



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO  
AMAZONAS / UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
INSTITUTO/DEPARTAMENTO  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA  
POLO 04**

**CARLA CAROLINE MELGUEIRA DA SILVA**

**PRODUTO EDUCACIONAL DA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA  
PARA OS PONTOS QUÂNTICOS NO ENSINO MÉDIO**

**MANAUS-AM**

**2024**

**CARLA CAROLINE MELGUEIRA DA SILVA**

**PRODUTO EDUCACIONAL DA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA  
PARA OS PONTOS QUÂNTICOS NO ENSINO MÉDIO**

Este Produto Educacional compõem o trabalho de Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) - Polo 04 da Universidade Federal do Amazonas (UFAM) / Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. Orientadora: Prof. Dr.(a) Rita de Cássia Teixeira Mota de Oliveira.

**MANAUS-AM**

**2024**

---

**Biblioteca do IFAM – Campus Manaus Centro**

---

S586p Silva, Carla Caroline Melgueira da.  
Produto educacional da proposta de sequência didática para os pontos quânticos no ensino médio / Carla Caroline Melgueira da Silva. – Manaus, 2024.  
28 p. : il. color.

Produto educacional proveniente da dissertação - Uma proposta de sequência didática para os pontos quânticos no ensino médio (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física). – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, *Campus Manaus Centro*; Universidade Federal do Amazonas, 2024.

Orientadora: Profa. Dra. Rita de Cássia Teixeira Mota de Oliveira.

1. Ensino de física. 2. Pontos quânticos. 3. Sequência didática. I. Oliveira, Rita de Cássia Teixeira Mota de. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas. III. Universidade Federal do Amazonas. IV. Título.

CDD 570.03

## Sumário

1. APRESENTAÇÃO .....	4
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	5
3. APRESENTAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	7
3.1 Procedimentos metodológicos da intervenção .....	8
3.2 Caracterização das turmas .....	8
APÊNDICE 1 - QUESTIONÁRIO INICIAL .....	19
APÊNDICE 2 – ATIVIDADE SOBRE OS PONTOS QUÂNTICOS.....	20
APÊNDICE 3 – ATIVIDADE DE FIXAÇÃO SOBRE OS PONTOS QUÂNTICOS.....	21
APÊNDICE 4 - QUESTIONÁRIO FINAL.....	22
APÊNDICE 5 - Questionário Avaliador – Jogo Show do Milhão dos QDs .....	23
4. JOGO DO SHOW DO MILHÃO SOBRE OS QDS .....	24
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	30

## **1. APRESENTAÇÃO**

Estimado professor de Física, construí este produto educacional objetivando contribuir para o ensino da Física, em especial para o Ensino de Física Quântica. Alguns temas da Física Quântica que não são explanados na 3ª série do Ensino Médio como a dualidade onda-partícula, o efeito fotoelétrico, a nanotecnologia, os pontos quânticos, entre outros. Vários desses temas poderiam ser explanados de uma forma mais interessante pelo professor de Física utilizando as suas aplicações tecnológicas desses temas no cotidiano do aluno. Diante disso, sentiu-se a necessidade de elaborar um produto educacional para auxiliar os professores de Física que gostariam de trabalhar o tema os pontos quânticos com os seus alunos, neste produto educacional será apresentado uma sequência didática simples que poderá ser aplicada por qualquer professor, desde que ele aborde a parte conceitual primeiramente com estes discentes, pois a maioria deles não chegou a estudar sobre os assuntos da Física Quântica no Ensino Médio. Também será apresentado o jogo Show do Milhão dos QDs, que é um jogo digital sobre o tema os pontos quânticos e suas aplicações, este jogo foi confeccionado no software Microsoft Power Point, com várias animações e sons, onde foram aproveitados alguns recursos deste software para que esse jogo digital ficasse parecido com um jogo comercial. Este jogo digital foi confeccionado com o intuito de fixar as informações que foram passadas na sequência didática sobre os pontos quânticos e suas aplicações.

Espero que este produto educacional seja bastante útil aos meus colegas professores de Física, para o desenvolvimento de suas atividades docentes, principalmente para aqueles professores que sentem vontade de trabalhar com temas mais atuais da Física, como os pontos quânticos e queiram mostrar também as suas aplicações no cotidiano de seus alunos.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os pontos quânticos são nanocristais semicondutores, com tamanho geralmente da ordem entre 1 nm e 10 nm, dependendo do material. Devido à essa dimensão de tamanho, as propriedades dos pontos quânticos se diferem de um sólido com a mesma composição. Essa alteração nas propriedades se deve ao fenômeno do confinamento quântico conforme Mansur (2010).

A primeira utilização do termo ponto quântico aconteceu em 1986 no trabalho de Reed, *et al.*, 1986. Nanopartículas de semicondutores já vinham sendo estudadas anteriormente na forma de poços quânticos e fios quânticos. Desde então, a seleção de materiais e processos dessa tecnologia tem se desenvolvido.

Os pontos quânticos são nanocristais de um material semicondutor que existe em um regime de tamanho entre moléculas únicas e sólidos cristalinos em massa. Eles apresentam características interessantes porque o seu tamanho minúsculo produz uma nuvem de elétrons fisicamente confinada, um efeito conhecido como confinamento quântico. Como resultado de suas propriedades espaciais, eles estão sujeitos a uma diversidade de características ópticas, únicas e interessantes, fenômenos eletrônicos e químicos semelhantes a estes não são encontrados em outros materiais.

A dependência do tamanho desses fenômenos significa que eles podem ser controlados com facilidade ajustando a distribuição de tamanho de uma coleção de pontos quânticos. Com o passar dos anos mais métodos são desenvolvidos para sintetizar de forma confiável os tamanhos variáveis desses nanocristais, os pontos quânticos têm resíduos cada vez mais econômicos para óptica materiais. Essas qualidades únicas tornaram os pontos quânticos um material atraente para uma variedade de aplicações científicas e comerciais.

Os pontos quânticos apresentam muitas aplicações, tais como: em dispositivos emissores de luz (LEDs), em lasers, na computação quântica, em transistores, nas células solares, na biomedicina, em biosensores e para grupos catalíticos variados, sendo essa uma área ainda pouco estudada, conforme SANDRI *et al.* (2017).

Os pontos quânticos podem ser aplicados em várias áreas, porém vamos nos aprofundar somente em algumas áreas como a biotecnologia, nos computadores quânticos e na criptografia, na medicina, nos dispositivos lasers, entre outros, conforme os estudos de JÚNIOR (2017).

Biotecnologia – Os pontos quânticos de seleneto de cádmio absorvem fótons de luz ultravioleta e os emitem como fóton de luz visível. A cor do seu brilho muda de acordo com o seu tamanho, passando do vermelho para o azul conforme os pontos quânticos se tornam menores. Os cientistas estão interessados em utilizar os pontos quânticos porque eles duram muito mais tempo que os corantes convencionais utilizados para marcar moléculas, enquanto que os corantes convencionais duram apenas alguns segundos. Os pontos quânticos permitem a observação das moléculas por mais tempo, desta forma permitirá que os cientistas possam recolher mais informações das reações químicas e nas interações biológicas. Os QDs também são interessantes para aplicações na área de energia, pois eles produzem elétrons quando absorvem luz, permitindo assim a criação de células solares muito eficientes.

Computadores quânticos e na criptografia – Uma das áreas de pesquisa com os pontos quânticos tem o intuito de conseguir manipular os fótons individualmente. Pontos quânticos de arseneto de índio-gálio, que é um composto de fabricação fácil e que pode ser integrado com micro cavidades, que ampliam a captura dos fótons, foram utilizados para demonstrar a elaboração de fótons individuais em temperaturas muito acima das que haviam sido alcançadas atualmente. Os fótons são melhores manipulados em temperaturas ultra baixas, próximas do zero absoluto. O principal objetivo é sua aplicação na computação quântica e na criptografia. Nestas aplicações serão utilizados feixes de fótons controlados individualmente, cada um com estado quântico diferente. Esses QDs diferentes terão a forma de codificar as mensagens dentro dos feixes de luz. Desta forma torna-se impossível ler uma mensagem criptografada sem que se altere o feixe de luz, porém mesmo que ocorra uma tentativa de “quebra” desses dados criptografados, ocorrerá sem sucesso e poderá ser detectada.

Medicina – Os pontos quânticos também poderão ser aplicados no imageamento médico, estes podem ser injetados no paciente, em simultâneo com um equipamento externo, também contendo pontos quânticos que seria usado para rastrear os nano cristais no interior do corpo humano. Resultados parciais de várias pesquisas indicam que os pontos quânticos apresentam menos efeitos colaterais do que os contrastes químicos usados em conjunto com os raios-X.

Existem muitas pesquisas em andamento sobre os pontos quânticos, e essas nanopartículas já existem em produtos comercializados. Um exemplo é o dos televisores e monitores de computador com tela de nanocristais (também designada pela expressão em inglês *quantum dots display*), em que os pixels (pontinhos de luz existentes na tela) são produzidos com nanopartículas de CdSe em três tamanhos diferentes, especialmente escolhidos para que sejam pontos quânticos emissores de luz vermelha, verde e azul, com as quais todas demais cores vistas na tela podem ser compostas, segundo (AMABIS *et al.*, 2020).

Outro exemplo de aplicação dessas nanopartículas é em sensores de luz ambiente para sistemas que acendem lâmpada automaticamente ao anoitecer e as apagam ao amanhecer. Essas partículas apresentam condutividade elétrica que varia em função da luz nelas incidente. Nos sensores, existe um circuito elétrico que, em parte, é constituído de cristais de CdS. Quando amanhece o ambiente está bem iluminado, a condutividade elétrica da substância aumenta e isso é detectado pelo equipamento, que desliga as lâmpadas. O inverso ocorre ao anoitecer, conforme (AMABIS *et al.*, 2020).

### **3. APRESENTAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

Esta sequência didática será realizada em 5 aulas de 50 minutos cada. Em cada aula os alunos terão que participar de uma atividade proposta que contemple um conteúdo que esteja relacionado aos pontos quânticos e suas aplicações no desenvolvimento de novas tecnologias. Ao término desta sequência didática pretende-se que os alunos tenham adquirido conhecimento sobre o tema os pontos quânticos e suas aplicações no desenvolvimento de novas tecnologias, que é um tema atual da Física e pode ser aplicado em várias áreas, além da Física, como na Química, na Medicina, na Informática, etc. A escolha desse tema deveu-se ao fato deste ser um tema relativamente novo, que está relacionado com a produção de tecnologia, a tecnologia é uma área que desperta o interesse e a curiosidade dos alunos, esta área pode ajudar o professor a mostrar mais onde a Física pode ser aplicada no cotidiano do seu aluno, já que este tema pode ser aplicado não somente na Física, como em várias áreas, como na Química, na biotecnologia, na Medicina, na Informática, entre outros.

### **3.1 Procedimentos metodológicos da intervenção**

Esta sequência didática se constituiu de quatro etapas que são: 1ª etapa – nesta etapa será feita a apresentação do conteúdo que será abordado nas próximas aulas para os alunos, 2ª etapa – nessa etapa será aplicada uma avaliação diagnóstica para verificar se existe algum conhecimento prévio sobre este conteúdo, 3ª etapa – nessa etapa será feito o planejamento das atividades e sua execução com base nos resultados da avaliação diagnóstica, 4ª etapa – nessa etapa será feita uma exposição do conteúdo, de vídeos de curta duração sobre o tema, a leitura de textos formais e informais sobre o tema, 5ª etapa – nessa etapa serão propostas atividades para cada aula, além de se levar em consideração as dificuldades que foram encontradas através das respostas do questionário inicial, 6ª etapa – nesta etapa será feita uma avaliação do aprendizado dos alunos, por meio de um questionário final sobre o tema. 7ª etapa – nesta etapa será aplicado o jogo digital “Show do Milhão dos QDs” com a turma de alunos que participaram das aulas anteriores desta sequência didática. 8ª etapa – será aplicado o questionário avaliador do jogo digital “Show do Milhão dos QDs” com os alunos que participaram das aulas anteriores desta sequência didática.

### **3.2 Caracterização das turmas**

Os alunos que participaram desta sequência didática foram uma turma da 2ª série, composta por 44 alunos e com uma turma da 3ª série, composta por 44 alunos, ambas do turno matutino, da Escola Estadual Francisco das Chagas Souza de Albuquerque, dentre esses alunos observou-se que alguns apresentavam dificuldades de compreensão, abstração das formulações matemáticas, além de apresentarem dificuldades de enxergar onde estes conceitos e fenômenos físicos eram aplicados no cotidiano. Alguns alunos apresentavam mais habilidades para a área de ciências exatas, estes conseguiram se sobressair durante as atividades que foram propostas durante esta sequência didática e auxiliaram os demais colegas durante as atividades que foram desenvolvidas em dois grupos.

#### **O primeiro encontro – Aula 1**

Na aula inicial, no primeiro momento desta sequência didática o professor levará ao conhecimento dos discentes o conteúdo os pontos quânticos, explicará de forma breve o conceito destes e suas aplicações em diversas áreas de forma expositiva e dialogada

com o auxílio de um notebook, slides sobre o tema e um Datashow, para que os discentes possam ter uma noção do conteúdo que será abordado nesta sequência didática, já que provavelmente a maioria ou todos os discentes que participarão desta sequência não apresentam um conhecimento prévio sobre este conteúdo, pois este tema está incluído dentro da Física Quântica e esse tópico é um dos últimos a ser vistos na 3ª série do Ensino Médio, alguns alunos não tem a oportunidade de conhecer sobre os tópicos da Física Quântica no Ensino Médio.

Em seguida o professor pode fazer uma breve revisão sobre o tema “átomos”, depois ele pode fazer uma breve explicação sobre o tema os pontos quânticos de maneira expositiva dialogada com o auxílio de slides sobre o tema e um Datashow, para os alunos terem uma noção do tema que será abordado nesta sequência didática, em seguida será passado um vídeo educativo denominado “*What are Quantum Dots?*” que traduzindo para o português significa “O que são os Pontos Quânticos” com a duração de um minuto, esse vídeo do *YouTube* possui curta duração, nele será explicado brevemente o conceito dos pontos quânticos, como eles são produzidos e em quais áreas eles estão sendo aplicados atualmente, desta forma estes alunos terão uma noção do tema que será tratado nas próximas aulas, mesmo aqueles que nunca ouviram falar sobre este tema antes e poderão desenvolver as atividades que serão solicitadas pelo professor nas aulas seguintes.

No segundo momento desta primeira aula será passado um questionário inicial (diagnóstico) para os alunos sobre o tema os pontos quânticos e suas aplicações no desenvolvimento de novas tecnologias conforme o apêndice 1 na página 19 deste trabalho, para que respondam as perguntas abertas de acordo com os seus conhecimentos prévios ou que respondam de acordo com as informações iniciais sobre o tema que foi disponibilizado pela professora no primeiro momento da aula 1, durante o tempo de 30 minutos, os alunos que terminarem de responder ao questionário antes poderão entregar para a professor se desejarem.

## **O segundo encontro – Aula 2**

Na segunda aula, no primeiro momento será explicado com mais aprofundamento o conceito dos pontos quânticos e será feita uma breve explicação sobre as suas aplicações no desenvolvimento de novas tecnologias, com o auxílio de slides sobre este tema e um Datashow. No segundo momento desta aula será passado um vídeo do

*YouTube* denominado “*Quantum Dots*”, com duração de dois minutos, que explica sobre o conceito dos pontos quânticos, como ocorre o processo de fabricação dos pontos quânticos, onde estes podem ser aplicados, sobre o perigo de toxidades de alguns tipos de pontos quânticos e sobre algumas pesquisas que foram desenvolvidas falando sobre o perigo do nível de toxidade que alguns tipos de pontos quânticos podem trazer para alguns animais, como em camundongos e chimpanzés.

No segundo momento desta aula será passada uma atividade de caça-palavras sobre o conceito dos pontos quânticos, esse assunto foi abordado na aula 1, nesta atividade será abordado o conceito dos pontos quânticos e sobre as suas características, oito palavras importantes deste assunto foram grifadas em negrito para que os alunos pudessem encontrar estas palavras no caça-palavras, conforme é mostrado no apêndice 2 na página 20 deste trabalho.

### **O terceiro encontro – Aula 3**

Na terceira aula, no primeiro momento será mostrado como os pontos quânticos podem ser aplicados em diversas áreas como na biotecnologia, no desenvolvimento de computadores quânticos, na criptografia, na medicina, na produção de dispositivos lasers, na iluminação de estado sólido, no transistor quântico e em outras áreas, segundo JÚNIOR, J. (2007). No segundo momento desta aula será passado um vídeo do *YouTube* denominado “*Samsung QLED TV com tela de Pontos Quânticos*” com a duração de um minuto e cinquenta e oito segundos, que é um exemplo da aplicação dos pontos quânticos que os alunos podem encontrar no seu cotidiano.

No terceiro momento serão formadas várias equipes com no máximo cinco alunos, em seguida serão distribuídos três artigos científicos e matérias de sites sobre tecnologia, que abordam as aplicações dos pontos quânticos em diferentes áreas, esses materiais foram distribuídos impressos para os alunos fazerem a sua leitura, será dado o tempo de 30 minutos para que os mesmos realizem a leitura destes artigos, façam as suas anotações e formem uma opinião baseada nas leituras desses artigos e dessas notícias, com base nas informações que foram passadas nas aulas anteriores. No terceiro momento desta aula, após os discentes terem feito a leitura desses artigos, será realizada uma roda de conversa, onde os discentes poderão expor o que aprenderam com a leitura desses artigos, o que acharam interessante neste tema, quais as aplicações deste tema

chamou a atenção deles, enfim o que aprenderam estudando sobre este tema e os mesmos responderam uma atividade de fixação sobre os pontos quânticos, que se encontra no apêndice 3 na página 21 deste trabalho.

#### **Quarto encontro – Aula 4**

Na quarta aula, no primeiro momento os alunos que participaram desta sequência responderam um questionário final com cinco perguntas abertas e fechadas acerca dos assuntos abordados nesta sequência didática, sobre os vídeos que foram passados sobre este tema, sobre o que foi comentado na roda de conversa e sobre as informações que foram aprendidas no debate sobre as vantagens e desvantagens da utilização da TV de pontos quânticos em relação à TV OLED, o questionário final se encontra em anexo no apêndice 4 na página 22 deste trabalho. O objetivo deste questionário é verificar o conhecimento que foi adquirido nas aulas expositivas dialogadas sobre os temas abordados nesta sequência didática, sobre os conhecimentos que foram adquiridos com os vídeos educativos e com as dinâmicas da roda de conversa e do debate que foram propostas na terceira e na quarta aula. No segundo momento desta aula, será feita uma análise das respostas dos alunos obtidas com o questionário final, para verificar quais foram os conhecimentos adquiridos sobre este tema e se houve uma evolução no processo de aprendizagem destes alunos após a aplicação desta sequência didática. A seguir será mostrado um quadro de distribuição das aulas, descrição geral e os recursos didáticos que foram utilizados durante a aplicação desta sequência didática e também serão mostradas algumas imagens da aplicação desta sequência didática nessa turma em diferentes momentos, na primeira parte da aplicação desta sequência didática os alunos estavam uniformizados com uma farda azul marinho e na segunda parte da aplicação os mesmos alunos dessa turma estavam uniformizados com uma farda amarela.

#### **Quinto encontro – Aula 5**

Na quinta aula, no primeiro momento o professor poderá perguntar se os alunos ainda lembram o conceito dos pontos quânticos e onde eles podem ser aplicados. Em seguida se o professor quiser poderá explicar de forma breve o conceito dos pontos quânticos e as suas principais aplicações no cotidiano atualmente. No segundo

momento, o professor pode apresentar em seu próprio notebook ou pode levar os seus alunos para o laboratório de informática da Escola, para apresentar o jogo digital “Show do Milhão dos QDs”, este jogo digital foi criado para ser aplicado nesta sequência didática e possui um intuito de auxiliar na fixação dos conteúdos que foram apresentados nesta abordagem, por meio deste jogo digital o professor pode observar quais informações sobre os pontos quânticos os alunos conseguiram assimilar. E no terceiro momento desta aula foi passado para os alunos desta turma um questionário avaliador do jogo digital “Show do milhão dos QDs” que se encontra no apêndice 5 na página 25 deste trabalho, para que os mesmos pudessem avaliassem este jogo digital sobre os pontos quânticos, que criado para esta abordagem.

A seguir será mostrada uma tabela com a descrição das atividades que foram desenvolvidas nesta sequência didática, com a descrição das atividades que foram desenvolvidas durante as cinco aulas e os recursos didáticos que foram utilizados durante a aplicação desta sequência didática e os recursos didáticos que foram utilizados durante a aplicação desta sequência didática e também serão mostradas algumas imagens da aplicação desta sequência didática nesta turma em diferentes momentos, as primeiras fotos são de quando essa turma estava na 2ª série no ano de 2022, nessas fotos os alunos estão uniformizados com uma farda azul marinho conforme pode ser observado nas figuras 1, 2, 3 e 4 na página 15 deste trabalho e as últimas fotos apresentam essa mesma turma já na 3ª série no ano de 2023, nessas fotos os alunos estão uniformizados com uma farda amarela, conforme pode ser observado nas figuras 5, 6, 7, 8, 9 e 10 na página 16 deste trabalho.

Tabela 1 - Descrição das atividades desenvolvidas nesta sequência didática

<b>Título:</b>	UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA OS PONTOS QUÂNTICOS NO ENSINO MÉDIO	
<b>Público Alvo</b>		
<b>Caracterização dos Alunos</b>	<b>Caracterização da Escola</b>	<b>Caracterização da Comunidade Escolar</b>
Alunos da 2ª e 3ª Série do Ensino Médio.	-	-
<b>Problematização:</b>	Como fazer uma transposição didática do tema os Pontos Quânticos com poucos recursos didáticos disponíveis para uma turma de Ensino Médio de uma escola pública de Manaus?	
<b>Objetivo Geral:</b>	Propor o desenvolvimento de uma sequência didática sobre os	

Pontos Quânticos e suas aplicações no desenvolvimento de novas tecnologias para alunos de diferentes séries do Ensino Médio de uma escola pública de Manaus.			
Metodologia de Ensino			
Aulas	Objetivos Específicos	Conteúdo	Dinâmica das Atividades
1	Apresentar o conceito dos Pontos Quânticos	Conceito sobre os Pontos Quânticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Breve apresentação do conceito sobre os pontos quânticos;</li> <li>• Em seguida foi passado o vídeo do <i>YouTube</i> denominado “<i>What are Quantum Dots?</i>”;</li> <li>• Depois foi distribuído para os alunos um questionário diagnóstico com quatro perguntas abertas para verificar a existência ou não dos conhecimentos prévios dos alunos sobre os pontos quânticos e suas aplicações nas tecnologias atuais.</li> </ul>
2	Apresentar o conceito dos Pontos Quânticos de forma mais aprofundada e algumas de suas aplicações	Conceito dos pontos e suas aplicações	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação do conceito sobre os pontos quânticos e suas aplicações de forma expositiva e dialogada com o auxílio de slides sobre o tema, um notebook e um Datashow;</li> <li>• Em seguida foi passado um vídeo do <i>YouTube</i> sobre o tema denominado “<i>Quantum Dots</i>”;</li> <li>• Depois foi passada uma Atividade de caça-palavras sobre os pontos quânticos.</li> </ul>

3	Apresentar algumas das aplicações dos Pontos Quânticos em diferentes áreas, como na biotecnologia, no desenvolvimento do computador quântico, na criptografia, na medicina, nos dispositivos lasers, entre outros.	Aplicações dos Pontos Quânticos em diferentes áreas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação de algumas aplicações dos pontos quânticos de forma expositiva e dialogada com o auxílio de slides sobre o tema, um notebook e um Datashow;</li> <li>• Em seguida foi passado um vídeo do <i>YouTube</i> denominado “<i>Samsung QLED TV com tela de Pontos Quânticos</i>”;</li> <li>• Depois o professor pediu para os alunos se dividirem em equipes de 4 ou 5 alunos, após isso serão distribuídos três artigos científicos, um texto sobre este tema de um livro didático do Ensino Médio e uma matéria sobre as TVs com telas de QDs para os alunos será disponibilizado um tempo de 20 minutos para que os mesmos possam fazer a leitura desses materiais;</li> <li>• Por último foi realizada uma roda de conversa sobre os pontos quânticos e suas aplicações em diferentes áreas, os alunos puderam dividir com os colegas o que aprenderam nas aulas anteriores, com os vídeos que foram passados e com a leitura desses artigos, do texto do livro didático e da matéria do site de tecnologia sobre este tema.</li> </ul>
4	Verificar os	Aplicação do	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Questionário final</li> </ul>

	conhecimentos que foram aprendidos sobre os Pontos Quânticos pelos alunos	Questionário Final referentes às atividades que foram desenvolvidas durante as aulas anteriores	<p>com cinco perguntas abertas e fechadas sobre os pontos quânticos e suas aplicações em várias áreas, o tempo de duração desta atividade foi de 30 minutos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Em seguida, foi feita a análise das respostas obtidas com o questionário final, será observado o que os discentes aprenderam sobre este tema e se houve uma evolução no processo de aprendizagem destes alunos.</li> </ul>
5	Apresentar o jogo digital Show do Milhão dos QDs	Apresentação do Jogo digital do Show do Milhão dos QDs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O docente fez várias perguntas sobre os pontos quânticos, com o intuito de verificar se os mesmos absorveram algumas informações sobre o tema desta sequência didática.</li> <li>• Em seguida, o professor apresentou o jogo digital “<i>Show do Milhão dos QDs</i>”, depois os alunos jogaram o jogo digital sobre os QDs, os alunos podem ser divididos em duplas ou trios para utilizarem o jogo, cada aluno jogará uma vez, quem acertar as 4 perguntas do jogo primeiro será o ganhador;</li> <li>• Depois os alunos</li> </ul>

			responderam um questionário avaliador sobre o jogo digital “ <i>Show do Milhão dos QDs</i> ”, para saber qual a opinião dos alunos sobre este jogo.
<b>Avaliação:</b>	Avaliar os questionários e atividades avaliativas que foram propostas nas aulas desta sequência didática e a interação dos estudantes com o jogo digital “ <i>Show do Milhão dos QDs</i> ”.		
<b>Bibliografia:</b>	<b>Referencial Teórico:</b>	Guimarães e Giordan (2013); Delizoicov e Angotti (1990);	
	<b>Material Utilizado:</b>	Computador; Datashow; Slides sobre o tema os Pontos Quânticos, questionários e atividades impressas, artigos científicos, textos e matérias sobre o tema impressos e o Jogo digital Show do Milhão dos QDs.	

Fonte: Adaptada de Guimarães e Giordan (2013).

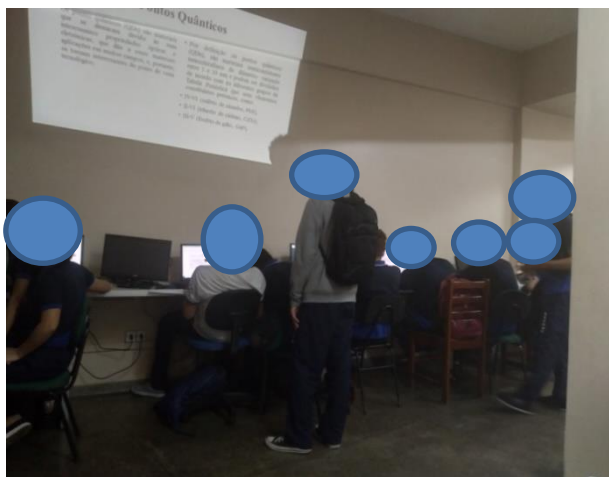


Figura 1: Aplicação da Sequência Didática na turma da 2ª Série do Ensino Médio – Aula 01. Fonte: Acervo Pessoal.



Figura 2: Aplicação da Sequência Didática na turma da 2ª Série do Ensino Médio – Aula 02. Fonte: Acervo Pessoal.



Figura 3: Aplicação da Sequência Didática na turma da 2ª Série do Ensino Médio – Aula 03. Fonte: Acervo Pessoal.



Figura 4: Aplicação da Sequência Didática na turma da 2ª Série do Ensino Médio – Aula 04. Fonte: Acervo Pessoal.

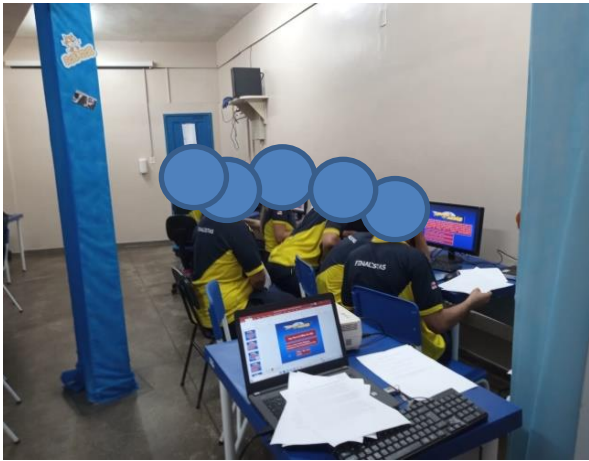
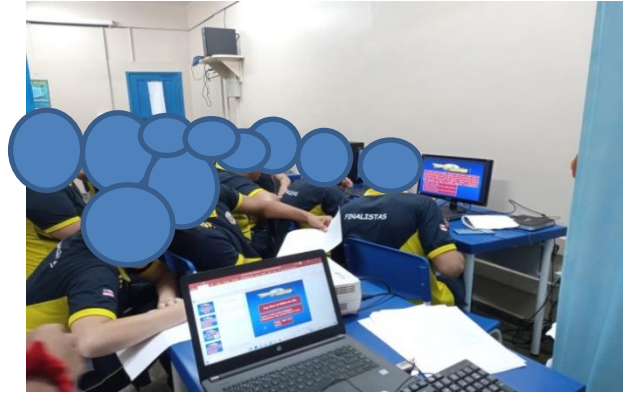


Figura 5: Orientações sobre o Jogo digital Show do Milhão dos QDs na aula 05. Fonte: Acervo Pessoal.



Figura 6: Aplicação do Jogo digital Show do Milhão dos QDs na aula 05. Fonte: Acervo Pessoal.



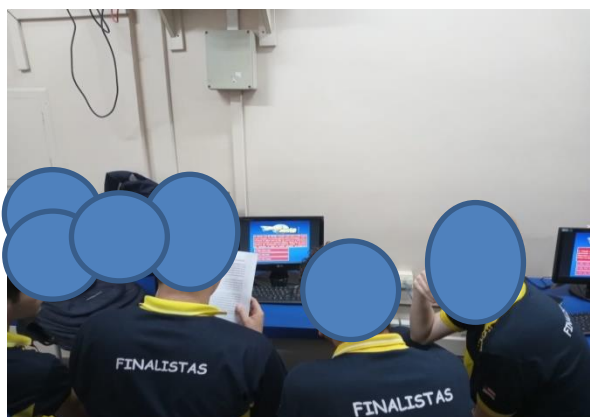


Figura 9: Alunos jogando o jogo digital Show do Milhão dos QDs e respondendo ao questionário avaliador do jogo. Fonte: Acervo Pessoal.



Figura 10: Alunos interagindo durante a aplicação do jogo digital Show do Milhão dos QDs. Fonte: Acervo Pessoal.

Nesta sequência didática foram produzidas várias atividades sobre o tema abordado, além da elaboração de um jogo do Show do Milhão sobre os QDs, que teve o intuito de fixar as informações sobre este tema. As atividades e os questionários propostos sobre este tema serão apresentados a seguir neste produto educacional:

## APÊNDICE 1 - QUESTIONÁRIO INICIAL

1) Você já tinha ouvido falar antes sobre os pontos quânticos?

---

---

---

2) De acordo com as informações iniciais que foram passadas sobre os pontos quânticos, você consegue explicar o que são os pontos quânticos?

---

---

---

3) De acordo com as informações iniciais que foram passadas, você saberia dizer onde os pontos quânticos podem ser aplicados?

---

---

---

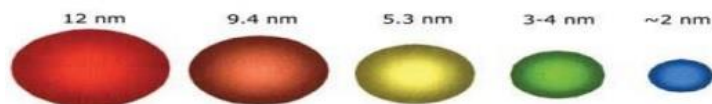
4) De acordo com os seus conhecimentos, você saberia dizer quais são as vantagens e as desvantagens de utilizar os pontos quânticos?

---

---

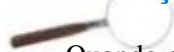
---

---



## APÊNDICE 2 – ATIVIDADE SOBRE OS PONTOS QUÂNTICOS

### CAÇA-PALAVRAS – A FÍSICA DOS PONTOS QUÂNTICOS



Quando os **elétrons** estão confinados em uma pequena região do espaço, eles só podem existir em determinados estados de energia, fenômeno conhecido como quantização da energia. Esse fenômeno foi observado primeiramente em **átomos**, por volta do século XIX, e, posteriormente em outros sistemas.

Existe uma tendência natural de os elétrons de uma amostra de matéria ocuparem os níveis mais baixos de energia possíveis. Se um elétron absorve quantidade adequada de energia, seu estado energético se altera para um nível quântico de maior energia, processo denominado excitação eletrônica. Um elétron excitado pode emitir energia – como **luz visível**, **ultravioleta** ou **infravermelho** – e retornar ao estado inicial de energia mais baixa. Caso a energia seja emitida como luz visível, a amostra apresentará luminosidade colorida observável.

A dependência dos níveis eletrônicos de energia com o tamanho da **nanopartícula** é observável em uma faixa de poucos nanômetros com algumas substâncias semicondutoras. As nanopartículas desses materiais que emitem luz visível no retorno dos elétrons excitados são conhecidos como **pontos quânticos**, também denominados de **quantum dots**. Exemplos de substâncias que formam pontos quânticos são sulfeto de cádmio (CdS), seleneto de cádmio (CdSe), sulfeto de zinco (ZnS), sulfeto de chumbo (PbS), fosfeto de índio (InP) e arseneto de índio (InAs).

**A partir do texto acima, responda o caça-palavras abaixo utilizando as palavras grifadas no texto.**

N L U Z V I S I V E L O V G G O A A  
 U D P S O C I T N A U Q S O T N O P  
 V A O O P S U T O C S C H N E C I E  
 I D N U H T S M G D O N D C A S E I  
 P W A V W E H I O S M M O X T E I W  
 O O E N E S A R O S O U S R N T P A  
 C T R H S U E D A T T E T D T P M B  
 H C O H L E M R E V A R F N I E O W  
 I R T X A S A O U R O R V D A H L L  
 N A P H I N R N M U N O E K O U A E  
 I E A L U C I T R A P O N A N A Q A  
 R L A B N N U L T R A V I O L E T A

Fonte: AMABIS, J. M. et. al; **Moderna Plus: ciências da natureza e suas tecnologias**. 1ª ed. São Paulo: Moderna, 2020.

### APÊNDICE 3 – ATIVIDADE DE FIXAÇÃO SOBRE OS PONTOS QUÂNTICOS

1) Os pontos quânticos variam de acordo com o seu tamanho e luminescência. De acordo com as informações que foram mostradas nesta sequência didática, marque com um (X) qual seria a ordem correta das cores dos pontos quânticos de acordo com o espectro eletromagnético?

- a) Azul, vermelho, verde, amarelo;
- b) Azul, verde, amarelo, vermelho;
- c) Azul, verde, vermelho, amarelo;

2) Marque com um (X) a alternativa correta que apresenta as tecnologias que podem ser produzidas através da utilização dos pontos quânticos:

- a) Biotecnologia, raio X, transistores;
- b) Tv de QDs, LEDs, biosensores;
- c) Tv OLED, lasers, computação quântica;

3) Assim como os pontos quânticos podem trazer vantagens, eles também podem desvantagens, como a toxicidade de alguns tipos de QDs. De acordo com as informações que foram passadas nesta sequência didática, alguns tipos de pontos quânticos são considerados eco-amigáveis, marque com um (X) na alternativa que apresenta os tipos de pontos quânticos eco-amigáveis:

- a) PbS, CdTe, GaP;
- b) ZnO; ZnS; CdZnS;
- c) SiO<sub>2</sub>; ZnS; ZnO;

4) Conforme as leituras dos artigos científicos, das matérias sobre as aplicações dos pontos quânticos e das informações que foram compartilhadas com os demais colegas na roda de conversa da aula 03, relate as informações mais interessantes sobre este tema que você observou durante esta sequência didática:

---

---

---

## APÊNCICE 4 - QUESTIONÁRIO FINAL

1) De acordo com as informações que foram passadas sobre os pontos quânticos, nesta sequência didática, você consegue explicar o que são os pontos quânticos?

---

---

---

2) De acordo com os conceitos que foram explicados nesta sequência didática, você saberia dizer em quais áreas os pontos quânticos podem ser aplicados?

---

---

---

3) De acordo com os conceitos que foram explicados nesta sequência didática, você saberia dizer quais são as vantagens e as desvantagens em se utilizar os pontos quânticos?

---

---

---

---

4) Os pontos quânticos são um dos temas não convencionais da Física que estão relacionados com a produção de novas tecnologias, você considera importante estudar sobre temas atuais da Física que são poucos abordados na sala de aula?

Sim ( ) Não ( ) Talvez ( ) Não sei ( )

5) Os pontos quânticos são uma das aplicações da nanotecnologia que apresentam várias pesquisas em andamento em diversas áreas como foi mostrado nesta sequência didática. Sendo assim, você considera importante que o professor explique assuntos que estejam relacionados com a produção de novas tecnologias, a influência delas na vida do ser humano e sobre o meio ambiente?

Sim ( ) Não ( ) Talvez ( ) Não Sei ( )

## APÊNDICE 5 - Questionário Avaliador – Jogo Show do Milhão dos QDs

1. O que você achou do Jogo Show do Milhão dos QDs?

Ruim ( )      Razoável ( )      Bom ( )      Ótimo ( )

2. Este jogo auxiliou você no processo de compreensão do tema os pontos quânticos?

Sim ( )      Não ( )      Não sei responder ( )

3. Como você avalia o jogo Show do milhão dos QDs para o ensino de Física?

Ruim ( )      Razoável ( )      Bom ( )      Ótimo ( )

4. Classifique de 1 a 5 o quanto você achou interessante este jogo?

5. Você gostaria que o seu professor de Física utilizasse mais jogos ou atividades diferenciadas como desta sequência didática para complementar as aulas tradicionais?

Sim ( )      Não ( )      Não sei responder ( )

#### 4. JOGO DO SHOW DO MILHÃO SOBRE OS QDS

Como produto educacional desta sequência didática sobre os pontos quânticos, criou-se o jogo Show do Milhão dos QDs, este jogo foi criado baseado no modelo do jogo o Show do Milhão, que é um jogo de perguntas e respostas de múltiplas escolhas, aonde o candidato deve responder as perguntas conforme as alternativas sugeridas e ao final deste jogo se o candidato conseguir acertar a todas as perguntas do jogo ganha o prêmio de um milhão de reais.

As perguntas deste jogo foram baseadas nas quatro aulas da sequência didática sobre os pontos quânticos e suas aplicações, que foi desenvolvida com duas turmas do Ensino Médio, sendo uma turma da 2ª série e outra turma da 3ª série.

Este jogo foi desenvolvido no software Microsoft Power Point, com várias animações e sons, aproveitando os recursos deste software para criar um ambiente parecido com um jogo comercial, este jogo tem o intuito de aumentar a interatividade e o interesse dos alunos por este tema, foram criadas quatro perguntas sobre os pontos quânticos para esse jogo, cada pergunta vale R\$ 250.000. As perguntas desse jogo foram baseadas na sequência didática sobre os pontos quânticos e suas aplicações, assim seria interesse que o professor que fosse utilizar este jogo didático durante as suas aulas, primeiro trabalhasse esse conteúdo com os seus alunos, pois os alunos podem não apresentar um conhecimento prévio sobre este assunto e assim apresentar alguma dificuldade para brincar com este jogo.

A tela inicial apresenta o jogo digital sobre os pontos quânticos e suas aplicações, conforme mostra a Figura 19. A tela inicial permite que o aluno inicie o jogo. Para começar o jogo é necessário clicar no botão vermelho “Clique aqui para Iniciar”. A tela seguinte é a tela inicial do jogo, conforme mostra a Figura 11.



Figura 11: Tela inicial do Jogo Digital Show do Milhão dos QDs. Fonte: Acervo pessoal.

A tela seguinte é a tela da questão 1 que aborda uma questão sobre o tamanho e a luminescência dos pontos quânticos, que vale R\$ 250.000, conforme mostra a Figura 12.

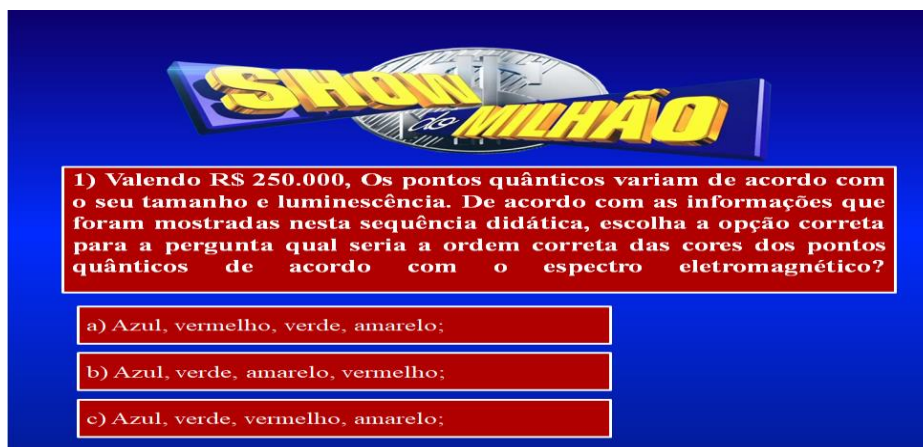


Figura 12: Questão 1 do Jogo QDs. Fonte: Acervo Pessoal.

A tela seguinte é a tela da questão 2 que aborda uma questão sobre as tecnologias que podem ser produzidas através da utilização dos pontos quânticos, que vale R\$ 250.000, conforme mostra a Figura 13.

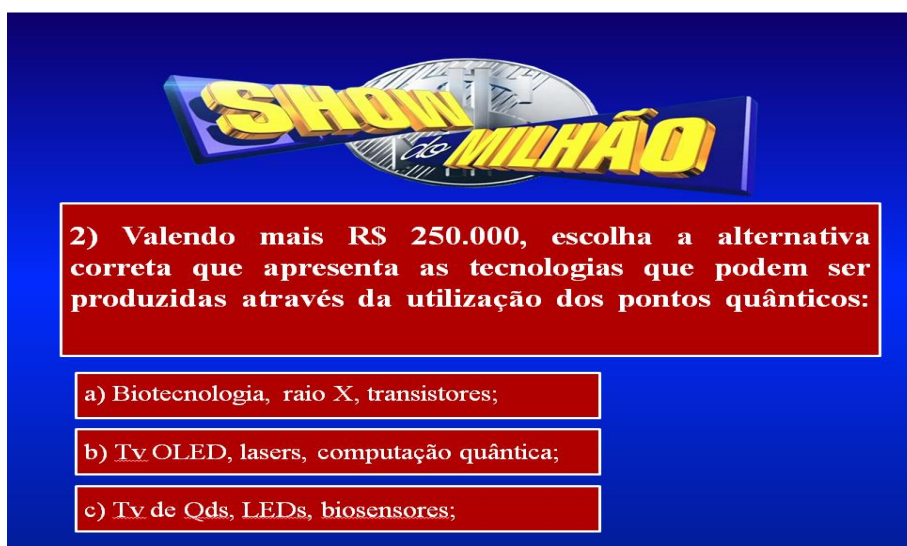


Figura 13: Questão 2 do Jogo dos QDs e suas aplicações. Fonte: Acervo pessoal.

A tela seguinte é a tela da questão 3 que aborda uma questão sobre os pontos quânticos que são considerados eco-amigáveis, ou seja, que não apresentam toxicidade e não agredem o meio ambiente, nesta questão o estudante deverá escolher uma das alternativas que apresenta somente os tipos de pontos quânticos que são considerados eco-amigáveis, que vale R\$ 250.000, conforme mostra a Figura 14.

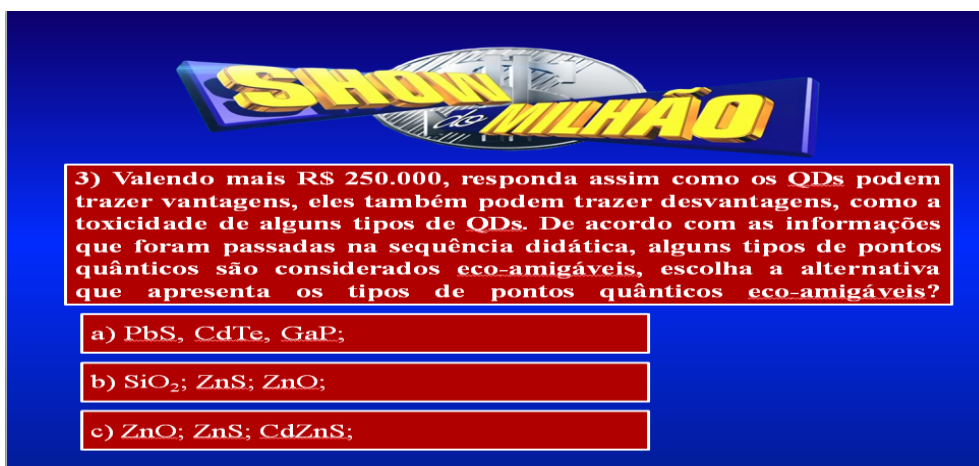


Figura 14: Questão 3 do Jogo dos QDs e suas aplicações. Fonte: Acervo pessoal.

A tela seguinte é a tela da questão 4 que aborda uma questão sobre o elevado nível de toxicidade que alguns pontos quânticos apresentam, este elevado nível de toxicidade pode trazer riscos para a vida das pessoas, dos animais e do meio ambiente, nesta questão o estudante deverá escolher uma das alternativas que apresenta somente os tipos de pontos quânticos que apresentam um elevado nível de toxicidade, essa pergunta já tinha sido feita na Atividade 2 proposta na aula 3 desta sequência didática e também foi explicada nas aulas desta sequência didática sobre os pontos quânticos e suas aplicações, ela também vale R\$ 250.000, conforme mostra a Figura 15.

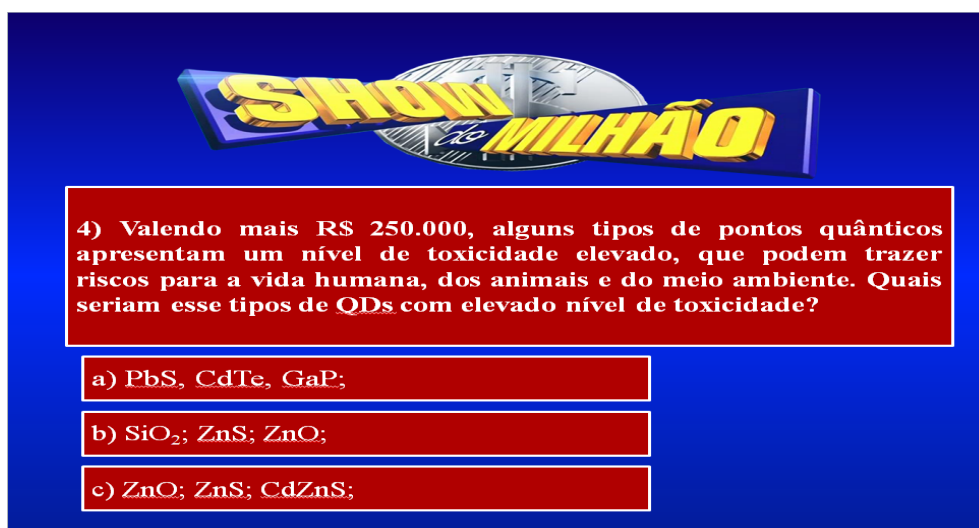


Figura 15: Questão 4 do Jogo dos QDs. Fonte: Acervo pessoal.

A tela seguinte é a tela que representa o acerto das questões, quando aparece esta tela durante o jogo, o usuário saberá que acertou a questão e será encaminhado para a tela da próxima pergunta, conforme é mostrado na figura 16 a seguir:



Figura 16: Tela que representa o acerto das questões do Jogo Show do Milhão dos QDs. Fonte: Acervo pessoal.

A tela seguinte é a tela que representa o erro das questões, quando aparece esta tela durante o jogo, o usuário saberá que errou a questão e será encaminhado para a tela da questão 1, que representa o início do jogo, conforme é mostrado na figura 17 a seguir:

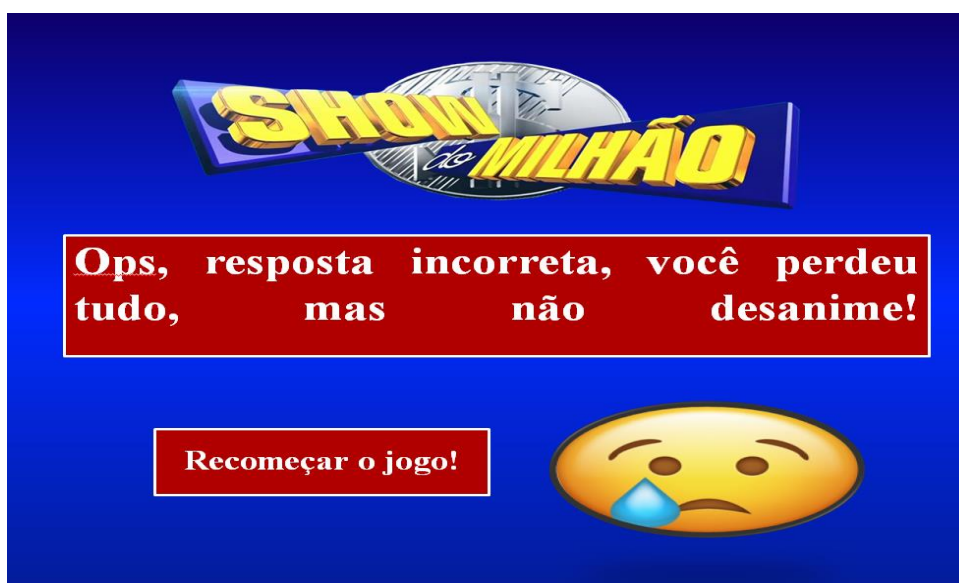


Figura 17: Tela do erro do Jogo dos QDs. Fonte: Acervo pessoal.

Se o jogador acertar as quatro perguntas desse jogo, ele será direcionado para a tela que representa o acerto do prêmio de R\$ 1.000.000, esta é uma tela alusiva que representa a vitória do jogador, conforme pode ser visto na figura 18 a seguir:

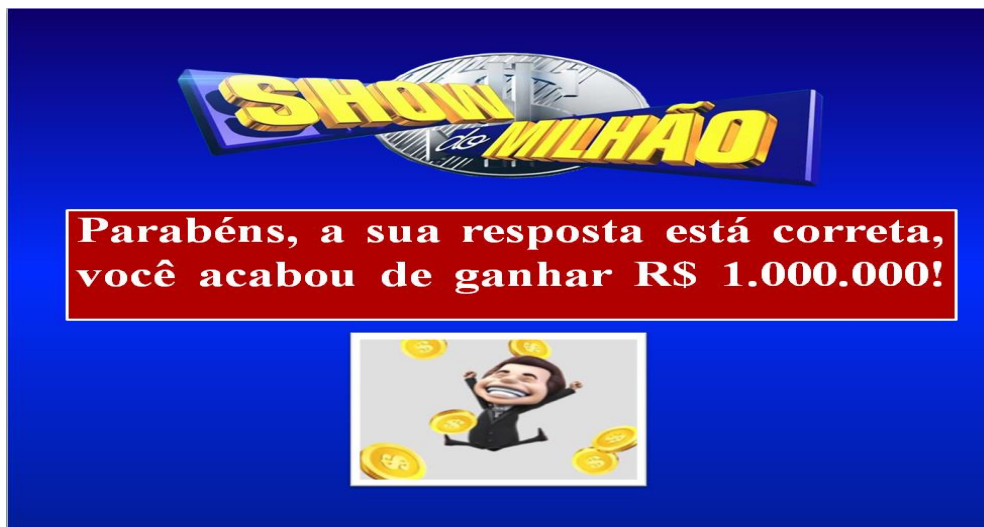


Figura 18: Tela de acerto do R\$ 1.000.000 do Jogo dos QDs e suas aplicações. Fonte: Acervo pessoal.

Este jogo foi baseado nas informações que foram disponibilizadas na sequência didática sobre os Pontos Quânticos e suas aplicações, este apresenta um intuito educativo, ele serviu como uma estratégia de fixação para este assunto, pois o mesmo só foi aplicado após os alunos terem assistido as aulas desta sequência didática.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Neste produto educacional foi apresentada uma sequência didática sobre os pontos quânticos e suas aplicações na produção de novas tecnologias e um jogo digital denominado “Show do Milhão dos QDs”, o mesmo seguiu a premissa básica da abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e meio ambiente (CTSA), pois o tema escolhido para a construção desta sequência didática os Pontos Quânticos podem ser aplicados em várias áreas do conhecimento, além da Física, da Química, da Medicina, entre outros.

Este produto educacional foi elaborado para auxiliar os professores de Física ou Química do Ensino Médio, que tenham interesse em abordar este tema da Física Quântica com suas turmas do Ensino Médio.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Jonathan MELVILLE; **Optical Properties of Quantum Dots**; Disponível em: quantumDots.pdf (berkeley.edu). Acesso em 26 set. 2023.

JÚNIOR, J. de M.; **Pontos Quânticos**; Monografia do Curso de Licenciatura Plena em Física apresentada ao Instituto de Física de Uberlândia; Uberlândia – MG; 2007.

SANDRI, C. et. al.; **Pontos Quânticos Ambientalmente Amigáveis: Destaque para o Óxido de Zinco**. Quim. Nova, Vol. 40, N° 10, 1215-1227, 2017.

SANTOS et. al.; **Síntese e Caracterização de Pontos Quânticos Ambientalmente Amigáveis, um Meio Simples de Exemplificar e Explorar Aspectos da Nanociência e da Nanotecnologia em Cursos de Graduação**; Quim. Nova, Vol. 43, N° 6, 813-822, 2020.

SOUZA, E. A. F.; **O USO DE JOGOS DIGITAIS EM POWER POINT NO APRENDIZADO DE GEOGRAFIA**. Disponível em: CT\_INTEDUC\_I\_2019\_21.pdf (utfpr.edu.br). Acesso em: 26 set. 2023.

VITORETI, A. B. F. et al.; **Células Solares Sensibilizadas por Pontos Quânticos**. Quim. Nova, Vol. 40, N° 4, 436-446, 2017.