvolvimento de tecidos inteligentes que não mancham nem amarrotam, assim como de materiais mais resistentes, leves e duradouros para fabricar capacetes para motociclistas ou equipamento esportivo”.

ESTUDANTE B: “Reduz os custos, produz turbinas eólicas mais fortes e leves, melhora o desempenho dos combustíveis e, graças ao isolamento térmico de alguns nanocomponentes, pode economizar energia”.

ESTUDANTE C: “Com a nanociência umas das vantagens, facilidade em detectar doenças, maior efetividade dos tratamentos medicinais, a redução de consumo de energia, entre outros. já a nanotecnologia possibilita o desenvolvimento de tecidos inteligentes que não mancham nem amarrotam, e materiais mais resistentes, leves e duradouros”.

Com as respostas fornecidas é possível observar que os alunos possuem interesse em aprender sobre esta área. A pesquisa científica ainda é vista como novidade para muitos, o que não era para ser. O método aqui utilizado, fazendo uso de dados contextualizados auxiliou os alunos a compreenderem a nanociência e nanotecnologia.

A sequência de ensino é uma ferramenta importante como recurso didático ativo baseando-se em atividades educacionais que atraem a atenção e estimulam o interesse dos alunos. Porém, ainda existem alguns desafios como, a falta de apoio para que essas metodologias sejam incorporadas como ferramenta padrão de ensino, a falta de conhecimento dos professores sobre como desenvolver e aplicar uma sequência didática, tudo isso é um desafio a ser superado. É necessário que os educadores tenham acesso a artigos, livros, vídeos e cursos profissionalizantes para usar esse conhecimento em conteúdos relevantes no ensino.

De acordo com os resultados apresentados, observou-se que os estudantes também desenvolveram uma compreensão básica das teorias relacionadas ao estudo da nanociência como a aplicação em produtos do cotidiano.

Para finalizar a pesquisa, foram discutidas as vantagens que diferentes setores tem ao fazer uso da nanotecnologia e as melhorias que essa tecnologia traz. Os alunos tem grande interesse em entender a ciência apesar das dificuldades que estão inseridos, muitas são as curiosidades em relação as novas descobertas que se faz atualmente, trazer este tipo de conteúdo pode aproxima-los da realidade científica fazendo com que este desejo de aprendizado seja maximizado. Como este assunto está relacionado com várias das novas descobertas em setores como medicina, na busca por tratamentos mais eficazes por exemplo, gera por parte dos estudantes um

entusiasmo, pois o aluno vê o quão interdisciplinar é essa ciência.

Com os dados coletados nesta pesquisa notou-se que as metodologias ativas de ensino utilizadas aqui como recurso didático foram de grande valia tanto para os estudantes quanto para o professor participante durante a pesquisa. Pois observou-se que houve uma melhora significativa na capacidade cognitiva dos alunos referente ao assunto.

Podemos ver então, que mesmo na modernidade líquida na qual se vive atualmente é possível construir uma educação mais significativa, por mais que a vida moderna é permeada por incertezas a educação deve ser um sistema que resiste a mudanças que o tempo traz, pode-se abordar conteúdos de forma mais interdisciplinar como a BNCC propõe e desenvolver o censo de comunidade entre os estudantes, por meio das metodologias ativas como foi feito nesta pesquisa.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os assuntos de Nanociência e Nanotecnologia raramente são abordados no ensino médio, como sabe-se nos últimos anos esse campo se desenvolveu muito rapidamente, dessa forma adquirir conhecimento sobre o tema é muito importante para que no futuro os alunos se tornem pesquisadores, cientistas ou apenas conheçam mais sobre a área. Os resultados deste estudo sugerem que o interesse dos estudantes pela ciência pode ser aumentado pela incorporação de metodologias ativas em sala de aula, pois, foi notória a participação dos alunos. Muitos questionamentos e interesse em saber sempre mais. Além disso, trazendo esse contexto os estudantes passaram a conhecer produtos atuais que fazem uso da nanotecnologia no seu dia a dia, bem como a importância dessa área de estudo para a sociedade. Outro fator notório, foram os desafios enfrentados ao tentar aplicar este tipo de metodologia. Pois, nas escolas o professor é submetido a uma rotina cansativa de atividades e no cenário pandêmico atual isso se torna ainda mais desafiador, porque alguns professores acabam tendo que trabalhar dobrado, descobrindo como utilizar as ferramentas tecnológicas e a inserção de novas metodologias, pode-se despertar o interesse dos alunos na disciplina de física. Somando-se tudo isso, muitas vezes os alunos não se motivam a aprender e explorar novos conceitos que são propostas pelas correntes de pensamentos modernas pode ajudar a despertar o interesse dos alunos em física melhorando substancialmente a qualidade do ensino.

REFERÊNCIAS

- [1] YAWSON, KUZMA., 2010. *Systems mapping pf consumer acceptance of agrifood nanotechnology*. Journal od consumer policy, 33(4), 299-322.
- [2] MARTINS, JORGE SANTOS. *O trabalho com projetos de pesquisa: do Ensino fundamental ao Ensino médio*. 5 ed. Campinas, SP. Papirus, 2007.
- [3] TERRAZAN, E.A., *A inserção da física moderna e contemporânea no ensino de física na escola de 2º grau*. Caderno catarinense de Ensino de física, Florianópolis, v.9, n.3: pag 209-214, dez.1992.
- [4] BRASIL. *Paramentros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclos: Física*. Brasília: MECSEF, 1998. BRASIL.
- [5] GODOY, Arlida Schmidt, *Introdução a pesquisa qualitativa e suas possibilidades*. Rev. adm. Empress. [online]. 1995, vol 35, pp. 57-63. ISSN 0034-7590.
- [6] CHIZZOTTI, Antônio. *Pesquisa em ciencias humanas e sociais*. São Paulo: Cortez, 1998.
- [7] FLINK, U. *Desenho da pesquisa qualitativa*. Porto alegre: Artmed, 2009.
- [8] DUARTE. *Pesquisa qualitativa: reflexões sobre o trabalho de campo*. Caderno de pesquisa, n.115, p. 139-154, março/2002.
- [9] PIAGET, Jean. *Psicologia e pedagogia*. Tradução de Dirceu Accioly Lindoso e Rosa Maria Ribeiro da Silva. São Paulo e Rio de Janeiro: Editora Forense, 1970.