



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS-ICE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

HENOC DE JESUS DA SILVA GOMES

**UMA PROPOSTA DE INTERVENÇÃO METODOLÓGICA PARA A INSERÇÃO DE
CONHECIMENTOS DE NANOCIÊNCIA E NANOTECNOLOGIA NO ENSINO MÉDIO**

MARABÁ-PA
JULHO/2022

SUMÁRIO DO PRODUTO EDUCACIONAL

1. APRESENTAÇÃO.....	85
2. IMPLEMENTAÇÃO DA PROPOSTA METODOLÓGICA.....	87
3. INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO.....	109
4. ANEXO DO PRODUTO EDUCACIONAL.....	110

1. APRESENTAÇÃO

O presente produto educacional foi pensado durante o percurso do Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF) que traz como exigência além da elaboração e defesa de uma dissertação de mestrado, a construção de um produto educacional que possa ser utilizado por outros docentes em sua prática docente, no ensino de Física.

Então, considerando-se a importância da exploração de assuntos mais atuais da Física, este produto se constitui em um importante instrumento de intervenção metodológica junto aos alunos do ensino médio de Escola Pública, para trazer à tona conhecimentos da Física Contemporânea, mas especificamente conceitos de nanociência e nanotecnologia, para ensejar uma melhor compreensão dos avanços tecnológicos que os cercam em seu cotidiano, vislumbrando um olhar mais amplo da Física. Assim, este produto educacional é constituído por uma sequência didática que abrange vídeos do YouTube; 01 (um) “Kit Nano”, construído com materiais de baixo custo; 2 (dois) experimentos em nanociência e nanotecnologia e uma palestra ministrada por um pesquisador da área.

A proposta de intervenção metodológica foi pensada considerando que de uma forma geral as Escolas Públicas não possuem laboratório de Física e nem Sala de Informática, e muito menos internet para que os alunos possam utilizar em seus Smartphones para auxiliá-los em suas pesquisas. Nesse sentido, há a necessidade de se utilizar recursos disponíveis e materiais de baixo custo, facilmente encontrados por alunos e professores para a reprodução da proposta.

Os vídeos do YouTube foram cuidadosamente selecionados para trazer aos alunos conhecimentos gerais sobre Nanociência e Nanotecnologia.

O “Kit Nano”, construído com materiais de baixo custo, é constituído por dois itens ou materiais, a saber: uma tabela de escalas e um conjunto de cubos.

A tabela de escala, tem a finalidade de proporcionar aos alunos a comparação das escalas em metro, micrômetro e nanômetro; bem como a notação científica na representação dessas escalas e suas conversões. Possibilitar perceberem que usamos o metro e seus múltiplos para medir objetos grandes, os quais são denominados macroscópicos. Enquanto que medidas inferiores a 1 mm usamos, os prefixos, o micro (μm) que é 1000 vezes menor do que 1 mm (ou seja, um milhão de vezes menor que 1 m), o nanômetro (nm) que é um milhão de vezes menor do que 1 mm (ou um bilhão de vezes menor do que 1 m). Que essas subunidades são usadas para medida de objetos muito pequenos, portanto, com dimensões sub microscópicas.

O conjunto de cubos, tem a finalidade de demonstrar junto aos alunos que algumas propriedades dos materiais tendem a se modificar à medida que os mesmos vão tendo as suas

dimensões diminuídas. Assim, considerando inicialmente um cubo que possui arestas de 20 cm, os alunos serão solicitados a calcular o volume deste cubo, e em seguida a área do mesmo. Posteriormente, com o conjunto de 8 (oito) cubos, com arestas de 10 cm (como se o primeiro cubo tivesse sido cortado e 8 (oito) partes iguais), solicita-se que os alunos agora, calculem novamente o volume total dos 8 (oito) cubos, bem como a área total dos 8 (oito) cubos. E por último, se faz uso do conjunto de 64 (sessenta e quatro) cubos com arestas de 5 cm cada (como se cada um dos cubos anteriores, tivessem sido cortados 8 (oito) partes iguais) e solicitar mais uma vez, que os alunos calculem o volume total e a área total desses cubos.

$$A = b \times h. \quad (3)$$

A equação (1) apresenta a fórmula a ser usada para que os alunos possam calcular as áreas totais de cada um dos três cubos.

$$V = b^3. \quad (4)$$

A equação (2) apresenta a fórmula a ser usada para que os alunos possam calcular o volume total de cada um dos três cubos.

A ideia é tornar possível a constatação de que nas três situações o volume permaneceu o mesmo, no entanto, à medida que, o tamanho dos cubos diminui, o valor da área total em cada um, aumenta. Evidenciando com isso, que umas das propriedades do cubo, a da área superficial total, tende a se alterar com a diminuição e/ou divisão do cubo.

Assim, espera-se que os alunos calculem a área total de cada um dos três cubos, e cheguem aos seguintes resultados:

$$\text{Área total do cubo 01: } 6 \times A_1 = 6 \times 20 \times 20 = 2400 \text{ cm}^2.$$

$$\text{Área total do cubo 02: } 8 \times 6 \times A_2 = 8 \times 6 \times 10 \times 10 = 4800 \text{ cm}^2.$$

$$\text{Área total do cubo 03: } 64 \times 6 \times A_3 = 64 \times 6 \times 5 \times 5 = 9600 \text{ cm}^2.$$

E também calculem o volume total de cada um dos três cubos, e cheguem aos seguintes resultados:

$$\text{Volume total do cubo 01: } V_1 = 20 \times 20 \times 20 = 8000 \text{ cm}^3.$$

$$\text{Volume total do cubo 02: } 8 \times V_2 = 8 \times 10 \times 10 \times 10 = 8000 \text{ cm}^3.$$

$$\text{Volume total do cubo 03: } 64 \times V_3 = 64 \times 5 \times 5 \times 5 = 8000 \text{ cm}^3.$$

Os 2 (dois) experimentos possuem a finalidade de demonstrar, de igual modo, como as propriedades dos materiais podem ser alterados a medida em que os mesmos diminuem de tamanho.

Dentre os recursos e materiais utilizados para a realização da proposta de intervenção metodológica, utilizar-se, além dos recursos digitais, como os vídeos do YouTube; papelão, fita adesiva, régua de 30 cm, esquadro, estilete, tesoura, cola, lápis, caneta, material plástico flexível. Os materiais são confeccionados pelo professor e destinados para a abordagem do tema.

2. IMPLEMENTAÇÃO DA PROPOSTA METODOLÓGICA




A princípio, como forma de se constar os conhecimentos prévios dos alunos a respeito de Nanociência e Nanotecnologia, e também com a finalidade de se verificar se houve aprendizagem durante o percurso da proposta de intervenção metodológica, um questionário deve ser aplicado de forma remota, aos alunos, questionário 01 (em anexo), antes da implementação da proposta. Um segundo questionário, questionário 02 (em anexo), será aplicado no final da proposta de intervenção, também de forma remota.




Após a aplicação do questionário 01, para subsidiar a busca de conhecimentos sobre Nanociência e Nanotecnologia, propõe-se uma sequência didática, onde os alunos terão a oportunidade de entrar em contato com conhecimentos sobre nanociência e nanotecnologia. Onde estarão recebendo previamente, o link de vídeos do YouTube, que deverão ser acessados pelos mesmos, antes das aulas/encontros presenciais na escola. Nesse sentido lançar-se-á mão da metodologia ativa da sala de aula invertida. Assim sendo, recomenda-se que a sequência de atividades, constituída por 06 aula/encontros (cada aula/encontro, constituído por duas aulas, com 45 minutos cada, num total de 90 minutos), seja realizada preferencialmente na ordem proposta na Tabela 01, abaixo, com um intervalo de uma semana de uma aula/encontro para o outro, para que os alunos tenham tempo de assistir os vídeos, ainda que sejam de curta duração.

Tabela 01: Sequências de atividades.

Sequência	Tema	Recurso	Link
		Vídeo	01- Micrômetro e nanômetro:

<p>Aula 01</p>	<p>Sistema Internacional de Unidades, enfatizando os submúltiplos do metro (m). Aplicação de atividade prática.</p>	<p>Discussão em sala de aula sob a mediação do professor.</p> <p>“Kit nano” Tabela de Escalas</p>	 <p>Micrometro e Nanômetro</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=CUJISq3Kt5A</p> <p>02- O incrível e infinitamente pequeno universo da nanotecnologia:</p>  <p>O incrível e infinitamente pequeno universo da nanotecnologia</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=EVrj9Rvv03k</p>
<p>Aula 02</p>	<p>Invenção, evolução e tipos dos microscópios.</p>	<p>Vídeo</p> <p>Discussão em sala de aula sob a mediação do professor.</p>	<p>03- Invenção e desenvolvimento dos microscópios:</p>  <p>03- Instituto de Física de São Carlos Microscopia Óptica - História da Microscopia Óptica</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=YdfFyE8dLXI</p> <p>04- Tipos de microscópios:</p>

		<p>Realização do Experimento 01</p>	 <p>Tipos de microscópios, conheça na prática</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=9aN1uoA694w</p>
<p>Aula 03</p>	<p>O que é Nanociência e Nanotecnologia?</p>	<p>Vídeo</p> <p>Discussão em sala de aula sob a mediação do professor.</p> <p>“Kit nano” Conjunto de Cubos</p>	<p>05- O que é nanotecnologia?</p>  <p>Fundação Padre Anchieta é parcialmente ou totalmente financiada pelo governo do Estado de São Paulo. Wikipedia</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=myr_nMOFOiw</p> <p>06- Centro de nanociência e nanotecnologia -CNANO:</p>  <p>Conhecendo a UFRGS - Centro de Nanociência e Nanotecnologia - CNANO</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=5d_AGawMueA</p>
			<p>07- Aplicações da Nanotecnologia:</p>

<p>Aula 04</p>	<p>Áreas de aplicação da Nanotecnologia</p>	<p>Vídeo</p> <p>Discussão em sala de aula sob a mediação do professor.</p> <p>Realização do Experimento 02</p>	 <p>https://www.youtube.com/watch?v=wt8IX7wPy4o</p> <p>08- Aplicações da Nanotecnologia:</p>  <p>https://www.youtube.com/watch?v=GtBVnlhHheg</p> <p>09- Nanotecnologia no nosso cotidiano:</p>  <p>https://www.youtube.com/watch?v=9cO4Ze3Ccmk</p>
		<p>Vídeo</p>	<p>10- Sobre o grafeno:</p>

<p>Aula 05</p>	<p>O que é o grafeno?</p> <p>Abordagem sobre Mapa Conceitual.</p>	<p>Discussão em sala de aula sob a mediação do professor.</p>	 <p>Grafeno Morreu? O Que Aconteceu com o Material do Futuro e Onde ele Está Sendo Usado?</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=bBBRslOTVVQ</p> <p>11- Jaquetas de grafeno à prova de balas:</p>  <p>Jaqueta de Grafeno à Prova de Balas? - 5 Lugares Onde o Grafeno Está Sendo Utilizado Hoje (Ou Quase)</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=0eLnels22oo</p> <p>12- Como fazer um mapa conceitual:</p>  <p>Como Fazer um Mapa Conceitual</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=F54SWctP7-E</p>
		<p>Vídeo conferência</p>	

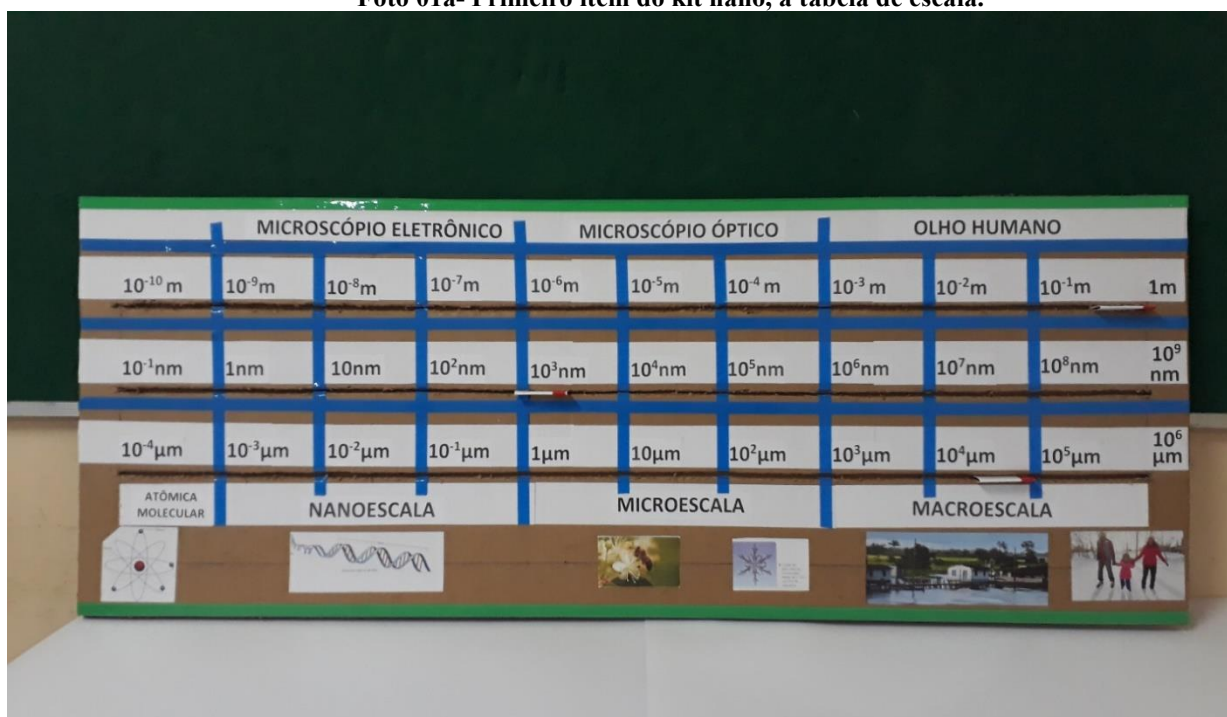
Aula 06	Palestra/entrevista com pesquisador do Grupo de Pesquisa em Grafeno da Universidade Federal do Pará, via Google meet.	Prática de Elaboração de Mapa Conceitual	Link da palestra será enviado no dia.
----------------	---	--	---------------------------------------

Fonte: O autor.

A seguir, têm-se um breve relato da abordagem em cada aula/encontro que compõe a sequência didática:

Aula 01 – Nesta aula, os alunos devem ser divididos em grupos com 05 componentes e receberem de forma prévia, os links dos vídeos 01 (Tempo 1:23 minutos) e 02 (Tempo 16:47 minutos), após terem assistido, trarão aquilo que conseguiram compreender por meio dos vídeos, bem como as possíveis dúvidas para serem discutidas em sala de aula. Aqui o professor mediador tecerá comentários sobre a origem do Sistema Internacional de Unidades, com o objetivo de destacar as unidades padrões estabelecidas, especialmente o metro. E aprofundando-se nos múltiplos e submúltiplos deste último, e em sua escrita científica, para que os alunos possam compreender que para medir os objetos com grandes dimensões (macroscópicos) utilizamos os múltiplos do metro e para medir objetos com pequenas dimensões (microscópicos) utilizamos os submúltiplos do metro; e assim compreendam em qual campo de dimensão atua a Nanociência. Aqui também será utilizado o primeiro item do “Kit Nano”, que é a tabela de escalas (Foto 01a e Foto 02 b, abaixo), para que os alunos possam visualizar de forma mais clara a conversão entre as escalas, em metro, micrômetro e nanômetro, e consigam associar as dimensões trazidas pelas escalas a alguns objetos conhecidos.

Foto 01a- Primeiro item do kit nano, a tabela de escala.



Fonte: O autor.

Foto 01b- Primeiro item do kit nano, a tabela de escala.



Fonte: O autor.

Aula 02 – Nesta aula, os alunos deverão ter recebido os links dos vídeos 03 (Tempo 20:46 minutos) e 04 (Tempo 7:35 minutos), previamente, e terem assistido aos vídeos, em grupo com 05 componentes, para que possam entrar em contato com o advento do microscópio e o seu desenvolvimento tecnológico ao longo do tempo; conhecer os tipos de microscópios e como se dá

a observação de nanopartículas a partir deles. Assim, em sala de aula o professor mediador conduzirá a discussão no sentido de se levantar o que os alunos acharam de mais interessante nos vídeos. Nesta aula também, será realizado diante dos alunos o Experimento 01 – Pastilha Efervescente, cujo roteiro de experimentação encontra-se na Tabela 02, abaixo. Com este experimento, pretende-se possibilitar aos alunos perceberem que à medida que se fragmenta-se a pastilha efervescente em partículas cada vez menores, a velocidade de reação de efervescência aumenta (a cinética química tem sua velocidade aumentada), diminuindo o tempo necessário para que a mesma seja completamente dissolvida na água. Constatando-se que de fato com a diminuição do tamanho das partículas de um material, algumas propriedades deste, são alteradas. Possibilitando a compreensão dentre outras coisas, que este é um dos princípios utilizados, por exemplo, na indústria farmacêutica para diminuir os efeitos colaterais causados pela administração de fármacos no organismo das pessoas.

A Tabela 02, apresenta o roteiro de experimentação 01, a ser seguido:

Tabela 02 - Roteiro de experimentação 01.

Experimento 01 – Pastilha Efervescente	
Materiais:	03 Pastilhas efervescentes, 03 recipientes plásticos, 03 copos de vidro, água, estilete, pilão, cronômetro, recipiente de plástico com medida em ml.
Procedimento experimental:	<p>1º - Encher os 03 copos com 200 ml de água.</p> <p>2º - Colocar uma pastilha em cada um dos recipientes de plásticos.</p> <p>3º - Dividir umas das partilhas em quatro partes iguais.</p> <p>4º - Com o pilão moer até virar pó uma das partilhas.</p> <p>5º - Simultaneamente, colocar a partilha inteira no primeiro copo e acionar o cronômetro para iniciar a contagem do tempo. Registrar o tempo decorrido até a pastilha dissolver completamente na água.</p> <p>6º - Simultaneamente, colocar a partilha que foi dividida em 04 (quatro) partes iguais no segundo copo e acionar o cronômetro para iniciar a contagem do tempo. Registrar o tempo decorrido até a pastilha dissolver completamente na água.</p> <p>7º - Simultaneamente, colocar a partilha que foi moída até virar pó, no terceiro copo e acionar o cronômetro para iniciar a</p>

	contagem do tempo. Registrar o tempo decorrido até a pastilha dissolver completamente na água.
--	--

Fonte: O autor.

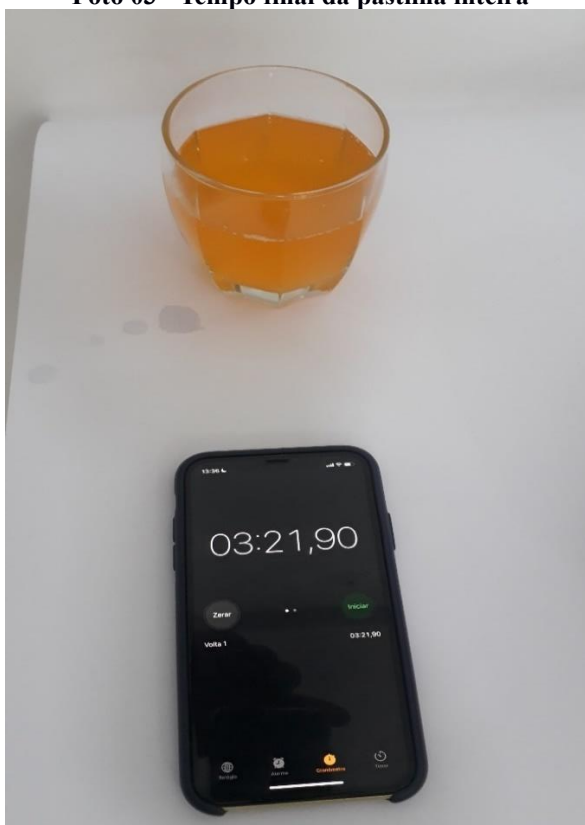
As imagens das Fotos 02, 03, 04, 05 e 06; apresentam a sequência de procedimentos segundo o roteiro de experimentação 01:

Foto 02- Organização do experimento 01



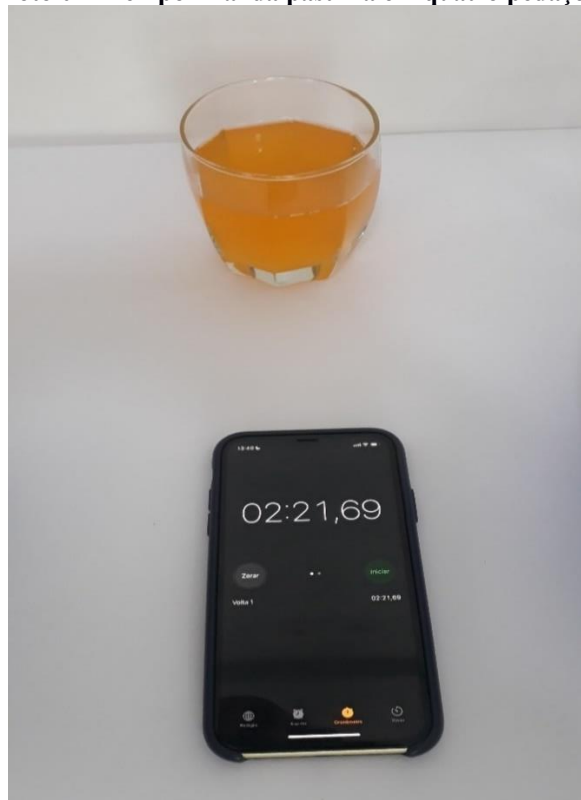
Fonte: O autor.

Foto 03 - Tempo final da pastilha inteira



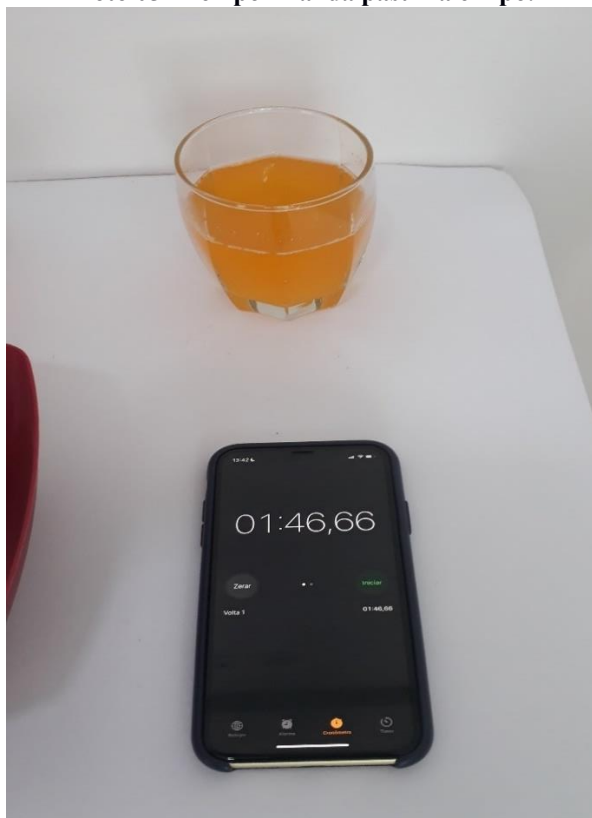
Fonte: O autor.

Foto 04 - Tempo final da pastilha em quatro pedaços



Fonte: O autor.

Foto 05 - Tempo final da pastilha em pó.



Fonte: O autor.

Foto 06 – Momento de observação do experimento 01.



Fonte: O autor.

Durante a realização do experimento 01 deve-se informar aos alunos que a observação do experimento é de suma importância, pois serão desafiados a explicar: **o motivo pelo qual a pastilha que estava em pó dissolveu em uma velocidade maior do que as demais pastilhas.** Solicitar que os alunos registrem suas respostas.

Aula 03 – Nesta aula, tendo os alunos recebido, previamente, os links dos vídeos 05 (Tempo 28:48 minutos) e 06 (Tempo 13:13 minutos), serão apresentados às definições de nanociência e de nanotecnologia. Então, em sala de aula, o professor mediador conduzirá a discussão no sentido de sondar a compreensão dos alunos e consolidar tais definições.

Em seguida, será utilizado o segundo item do “Kit Nano”, o Conjunto de Cubos, (Foto 11 a e Foto 11 b, abaixo), com o qual pretende-se demonstrar junto aos alunos que algumas propriedades dos materiais tendem a se modificar à medida que os mesmos vão tendo as suas dimensões diminuídas. Assim, considerando inicialmente um cubo que possui arestas de 20 cm, os alunos serão solicitados a calcular o volume deste cubo, e em seguida a área do mesmo. Posteriormente, com o conjunto de 8 (oito) cubos, com arestas de 10 cm (como se o primeiro cubo tivesse sido cortado e 8 (oito) partes iguais), solicita-se que os alunos agora, calculem novamente o volume total dos 8 (oito) cubos, bem como a área total dos 8 (oito). E por último, se faz uso do conjunto de 64 (sessenta e quatro) cubos com arestas de 5 cm cada (como se cada um dos cubos anteriores, tivessem sido cortados 8 (oito) partes iguais) e solicitar mais uma vez, que os alunos calculem o volume total e a área total desses cubos. A ideia é tornar possível a constatação de que nas três situações o volume permaneceu o mesmo, no entanto, à medida que, o tamanho dos cubos diminui, o valor da área, aumenta. Evidenciando com isso, que umas das propriedades do cubo, a da área superficial total, tende a se alterar com a diminuição e/ou divisão do cubo. Com isso, comprovando-se de forma lúdica, concreta e palpável, que de fato, há a ocorrência da alteração das propriedades nos materiais à medida que as suas partículas diminuem de tamanho. E que é este o objetivo dos cientistas que trabalham com nanociência: estudar as propriedades da matéria na escala nanométrica, para promover a alteração das características dos mesmos, para a produção e/ou criação de novos materiais, com características melhoradas, que são os chamados produtos nano tecnológicos.

Fotos 11a – Segundo item do kit nano, o conjunto de cubos.



Fonte: O autor.

Foto 11b – Segundo item do kit nano, o conjunto de cubos.



Fonte: O autor.

Aula 04 – Nesta aula, após os alunos terem assistido, previamente aos vídeos 07 (Tempo 10:08 minutos), 08 (Tempo 6:23 minutos) e 09 (Tempo 4:49 minutos), terão contato de forma mais aprofundada aos campos/áreas onde a nanotecnologia tem sido aplicada na atualidade. Então, o professor mediador irá levantar dos alunos, as áreas de aplicação da nanotecnologia, indagando em quais produtos já há a utilização de conhecimentos das nanociências. Nesta aula também, será realizado diante dos alunos o Experimento 02 – Areia Grossa e Areia Fina, cujo roteiro de experimentação encontra-se na Tabela 02, abaixo. Com esse experimento pretende-se possibilitar a compreensão aos alunos de que o motivo da areia fina, ter retido mais água está no fato de suas partículas serem bem menor do que as partículas da areia grossa. Com isso, apesar de o volume de areia tanto grossa como fina ser o mesmo, a superfície total dos grãos de areia fina é maior do que a superfície total dos grãos da areia grossa. E considerando que a água não penetra nos grãos de areia, mas fica adsorvida à superfície destes, então, a areia fina que possui uma área superficial total maior, do que da areia grossa irá reter mais água. E reforçar, que este é um dos princípios da nanotecnologia, utilizados na indústria farmacêutica, por exemplo, na administração de fármacos para combater determinadas doenças.

A Tabela 03, apresenta o roteiro de experimentação 02, a ser seguido:

Tabela 03 - Roteiro de experimentação 02.

Experimento 02 – Areia Grossa e Areia Fina	
Materiais:	200 g de areia fina, 200 g de areia grossa, 04 Copos de vidro, peneira, papel/filtro, água, recipiente de plástico com medida em ml, régua de 30 cm.
Procedimento experimental:	<p>1º - Colocar areia grossa no recipiente de plástico até a altura de 200 ml.</p> <p>2º - Despejar o conteúdo de areia grossa medida, em um copo de vidro.</p> <p>3º - Colocar areia fina no recipiente de plástico até a altura de 200 ml.</p> <p>4º - Despejar o conteúdo de areia fina medida, em um copo.</p> <p>5º - Encher completamente com água, os dois copos, tanto o contendo areia grossa, como o contendo areia fina.</p>

	<p>6° - Colocar um papel filtro sobre a peneira e despejar a água do copo contendo areia grossa, depositando a água que passar pelo filtro em outro copo.</p> <p>7° - Colocar um outro papel filtro sobre a peneira e despejar a água do copo contendo areia fina, depositando a água que passar pelo filtro em outro copo.</p> <p>8° - Observar a altura medida da água com a régua de 30cm, nos dois últimos copos que receberam a água que passou pelo filtro.</p>
--	---

Fonte: O autor.

As imagens das Fotos 12, 13, 14 e 15 e 16; apresentam a sequência de procedimentos segundo o roteiro de experimentação 02:

Foto 12 - Organização do experimento 02



Fonte: O autor.

Foto 13 – Copos com areia preenchidos com água.



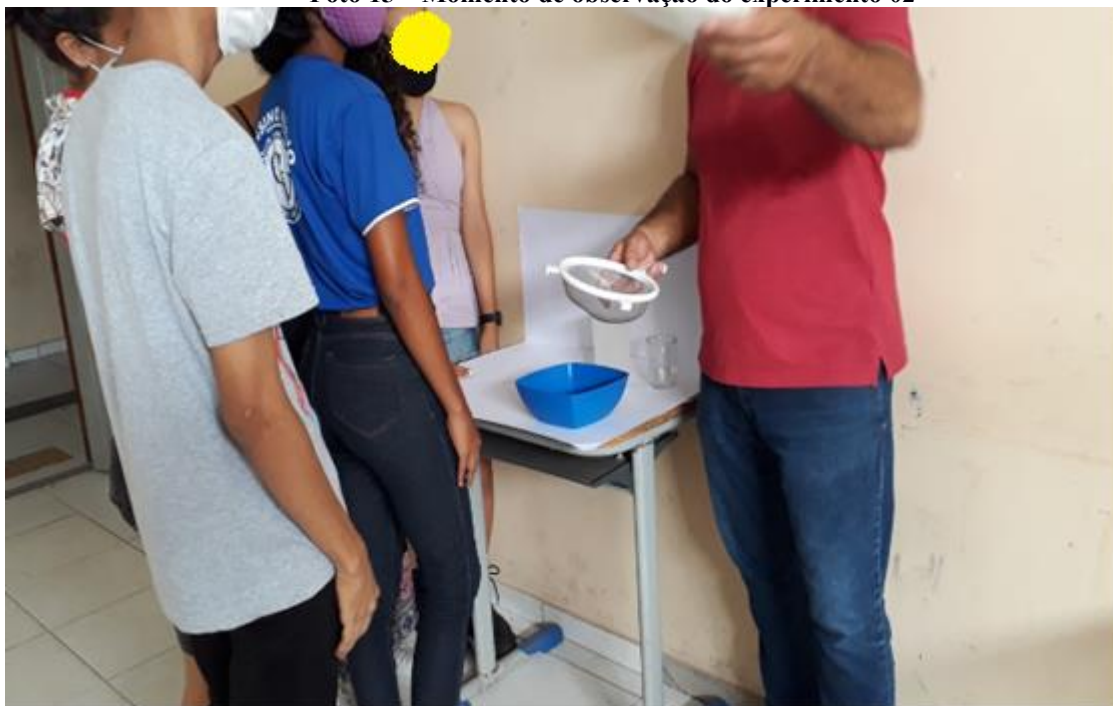
Fonte: O autor.

Foto 14 – Filtragem da água.



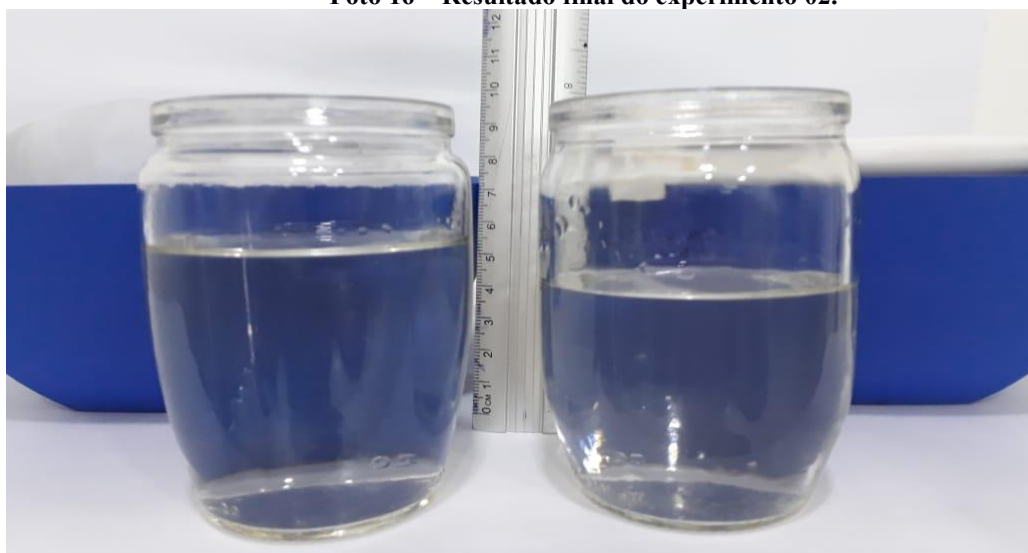
Fonte: O autor.

Foto 15 – Momento de observação do experimento 02



Fonte: O autor.

Foto 16 – Resultado final do experimento 02.



Fonte: O autor.

Durante a realização do experimento 02 deve-se informar aos alunos que a observação do experimento é de suma importância, pois serão desafiados a explicar: **o motivo pelo qual a água do copo que passou pela areia fina ter ficado com um volume menor do que a água do copo que passou pela areia grossa.** Solicitar que os alunos registrem suas respostas.

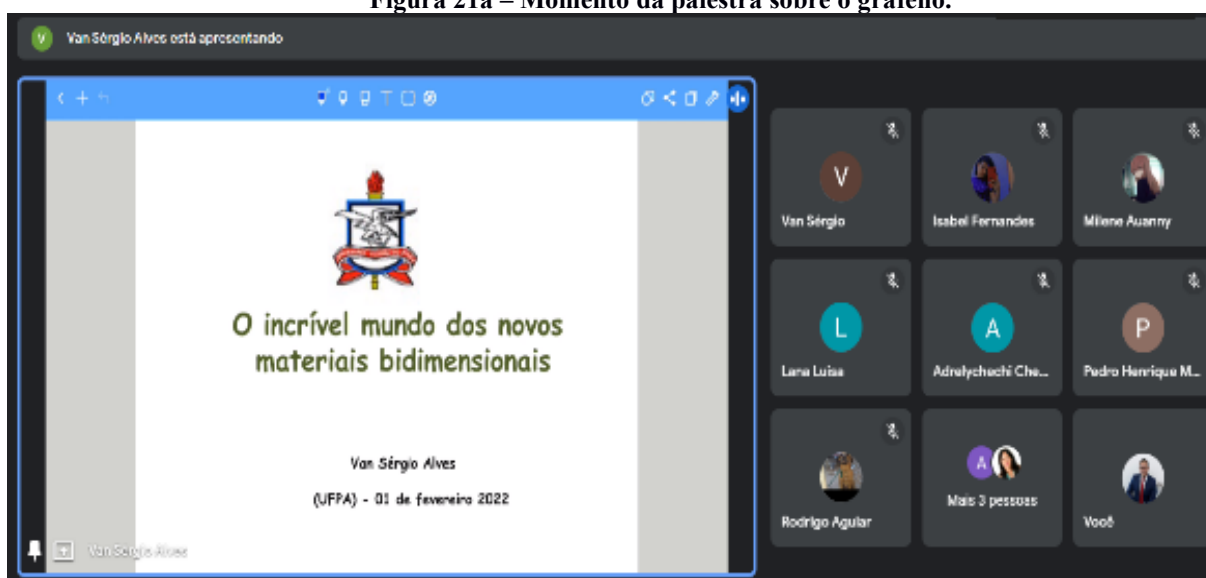
Aula 05- Nesta aula, após os alunos terem assistido aos vídeos 10 (Tempo 14:37 minutos), 11 (Tempo 8:29 minutos) e 12 (Tempo 8:22 minutos), o professor mediador conduzirá a discussão no sentido de enfatizar os conhecimentos sobre o grafeno, que se trata de uma nova variedade de carbono com estrutura muito parecida com a do grafite, porém constituído por apenas uma camada de átomos de carbono interligados por ligações covalentes formando hexágonos. Que as propriedades físicas desse material são muito diferentes das outras variedades alotrópicas do carbono como o grafite, o diamante e o carbono amorfo. Que por este motivo, o torna um material muito interessante em muitas aplicações tecnológicas por aliar baixa densidade com excepcionais qualidades mecânicas e elétricas; bem como, apresentar algumas das aplicações deste material. Em seguida, o professor mediador, tecerá comentários sobre a elaboração de mapas conceituais, preparando os alunos, para que no próximo encontro, possam praticar a construção de mapas conceituais sobre o que aprenderam a respeito de Nanociência e Nanotecnologia.

Aula 06- Com esta aula/encontro, pretende-se possibilitar aos alunos por meio de uma palestra/entrevista com um profissional da área, um pesquisador da região, compreender como são desenvolvidos os estudos na área de nanociência, em especial, relacionadas ao Grafeno.

Logo após a palestra, orientar os alunos que se dividam em grupos, no sentido de apresentar por meio de Mapas Conceituais, aquilo que conseguiram apreender sobre Nanociência e Nanotecnologia ao longo de toda a intervenção metodológica.

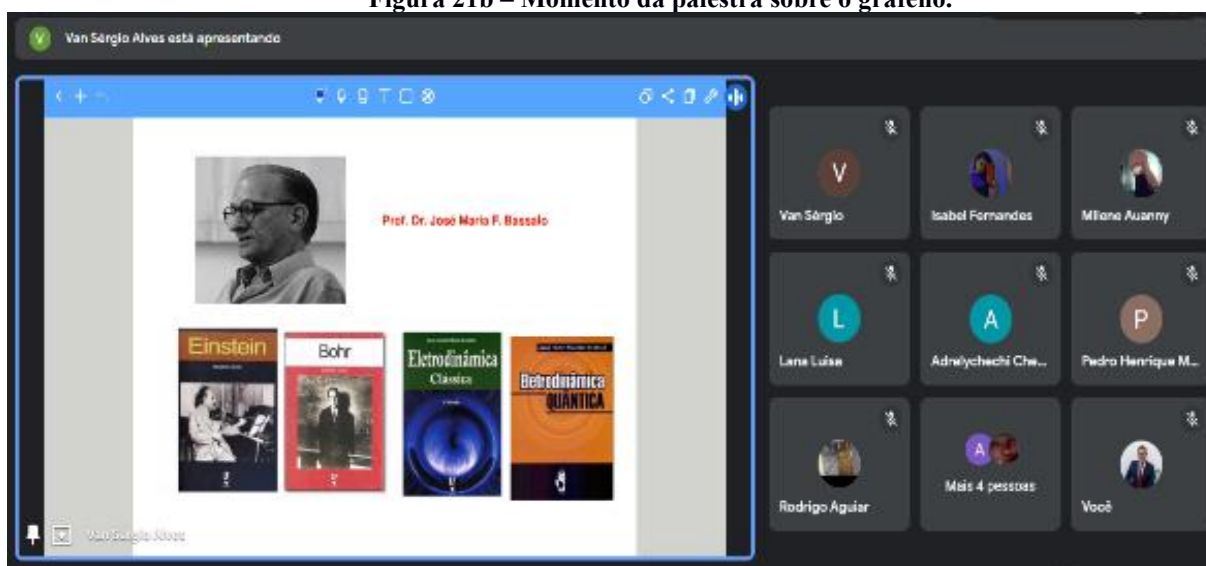
As imagens 21a e 21b, são prints do momento da palestra/entrevista.

Figura 21a – Momento da palestra sobre o grafeno.



Fonte: O autor.

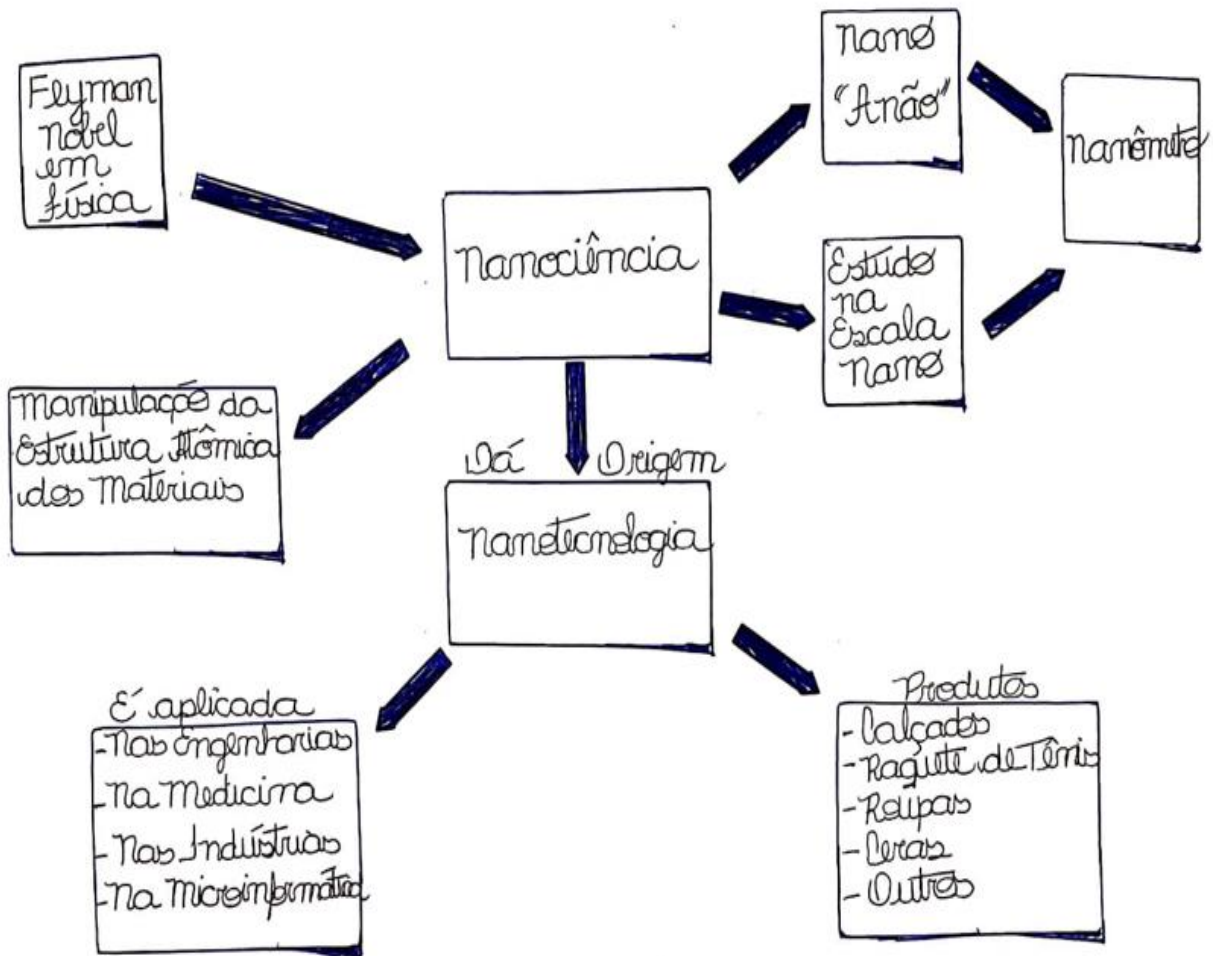
Figura 21b – Momento da palestra sobre o grafeno.



Fonte: O autor.

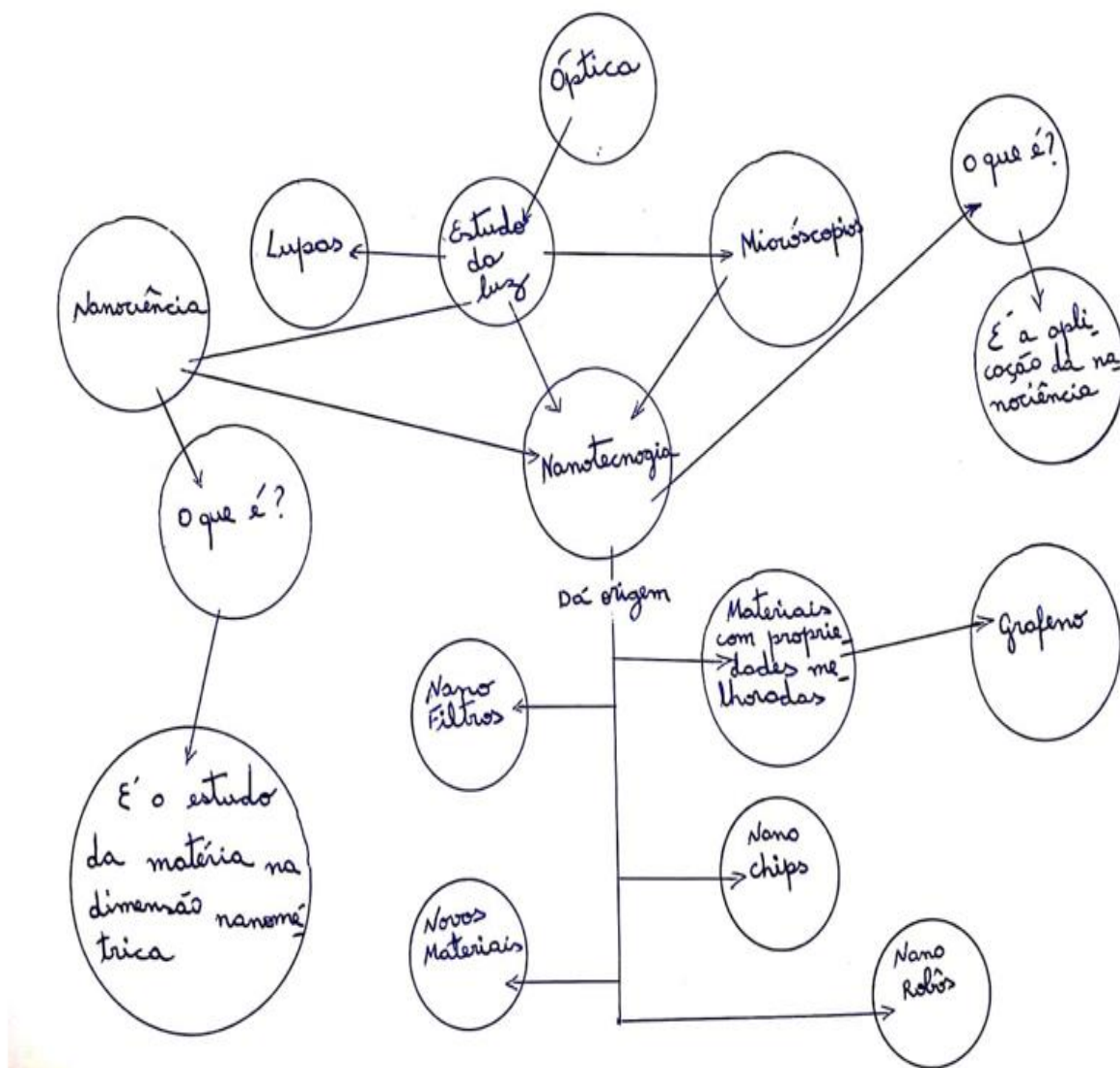
Nas das Fotos 22, 23 e 24, a seguir, apresenta-se alguns mapas conceituais produzidos pelos grupos em sala de aula:

Foto 22 – Mapa conceitual produzido pelo grupo X.



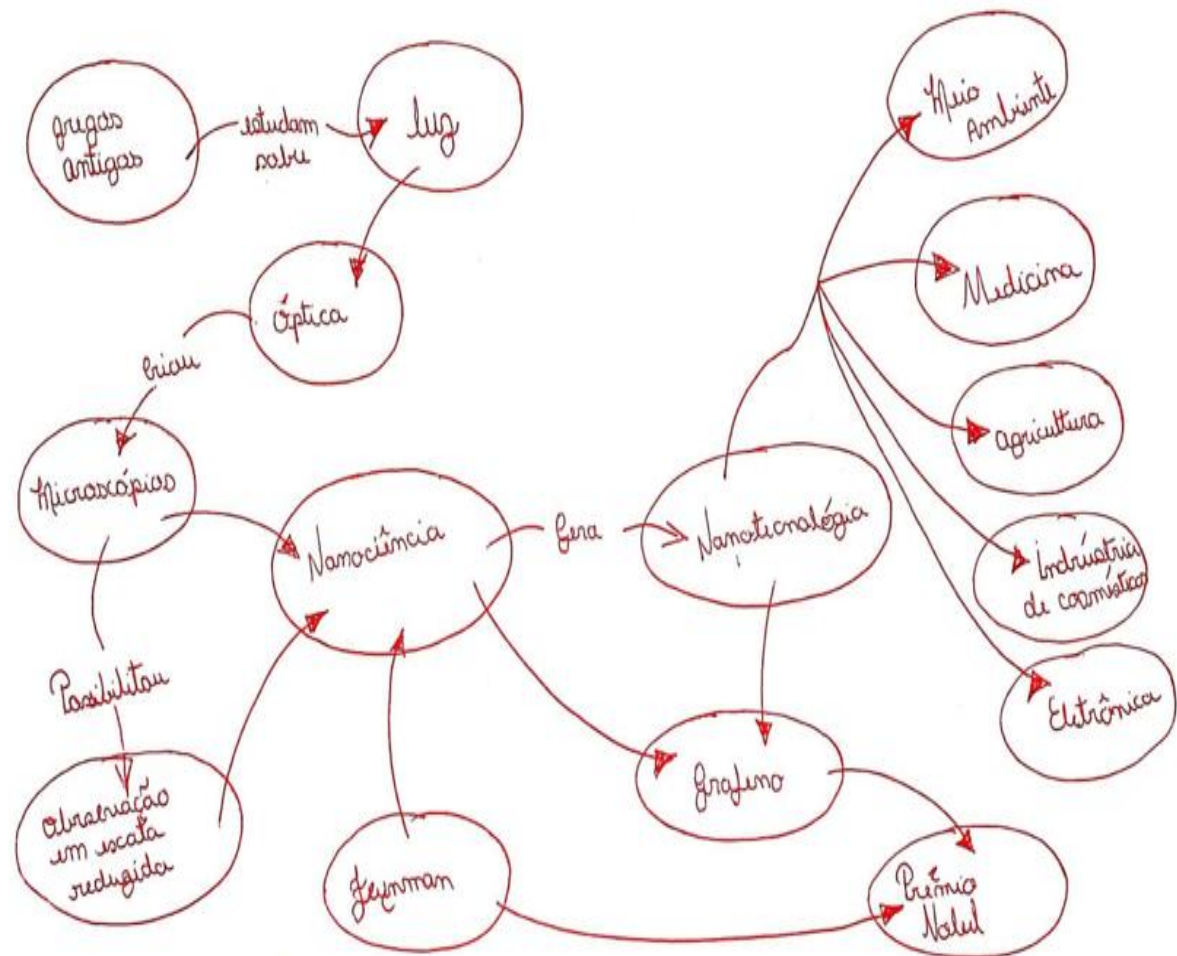
Fonte: O autor.

Foto 23 – Mapa conceitual produzido pelo grupo Y.



Fonte: O autor.

Foto 24 – Mapa conceitual produzido pelo grupo Z.



Fonte: O autor.

3. INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO

Devem ser utilizados dois Formulários do Google Forms, os quais os alunos responderão remotamente. Sendo que o Questionário 01 (em anexo) deve ser respondido antes da implantação da proposta de intervenção e o Questionário 02 (em anexo) respondido após a referida implementação. Justamente, para que se possa fazer um quadro comparativo entre os resultados de ambos os questionários a fim de se verificar a aprendizagem dos alunos. Ressalta-se que durante a implementação da proposta de intervenção metodológica, a aprendizagem dos alunos também deve ser verificada ao longo de todo o processo, de forma oral, pela exposição da compreensão demonstrada durante os debates em sala de aula, bem como por meio de registros da compreensão do entendimento a respeito dos experimentos realizados. Também foi proposto aos alunos, antes de responderem ao Questionário 02, a elaboração de um mapa conceitual em torno do que aprenderam sobre Nanociência e Nanotecnologia ao longo das aulas do período das 06 aulas/encontros.

ANEXO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Questionário 01



QUESTIONÁRIO 01

Responda a este questionário sem fazer consulta na internet ou a alguma outra pessoa.

E-mail *

E-mail válido

Este formulário está coletando e-mails. [Alterar configurações](#)

01-Você acha possível observar átomos ou moléculas? *

- a) Sim.
- b) Não.

02-O diamante é uma pedra preciosa valiosíssima, já o grafite possui um valor econômico baixo comparado ao diamante. Você acha que existe alguma relação entre o diamante e o grafite? *

- a) Sim.
- b) Não.
- c) Não sei dizer, se há ou não relação.

03-Você sabe o que é um nanômetro? *

- a) Sim.
- b) Não.
- c) Já ouvi falar, mas não sei exatamente do que se trata.

04-Você saberia dizer quanto mede um nanômetro? *

- a) É maior que um metro.
- b) É dez vezes menor que um metro.
- c) É cem vezes menor que um metro.
- d) É mil vezes menor que um metro.
- e) É dez mil vezes menor que um metro.
- f) É cem mil vezes menor que um metro.
- g) É um milhão de vezes menor que um metro.
- h) É um bilhão de vezes menor que um metro.
- i) Não sei dizer.

05-Você sabe o que é nanociência? *

- a) Sim.
- b) Não.
- c) Já ouvi falar, mas não sei exatamente do que se trata.

06-Você sabe o que é nanotecnologia? *

- a) Sim.
- b) Não.
- c) Já ouvi falar, mas não sei exatamente do que se trata.

07-Você acha que existe alguma relação entre a nanotecnologia e a ciência? *

- a) Sim.
- b) Não.
- c) Não sei dizer, se há ou não relação.

08- Você saberia dizer se a nanotecnologia está presente no seu dia a dia? *

- a) Sim.
- b) Não.
- c) Não sei dizer, se está presente ou não.

09- Você saberia dizer em quais áreas a nanotecnologia pode ser aplicada? *

- a) Na área da informática.
- b) Na medicina.
- c) Na indústria têxtil.
- d) Na indústria alimentícia.
- e) Na indústria de cosméticos.
- f) No setor energético.
- g) Na área ambiental.
- h) No setor agrícola.
- i) Na construção civil.
- j) Em todas as áreas acima.
- k) Em nenhuma das áreas acima.
- l) Não sei dizer.

10- Você saberia dizer se a nanotecnologia é prejudicial para a sociedade? *

- a) É prejudicial.
- b) Não é prejudicial.
- c) Não sei dizer, se é prejudicial ou não.

Questionário 02



QUESTIONÁRIO 02

Descrição do formulário

E-mail *

E-mail válido

Este formulário está coletando e-mails. [Alterar configurações](#)

01- Você acha possível observar átomos ou moléculas? *

- a) Sim.
- b) Não.

02- O diamante é uma pedra preciosa valiosíssima, já o grafite possui um valor econômico baixo comparado ao diamante. Você acha que existe alguma relação entre o diamante e o grafite? *

- a) Sim.
- b) Não.
- c) Não sei dizer, se há ou não relação.

03-Você sabe o que é um nanômetro? *

- a) Sim.
- b) Não.
- c) Já ouvi falar, mas não sei exatamente do que se trata.

04-Você saberia dizer quanto mede um nanômetro? *

- a) É maior que um metro.
- b) É dez vezes menor que um metro.
- c) É cem vezes menor que um metro.
- d) É mil vezes menor que um metro.
- e) É dez mil vezes menor que um metro.
- f) É cem mil vezes menor que um metro.
- g) É um milhão de vezes menor que um metro.
- h) É um bilhão de vezes menor que um metro.
- i) Não sei dizer.

05-Você sabe o que é nanociência? *

- a) Sim.
- b) Não.
- c) Já ouvi falar, mas não sei exatamente do que se trata.

06-Você sabe o que é nanotecnologia? *

- a) Sim.
- b) Não.
- c) Já ouvi falar, mas não sei exatamente do que se trata.

07-Você acha que existe alguma relação entre nanotecnologia e a ciência? *

- a) Sim.
- b) Não.
- c) Não sei dizer, se há ou não relação.

08-Você saberia dizer se a nanotecnologia está presente no seu dia a dia? *

- a) Sim.
- b) Não.
- c) Não sei dizer, se há ou não relação.

09-Você saberia dizer em quais áreas a nanotecnologia pode ser aplicada? *

- a)Na área da informática.
- b)Na medicina.
- c)Na indústria têxtil.
- d)Na indústria de alimentos.
- e)Na indústria de cosméticos.
- f)No setor energético.
- g)Na área ambiental.
- h)No setor agrícola.
- i)Na construção civil.
- j)Em toas as áreas acima.
- k)Em nenhuma das áreas acima.
- l)Não sei dizer.

10-Você saberia dizer se a nanotecnologia é prejudicial para a sociedade? *

- a)É prejudicial.
- b)Não é prejudicial.
- c)Não sei dizer, se é prejudicial ou não.