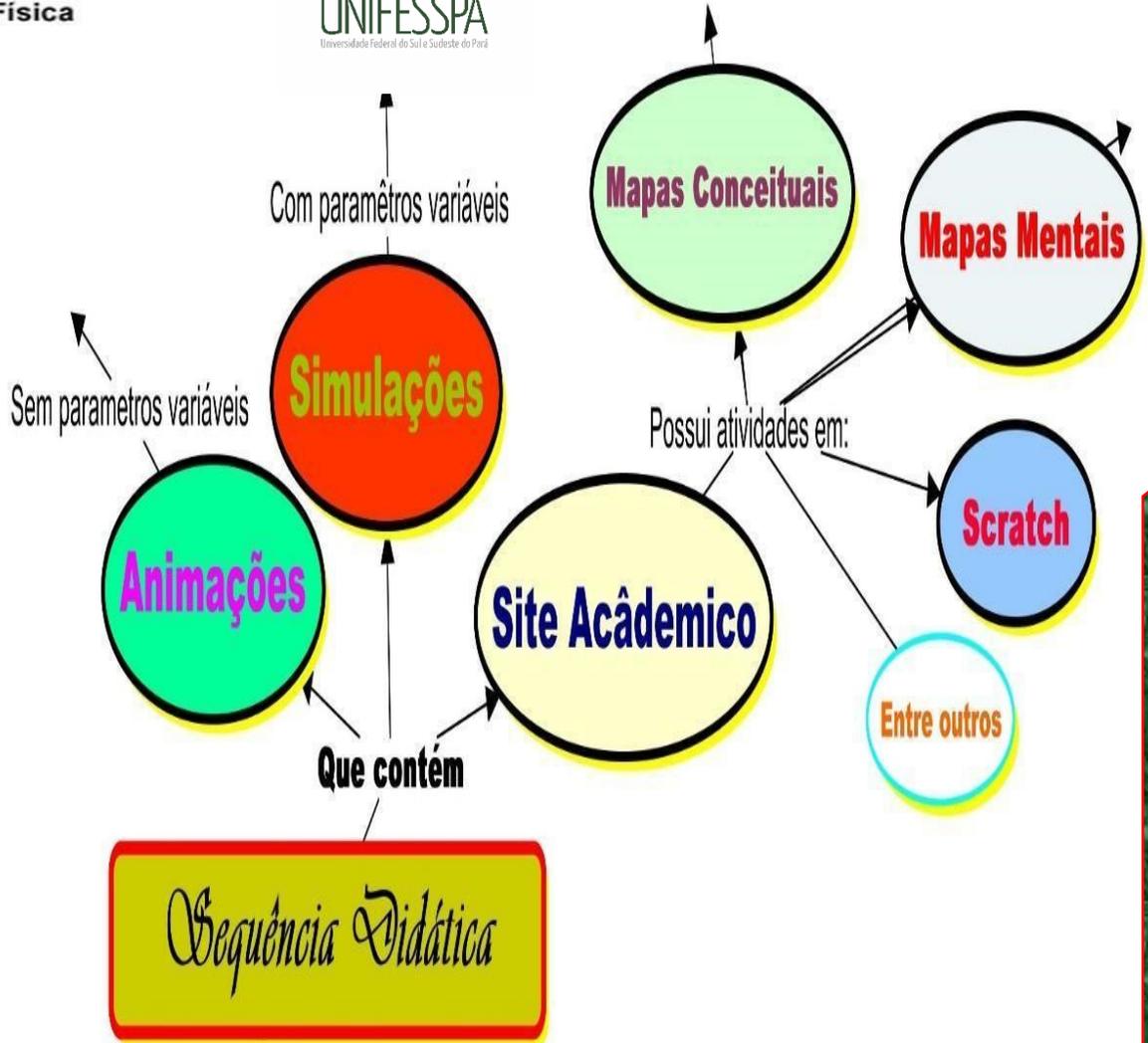


### Apêndice A: Produto Educacional

**MNPEF**  
Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



Constituído de uma:

**PRODUTO EDUCACIONAL**



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

MATERIAL DE APOIO PARA O PROFESSOR DE FÍSICA

Produto Educacional Vinculado à Dissertação de Mestrado: Ensino e aprendizagem dos conceitos de Absorção, Emissão Espontânea e Emissão Estimulada de Radiação, através de Objetos Digitais de Aprendizagem.

Luciana da Cruz Barros  
Mateus Gomes Lima

## Sumário

1. Apresentação
2. Plano da Intervenção Didática
3. Apêndice B: Trabalhos Submetidos com a Temática
4. Referências Bibliográficas

## **Apresentação**

Caros professores e estudantes da educação básica, este roteiro de sequência didática tem por objetivo contribuir com os saberes e práticas acerca do entendimento sobre o tema: **Interação de Radiação com a Matéria: Absorção, Emissão Espontânea e Emissão Estimulada.**

Roteiro que também tem como objetivo a sistematização de propostas educacionais, para a inclusão dos estudantes, no que tange a inserção de Objetos Digitais de Aprendizagem (ODA), produzidos por meio das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), que serão empregados de forma conjunta com estratégias pedagógicas-metodológicas.

Neste sentido, a sequência didática começa com indagações para levantar questões e posicionamentos acerca de entendimentos de como seria representado determinados fenômenos físicos na natureza. Dessa forma, seu propósito é auxiliar na provocação de discussões sobre o ensino de Física Moderna e Contemporânea (FMC) na educação básica.

Em suma, o ensino não segue um único paradigma específico, e sim a combinação de várias técnicas, práticas, ferramentas computacionais, exercícios e entre outros. Assim, para que ocorra uma aprendizagem significativa num contexto digital, não basta somente os recursos tecnológicos. Mas, também estratégias pedagógicas-metodológicas, principalmente para a pretensão da construção de conhecimentos voltados para o ensino da Física.

## 2. Plano da Intervenção Didática

Escola

Disciplina: Física

Professor (a):

Ano/ Série: 9º ano e 3º Ano

Duração da aula: 45 min

Número de aula: 3

Modelo: Metodologias Ativas/Ensino Híbrido-Sala de Invertida e os Três Momentos Pedagógicos

**Tema:** Interação de Radiação com a Matéria: Absorção e Emissão Espontânea e Emissão Estimulada.

### Descrição

O mundo que nos cerca é repleto de fenômenos complexos, problemas e curiosidades que despertam a atenção de todos. E que a Ciência, em especial a Física, é uma das formas pelas quais os cientistas formulam explicações, fazem previsões, relacionam causa e efeito, para planejar melhor a vivência em comunidade.

Nesse sentido, destaca-se nesta sequência didática alguns recursos tecnológicos empregados, como estratégias de ensino associadas a metodologias e teorias de aprendizagem e/ou educação, os softwares Blender, CmapTools, Scratch e a plataforma virtual Gsuíte. Recursos responsáveis por produzirem os Objetos Digitais de Aprendizagem (ODA), como:

- ❖ Hipertexto: agrupamento de muitas informações em um único lugar;
- ❖ Mapas conceituais e mentais: muito bem empregados para revisão e fixação dos assuntos abordados;
- ❖ Animações: empregadas para introduzir os conceitos necessários ao entendimento de alguns fenômenos;
- ❖ Simulação Computacional: utilizadas principalmente para que os estudantes possam variar parâmetros de determinada grandeza;
- ❖ Site acadêmico: recurso de suma importância para organização dos assuntos a serem inseridos aos estudantes.

## **Competências Específicas de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental**

2. Compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza, bem como dominar processos, práticas e procedimentos da investigação científica, de modo a sentir segurança no debate de questões científicas, tecnológicas, socioambientais e do mundo do trabalho, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva;
3. Analisar, compreender e explicar características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural, social e tecnológico (incluindo o digital), como também as relações que se estabelecem entre eles, exercitando a curiosidade para fazer perguntas, buscar respostas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das Ciências da Natureza;
4. Avaliar aplicações e implicações políticas, socioambientais e culturais da ciência e de suas tecnologias para propor alternativas aos desafios do mundo contemporâneo, incluindo aqueles relativos ao mundo do trabalho.

## **Habilidades e Competências da BNCC**

(EF69LP09) - Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC);

(EM13CNT101) Analisar e representar as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões em situações cotidianas e processos produtivos que priorizem o uso racional dos recursos naturais;

(EM13CNT103) Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, na indústria e na geração de energia elétrica;

(EF09CI07) Discutir o papel do avanço tecnológico na aplicação das radiações na medicina diagnóstica (raio X, ultrassom, ressonância nuclear magnética) e no

tratamento de doenças (radioterapia, cirurgia ótica a laser, infravermelho, ultravioleta etc.).

## **Objetivos:**

### **Geral**

O principal objetivo deste trabalho é contribuir para melhoria da qualidade do ensino e aprendizagem, ministrado em sala de aula, seja ela presencial e/ou virtual na educação básica. Integrando as TIC, a uma sequência didática, para facilitar o trabalho do docente com recursos tecnológicos, que acrescente mais e mais, em práticas pedagógicas-metodológicas, na compreensão dos assuntos a serem assimilados pelos estudantes no seu dia-a-dia.

### **Específicos**

- Abordar os conteúdos de interação da radiação com a matéria, mas especificamente a absorção, emissão espontânea e emissão estimulada em um sistema de dois níveis (átomo e/ou moléculas);
- Demonstrar os conceitos básicos sobre a dualidade-onda partícula, salto quântico, frequência, ondas eletromagnéticas, fótons, sistema de dois níveis, de absorção, emissão espontânea e emissão estimulada,
- Apresentar a fórmula matemática  $E=h.f$ ;
- Ressaltar a importância desses conceitos quando abordados na teoria e na prática, com o auxílio dos ODA, produzidos por meio das TCI.

## Resumo da implementação da sequência didática através do site educativo

| Momentos Pedagógicos <sup>1</sup> | Atividades   |
|-----------------------------------|--|
| <b>1º Momento Pedagógico:</b>     | <b>Apresentação do site educativo e realização de atividades:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Questionário objetivo prévio com 20 questões;</li> <li>- Diálogo entre os alunos e professor sobre o tema, buscando uma problematização e geração de questionamentos;</li> <li>- Apresentação de vídeos curtos que exploram conceitos e aplicações, ligados com a temática abordada;</li> <li>- Animação interativa no <i>Scratch</i>;</li> <li>- Questionário discursivo exploratório com 04 questões.</li> </ul>  |
| <b>2º Momento Pedagógico:</b>     | <b>Aula expositiva virtual sobre o tema:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Interação da Radiação com a matéria: Absorção, Emissão Espontânea e Emissão Estimulada de Energia;</li> <li>- Hipertexto;</li> <li>- Questionário misto (discursivo e objetivo) conceitual com 08 questões.</li> </ul> <b>Atividades no site educativo e simulador computacional: Interação Rad&amp;Mat:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Questionário discursivo sobre os processos radiativos apresentados, com 02 questões;</li> <li>- Questionário discursivo sobre aplicações tecnológicas, com 06 questões.</li> </ul> |
| <b>3º Momento Pedagógico:</b>     | <b>Atividades no site educativo:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Questionário discursivo para o preenchimento do mapa conceitual e dos mapas mentais, com 03 questões;</li> <li>- Questionário misto para avaliar as atividades desenvolvidas, com 10 questões.</li> </ul>  |

Fonte: Elaborado pela autora (2021)

### Apresentação do site educativo e realização das atividades do 1º Momento Pedagógico:

**Este 1º Momento Pedagógico será dividido em duas partes.**

- **Na primeira parte:** Será iniciada por meio de diálogos, com o intuito de gerar questionamentos a respeito da temática: Interação da Radiação com a Matéria: Absorção, Emissão Espontânea e Estimulada de Energia para verificação dos conhecimentos prévios dos estudantes, na busca dos subsunçores conforme a teoria de Ausubel. Para então disponibilizar o link do site educativo<sup>2</sup>, navegar por suas abas, para assim aplicar o questionário prévio Pré-ODA<sup>3</sup> na busca da verificação dos conhecimentos prévios dos estudantes.

<sup>1</sup> Dissertação de Mestrado: Vale ressaltar que estes sites têm algumas limitações, como por exemplo serem acessados por e-mail institucionais. Ou seja, para ter acesso a eles por enquanto somente por e-mail de contas pessoais.

<sup>2</sup> Disponível em: disponível em: <https://sites.google.com/view/produto-educacional/atividades-em-andamento/terceiro-momento-pedag%C3%B3gico?authuser=0>

<sup>3</sup> Questionário disponível em: <https://forms.gle/XfxQB3FzsgzrRBd89>

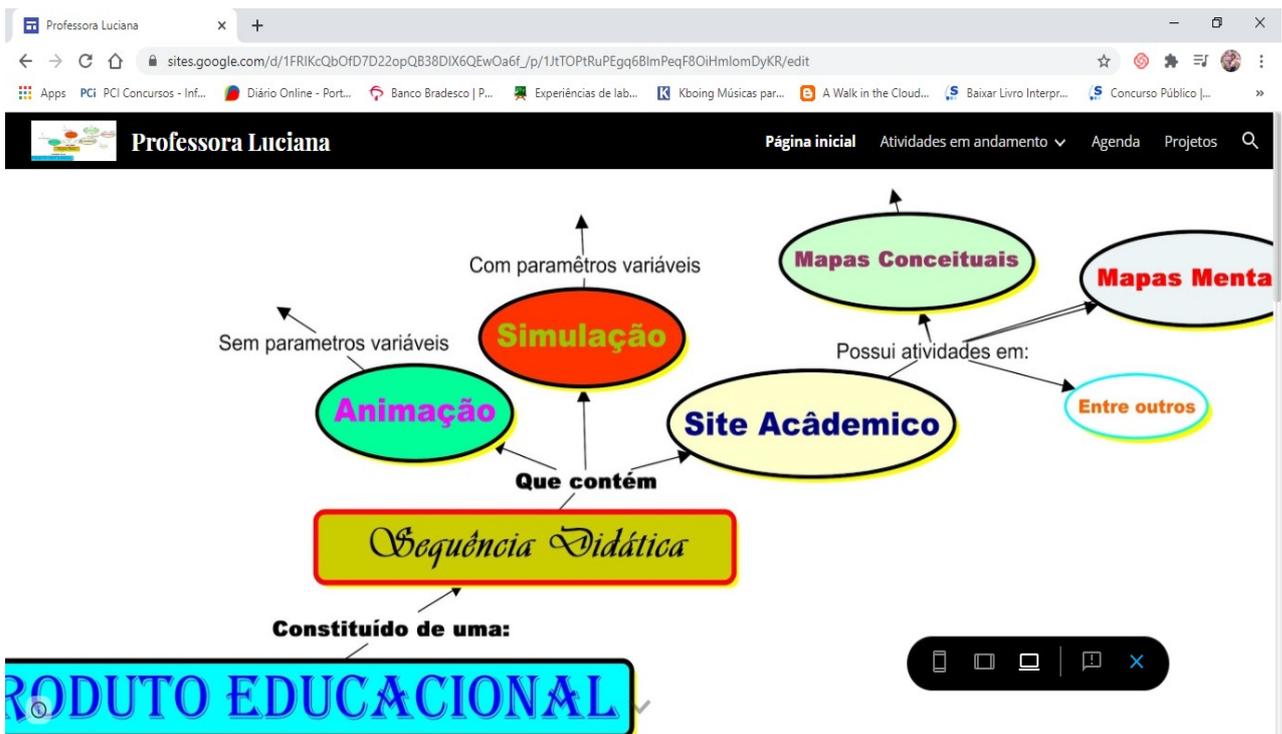
## Descrição do Site Acadêmico

Para estes três momentos dentro do site acadêmico, os estudantes terão os mais variados recursos, como o hipertexto, os vídeos disponíveis no Youtube, sites onde poderão verificar, outras simulações, semelhantes ao tema escolhido para a construção do aprendizado. Contém, também, os questionários, que servirão para averiguação dos seus conhecimentos.

Assim, que o estudante acessar o site acadêmico ele poderá navegar nas abas ao clicar em:

- **Atividades em andamento** (figura 01), que está dividida em:
  - Primeiro Momento Pedagógico (figura 02 e 03),
  - Segundo Momento Pedagógico (figuras 04 e 05),
  - Terceiro Momento Pedagógico (figura 06).

Figura 01- Página Inicial



Fonte: Elaborada pela autora (2021)

**Figura 02:** Atividades em Andamento/Três Momentos Pedagógicos



Fonte: Elaborada pela autora (2021)

**Figura 03:** Primeiro Momento Pedagógico



Fonte: Elaborada pela autora (2021)

**Figura 04:** Primeiro Momento Pedagógico

The image shows a Scratch project interface. At the top, the Scratch logo and navigation buttons (Criar, Explorar, Ideias, Acerca) are visible. The project title is "1º M P: 2ª parte- Diálogo sobre o contexto." and the user is "professorabarroscl". The main stage shows a character standing next to a green flag icon against a starry background. To the right, there are two panels: "Instruções" and "Notas e Créditos".

**Instruções**

- 1º Para iniciar o diálogo sobre o contexto histórico a qualquer momento clique na bandeira verde;
- 2º Para pausar ou reiniciar, clique na bola vermelha;
- 3º Depois é só acompanhar o dialogo do contexto histórico.

**Notas e Créditos**

Scratch para jogos educacionais.  
Orientador: Mateus Lima  
Orientanda: Luciana Barros

Fonte: Elaborada pela autora (2021)

**Figura 05:** Segundo Momento Pedagógico

The image shows a website interface for "Professora Luciana". The main heading is "Segundo Momento: Parte 2" with the subtitle "Simulação". A navigation menu is open, showing options like "Primeiro Momento Pedag...", "Segundo Momento Peda...", "Segundo Momento Ped...", and "Terceiro Momento Pedagógico: 2ª Parte.". The main content area features a simulation of a Bohr model of an atom. A red lamp is shown emitting light towards the atom. The atom has a central blue nucleus and two concentric dashed orbits labeled "E1" and "E2". A red electron ( $e^-$ ) is positioned on the inner orbit. A color spectrum bar is visible at the bottom left, labeled "Monocromática", with markers for "IV" and "UV".

Fonte: Elaborada pela autora (2021)

Figura 06: Terceiro Momento Pedagógico

The screenshot shows a website interface for 'Professora Luciana'. The main heading is '3º Momento Pedagógico'. A navigation menu on the right lists 'Primeiro Momento Pedag...', 'Segundo Momento Peda...', and 'Terceiro Momento Peda...'. The main content area includes a section titled 'Que tal testar seu conhecimento???' with the text 'Caro Estudante este será o momento de colocar em prática o que foi trabalhado.' and a red asterisk indicating it is mandatory. Below this is a section '1ª Parte:' with the text 'Para isso, vamos utilizar a teoria de Aprendizagem Significativa/Ausubel, com o auxílio das TICs:'. At the bottom, there is a section 'Mapa Conceitual da Radiação com a Matéria:' followed by a diagram with three boxes labeled '??? 7', '??? 8', and '??? 9'. A footer contains a URL and the text 'nesse processo os'.

Fonte: Elaborada pela autora (2021)

### Questionários Prévio Objetos Digitais de Aprendizagem (ODA)

Caro estudante, este é um questionário sobre alguns conceitos da disciplina de Física que faz parte de uma pesquisa para uma dissertação de mestrado no ensino de Física com o tema: Ensino e aprendizagem dos conceitos de Absorção, Emissão Espontânea e Emissão Estimulada de Radiação, através de Objetos Digitais de Aprendizagem. Por isso, é muito importante que você responda todas as questões abaixo. Não tenha medo de responde-las, pois, as mesmas têm a finalidade de identificar o que você sabe sobre o assunto que será abordado futuramente.

Nome da Instituição de Ensino:

Nome:

Turma:

Marque a alternativa que você considere adequada. Você já leu em jornais, revistas e livros ou ouviu sobre:

| Questões  | Sim | Um Pouco | Nunca |
|---|-----|----------|-------|
| 1- Átomo  | ( ) | ( )      | ( )   |
| 2- Os elétron, prótons e nêutrons partícula que fazem parte do átomo  | ( ) | ( )      | ( )   |
| 3- Modelo Atômico de Bohr   | ( ) | ( )      | ( )   |
| 4- Albert Einstein  | ( ) | ( )      | ( )   |
| 5- Física Quântica  | ( ) | ( )      | ( )   |
| 6- Energia  | ( ) | ( )      | ( )   |
| 7- Frequência   | ( ) | ( )      | ( )   |
| 8- Você sabe quais são as cores que estão presente no arco-íris?      | ( ) | ( )      | ( )   |
| 9- Fóton  | ( ) | ( )      | ( )   |
| 10- LASER   | ( ) | ( )      | ( )   |
| 11- LED   | ( ) | ( )      | ( )   |
| 12- Absorção de Energia   | ( ) | ( )      | ( )   |
| 13- Emissão Espontânea de Energia                                     | ( ) | ( )      | ( )   |
| 14- Emissão Estimulada de Energia                                     | ( ) | ( )      | ( )   |
| 15- Luminescência   | ( ) | ( )      | ( )   |
| 16- Fosforescia   | ( ) | ( )      | ( )   |
| 17- Fluorescência   | ( ) | ( )      | ( )   |
| 18- Vagalumes e algas marinhas que 'a luz emitida por eles' no escuro | ( ) | ( )      | ( )   |
| 19- Aplicações tecnológicas do LASER é usado                          | ( ) | ( )      | ( )   |
| 20- Aplicações tecnológicas do LED                                    | ( ) | ( )      | ( )   |

➤ **Na segunda parte:**

Assim que eles preencherem o questionário será o momento para receber as instruções necessárias para a execução da **Animação do Scratch**<sup>4</sup>. Os estudantes devem acompanhar o diálogo entre o personagem (a menina) e os cenários, que deverão mudar com o passar das perguntas e respostas, que tem como objetivo a interação. Dessa forma, o diálogo prosseguirá com a duração de 10 minutos. Logo em seguida o questionário: **Pesquisando sobre o Diálogo da Animação**<sup>5</sup> que foi apresentado na Animação do Scratch, com quatro perguntas, será aplicado de forma síncrona e/ou assíncrona.

---

<sup>4</sup> Animação disponível em: <https://scratch.mit.edu/projects/487437130/>

<sup>5</sup> Questionário disponível em: <https://forms.gle/LBVafUFbuyLErks5>

**Questionário: Diálogo sobre o contexto.**

Você é estudante do Ensino Fundamental ou Médio? Qual o seu nome?

---

1) Essa parte da Física estuda os fenômenos que envolvem a interação dos fótons com a matéria, nesse caso os elétrons. A propósito você sabe o que são os fótons, os elétrons, os átomos ou a matéria? Você sabe? Se não sabe, então vamos fazer uma pesquisa sobre esses 4 temas: Fótons, Elétrons, Matéria, Átomo:

2) Vamos conhecer um físico muito importante do século passado que foi responsável para a construção dos conceitos que serão tratados daqui a pouco? Você sabe quem é esse cientista? Outra tarefa: faça uma pequena pesquisa sobre a vida e obra desse gênio! Combinados, você vai descobrir o quanto ele foi? Espero que você complete essa frase! Certo!

3) Primeiramente você sabe o que significa ABSORVER ou EMITIR ???Faça uma pesquisa sobre os seguintes temas:

- a) Absorção de radiação?
- b) Emissão Espontânea de radiação?
- c) Emissão Estimulada de radiação?

4) Você sabe os nomes dos primeiros cientistas responsáveis pelas criações do LASER ou LED?

## Apresentação do *síte* educativo e realização das atividades do 2º Momento Pedagógico:

**Este 2º Momento Pedagógico será dividido em duas partes.**

**Na primeira parte:** Será iniciada por meio de uma aula expositiva com apresentação de slides<sup>6</sup>, a respeito da temática envolvendo a Interação da Radiação com a Matéria, para explorar os subsunçores que serão apresentados pelos estudantes nos questionários realizados no primeiro momento pedagógico e também, as dúvidas e/ou equívocos que são gerados durante a realização das atividades anteriores. Logo em seguida será disponibilizado o link do Hipertexto<sup>7</sup> para ser usado como auxiliar a compreensão dos estudantes sobre os assuntos explorados nos *slides*, pelo fato deste hipertexto concentrar *links* dos tópicos selecionados em um mesmo ambiente, com informações coerentes para serem utilizadas durante as atividades, potencializando o material a ser estudado, como é proposto na teoria de Ausubel<sup>8</sup>, para só então inserir o primeiro questionário: Explorando a Interação da Radiação com a Matéria (Parte 1 - Conceitos Iniciais)<sup>9</sup>;

---

<sup>6</sup> Slides em pdf disponível em: <http://gg.gg/wwsms>

<sup>7</sup> Hipertexto Disponível em: <http://gg.gg/wu8hf>

<sup>8</sup> Disponível no capítulo 2 da dissertação:  
<https://drive.google.com/drive/folders/1Wv2xng4qIRfBy1LSLOTBBV2ISV3utxC2?usp=sharing>

<sup>9</sup> Questionário disponível em: <https://forms.gle/MHWQerbTmW7iPLka6>

**Hipertexto: [Tópicos de Física Moderna e Contemporânea](#)  
[Professora Luciana Barros](#)  
[Hipertexto Auxiliar às Atividades Propostas](#)**

A compreensão sobre as estruturas básicas da [Matéria](#) e seus mecanismos de interação sempre foram motivos de curiosidade humana e temas de pesquisas em diversas áreas da [Física](#). No entanto, apenas com o surgimento da [Física Quântica](#) no século XX foi possível desvendar alguns dos mistérios escondidos no interior dessas estruturas e interações.

A Física Quântica é uma área do conhecimento cheia de fenômenos “estranhos”, quando comparados aos fenômenos físicos rotineiros do nosso cotidiano. Ao longo do último século, uma série de personagens vívidos - de [Max Planck](#), [Albert Einstein](#) a [Richard Feynman](#), entre outros - contribuíram com “peças no quebra-cabeça” da teoria dos fenômenos quânticos. Graças a essa teoria, hoje sabemos que o [átomo](#) (do grego, “indivisível”), na verdade é constituído de partículas ainda menores: os [elétrons](#), [prótons](#) e [nêutrons](#).

Por meio da Física Quântica, podemos investigar os fenômenos e processos decorrentes da interação entre a [Luz](#) e a Matéria em um [nível quântico](#), como pode ocorrer, por exemplo, na interação entre [fótons](#) e elétrons no interior dos [átomos](#).

Um objeto qualquer pode ser constituído por um número gigantesco de [átomos](#) e, quando fornecemos [energia](#) a esses átomos, através de uma [descarga elétrica](#) ou [calor](#), por exemplo, eles podem absorver parte dessa energia, armazená-la por algum tempo e depois a devolvê-la para o meio ambiente. Nesse processo, os átomos passam de um estado energético inicial de menor energia (**estado fundamental**), para outro de maior energia (**estado excitado**).

A alteração do estado de energia de um átomo, passando de seu estado fundamental para o estado excitado, ocorre por meio do processo de **Absorção** de fótons, pelos elétrons constituintes desse átomo que, ao absorverem os fótons, realizam um [salto quântico](#) entre os níveis de energia atômico, levando o átomo ao seu estado excitado de energia. É importante salientar que os fótons serão absorvidos inicialmente, apenas se possuírem uma [frequência](#) compatível com a frequência de transição entre os níveis de energia atômico.

Há duas maneiras dos átomos excitados retornarem ao seu estado fundamental de energia, devolvendo a energia absorvida inicialmente para o ambiente. Uma delas é através da **Emissão Espontânea** de fótons que não depende

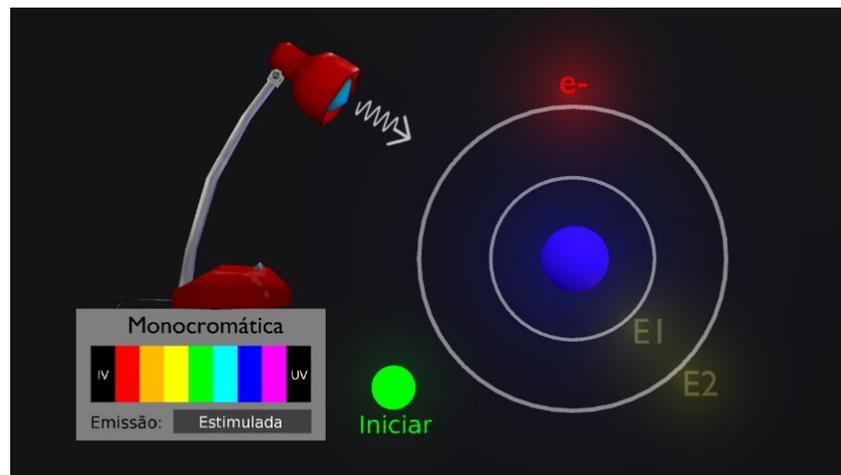
da influência de agentes físicos externos para sua ocorrência. Como o próprio nome sugere, ela ocorre espontaneamente, a qualquer instante após a absorção inicial, com os fótons sendo emitidos em qualquer direção, de forma completamente desordenada e sem nenhum controle. O processo de emissão espontânea de energia é responsável pela maior parte da [radiação eletromagnética](#) que nos cerca, inclusive a parte visível do [espectro eletromagnético](#) emitido por materiais [fluorescentes](#) ou [fosforescentes](#), como: gases em combustão; plantas; algas; insetos bioluminescentes ou pelas estrelas, por exemplo.

A outra maneira de um átomo no estado excitado de energia retornar para o estado fundamental é através da **Emissão Estimulada** de fótons. Como o nome sugere, esse tipo de emissão de energia ocorre devido ao estímulo de um agente físico externo, no caso, outros fótons. O processo de emissão estimulada ocorre quando um fóton encontra um átomo já excitado. Nesse caso, um fóton incidente é absorvido por um elétron que já está num nível de energia superior. No entanto, ao absorver esse fóton, o elétron decai para um nível de energia atômico inferior, enquanto emite dois fótons simultaneamente, ambos com a mesma frequência e direção do fóton incidente. Dessa forma, o átomo volta para seu estado fundamental de energia, ao mesmo tempo em que a intensidade da radiação emitida é aumentada. O processo de emissão estimulada de energia é a base de tecnologias como o [LASER](#) e o [LED](#) que possuem diversas aplicações em nosso cotidiano.

Observação: Este texto é apenas um guia para auxílio no desenvolvimento das atividades propostas durante os encontros virtuais. Os estudantes podem buscar referências sobre o assunto em outras fontes, além das estabelecidas nos hiperlinks.

## Explorando a Interação da Radiação com a Matéria (Parte 1- Conceitos Iniciais)

Observe a imagem abaixo que está disponível no Simulador Computacional Rad&Mat, pois ela o (a) ajudará a compreender conceitos ligados à interação da Radiação com a Matéria:



Nome da Instituição de Ensino:

---

Nome:

---

Turma:

---

1) De acordo com suas pesquisas feitas no primeiro encontro comente sobre sua compreensão dos seguintes conceitos:

Simulação Computacional Rad&Mat:

- a) Átomo:
- b) Elétrons:
- c) Energia:
- d) Frequência
- e) Radiação eletromagnética:
- f) Fótons:
- g) Níveis de Energia ou Camada Eletrônica:
- h) Espectro de Luz (radiação eletromagnética):
- i) Dualidade onda-partícula:

2) Marque qual(is) das alternativas a seguir está(ão) correta(s), quanto ao conceito de Absorção de Energia:

a) (    ) Ato ou efeito de fazer desaparecer ou transformar alguma coisa, incorporando-a ou assimilando-a a outra;

b) (    ) Os átomos absorvem luz, assim como emitem;

c) (    ) Se um fóton de frequência  $f$  (cor) interagir com um átomo e for por ele absorvido, a sua energia é transferida para um dos elétrons e o átomo transita para um estado excitado;

d) (    ) Todas as alternativas acima estão incorretas .

3) Marque qual(is) das alternativas a seguir está(ão) correta(s), quanto ao conceito de Emissão de Energia:

a) (    ) Os átomos podem emitir os fótons de duas maneiras bem específicas, por meio da emissão espontânea e emissão estimulada;

b) (    ) Todo processo que envolva liberação de energia sob forma de ondas ou partículas;

c) (    ) Processo em o envolva a absorção de energia;

d) (    ) Todas as alternativas acima estão incorretas.

4) Baseado nos seus conhecimentos sobre a interação da Radiação com a Matéria no interior dos átomos, responda os questionamentos a seguir:

a) Como ocorre o processo de Absorção de Energia?

b) Como ocorre o processo de Emissão Espontânea de energia:

c) Como ocorre o processo de Emissão Estimulada de energia:

d) Qual(is) a(s) diferença(s) entre os processos de Emissão Espontânea e Emissão Estimulada de Energia?

5) Qual Cientista foi responsável por criar os conceitos de Emissão Estimulada e Espontânea:

6) Assinale a alternativa que, pela ordem, preenche corretamente as lacunas: “De acordo com a teoria formulada em 1900, pelo físico Max Planck, a matéria emite ou absorve energia eletromagnética de maneira \_\_\_\_\_, emitindo ou absorvendo \_\_\_\_\_, cuja energia é proporcional à \_\_\_\_\_ da radiação eletromagnética envolvida nessa troca de energia.”

a) (    ) Contínua – quanta – amplitude;

b) (    ) Discreta – fótons – frequência;

c) (    ) Contínua – elétrons – intensidade.

7) Para cada uma das grandezas abaixo, escreva sua respectiva unidade de medida no sistema internacional:

- a) Energia dos fótons:
- b) Frequências:
- c) Constante de Planck  $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ :

Trecho da música Gilberto Gil:

(ITA- 2002). Um trecho da música Quanta, de Gilberto Gil, é reproduzido a seguir:

“Fragmento infinitesimal,  
Quase que apenas mental,  
Quantum granulado no mel,  
Quantum ondulado do sal,  
Mel de urânio, sal de rádio  
Qualquer coisa quase ideal. ”

8) As frases " Quantum granulado do mel" e "Quantum ondulado do sal) relacionam-se na Física com:

- a) ( ) Conservação da energia;
- b) ( ) Dualidade onda-partícula;
- c) ( ) Conservação do momentum linear;
- d) ( ) Conservação do momentum angular.

➤ **Segunda parte:**

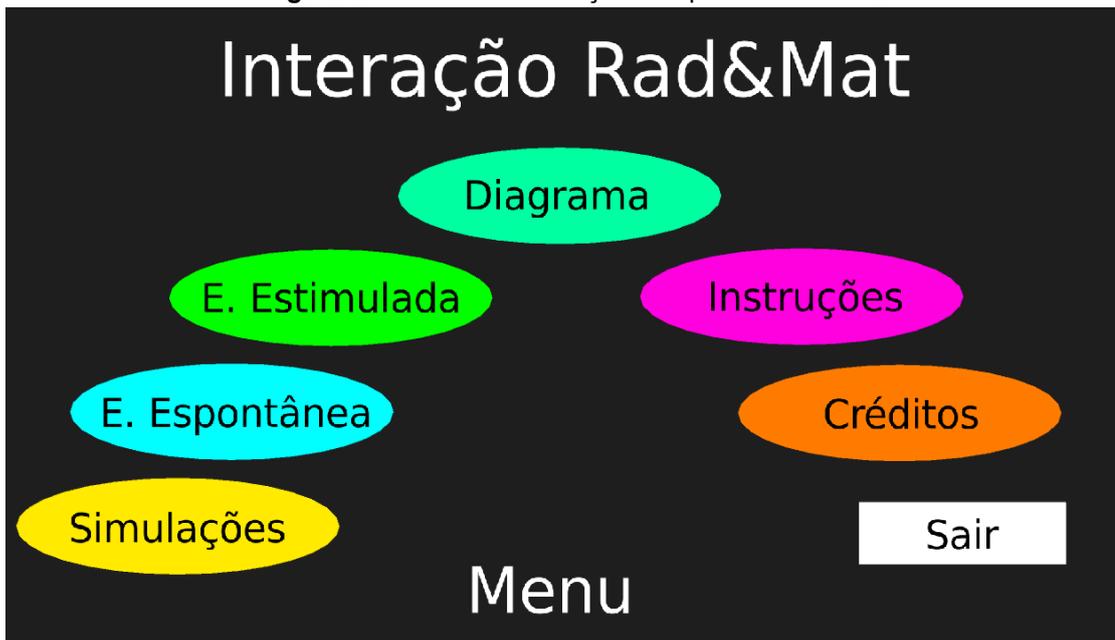
Este será o momento para aplicar primeiramente a simulação computacional: **Interação Rad&Mat**<sup>10</sup> com intuito de estimular os estudantes compreenderem sobre os efeitos que ocorrem durante a variação dos parâmetros na execução da simulação computacional. Para isso, eles irão acessar no simulador clicando duas vezes para abrir (se ele estiver instalado no computador), onde os estudantes serão encaminhados para a tela inicial **Menu** (figura 07): Ele terá que seguir as seguintes instruções:

- A Simulação: Interação Rad&Mat clicar no botão simulação, que levará os estudantes a seguinte telas:
- Menu (figura 07);
- Processo de Absorção e Emissão Espontânea e Emissão Estimulada (figura 8);
- Exemplo da Absorção e Emissão Espontânea (figura 9);
- Exemplo da Absorção e Emissão Estimulada (figura 10);
- Diagrama de Fase (figura 11);
- Instruções (figura 12)
- Créditos (figura 13).

---

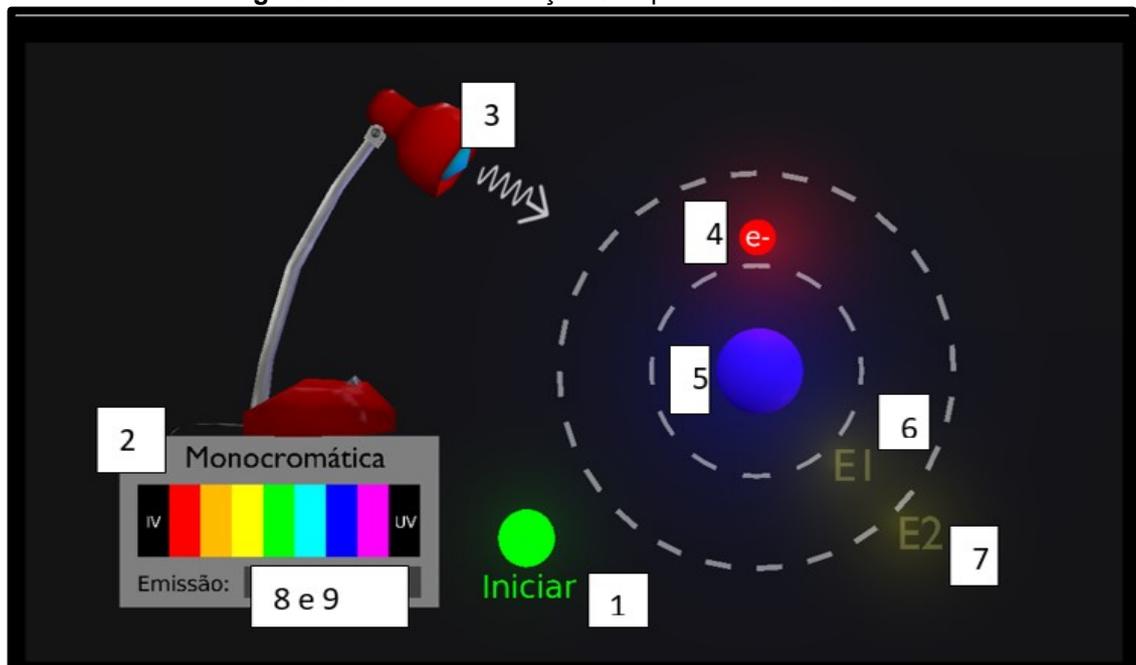
<sup>10</sup> Simulação Computacional Rad&Mat disponível em:  
<https://drive.google.com/drive/folders/1Wv2xnq4qIRfBy1LSLOTBBV2ISV3utxC2?usp=sharing>

Figura 07: Menu da simulação computacional Rad&Mat



Fonte: Elaborada pela autora (2021)

Figura 08: Tela da Simulação Computacional Rad&Mat.



Fonte: Elaborada pela autora (2021)

O Painel de Comando da Simulação Computacional Rad&Mat está ilustrado na figura 8, na qual, cada número indica:

1 - Botão iniciar - inicia a simulação;

- 2 - Pannel de luz monocromático - permite a seleção de uma frequência/comprimento de onda pré-estabelecido para a fonte externa de radiação eletromagnética, possuindo valores que vão do Infravermelho (IV), até o Ultravioleta (UV);
- 3 - Fóton - emitido pela fonte emissora de luz (radiação eletromagnética);
- 4 - Elétron - orbitando o núcleo atômico;
- 5 - Núcleo do átomo;
- 6 - Nível de energia  $E_1$  - estado fundamental de energia do átomo;
- 7 - Nível de energia  $E_2$  - estado excitado de energia do átomo;
- 8 e 9 - Botão de seleção - permite a escolha entre os processos de emissão espontânea ou estimulada.

Na imagem 8 o átomo encontra-se, no estado fundamental e recebendo o fóton de luz ( $E = h.f$ ). No instante em que os estudantes, acionaram a tela que ocorrerá a simulação no Blender, eles irão observar as seguintes instruções

**Efeitos:**

Assim, que os estudantes clicarem no botão iniciar, ocorrerá o seguinte efeito, SÓ quando eles fizerem a sobreposição no UV, nas demais cores não ocorrerá nada:

**Para emissão Espontânea:**

1º O elétron, fará um salto quântico, migrando do estado excitado para o estado fundamental. Quando ele chega, no nível excitado, após o processo de absorção, onde ele sai do nível fundamental para o nível excitado, o elétron absorve este fóton ( $E=h.f$ ) ele vai voltar novamente para o nível fundamental. Pois, não irá permanecer lá por muito tempo, logo que esse elétron retorna por causa do campo eletromagnético sem nenhum estímulo externo, ele vai emitir um fóton.

**Para emissão Estimulada:**

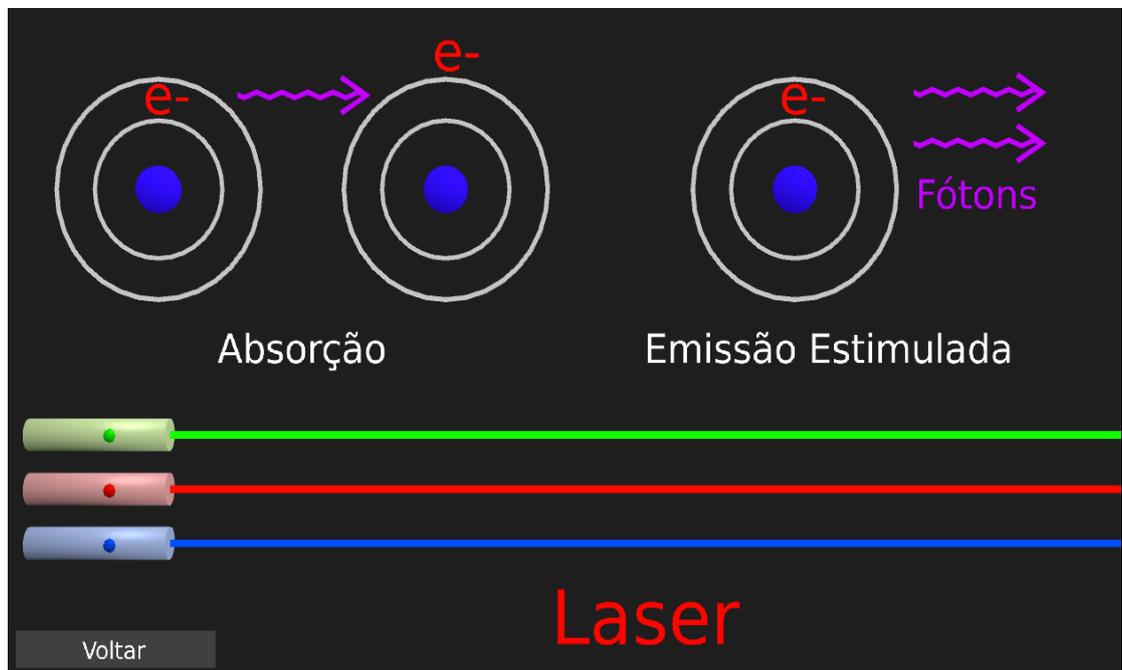
1º O elétron, já no estado excitado, fará um salto quântico, migrando do estado excitado de maior energia para o estado fundamental de menor energia ( $E=h.f$ ). Receberá um estímulo de outro fóton. Pois, não irá permanecer lá por muito tempo, logo que esse elétron retornar, ele vai emitir o fóton, que foi absorvido no processo da absorção, mais o outro fóton da interação que ocorreu no nível excitado, juntos serão emitidos, no retorno do elétron para o nível fundamental.

**Figura 9:** Exemplificando o fenômeno da Absorção e Emissão Espontânea



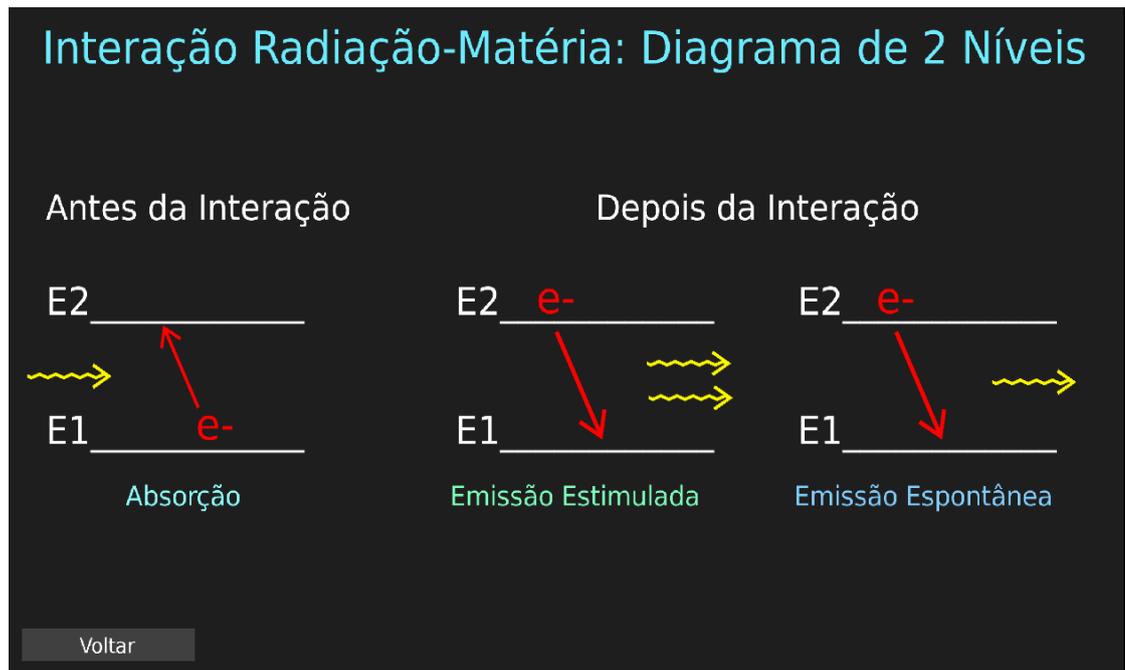
Fonte: Fonte: Elaborada pela autora (2021)

**Figura 10:** Exemplificando o fenômeno de Absorção e Emissão Estimulada



Fonte: Elaborada pela autora (2021)

**Figura 11:** Diagrama de Fase de dois níveis de energia



Fonte: Elaborada pela autora (2021)

**Figura 12:** Instruções da simulação computacional Rad&Mat

**Instruções:**

- Entre no modo de 'Simulações'
- Selecione entre os modos de emissão 'Espontânea' e 'Estimulada'
- Clique em 'Iniciar'
- Clique nas cores para emitir fótons

Caso o modo escolhido for de Emissão Espontânea:

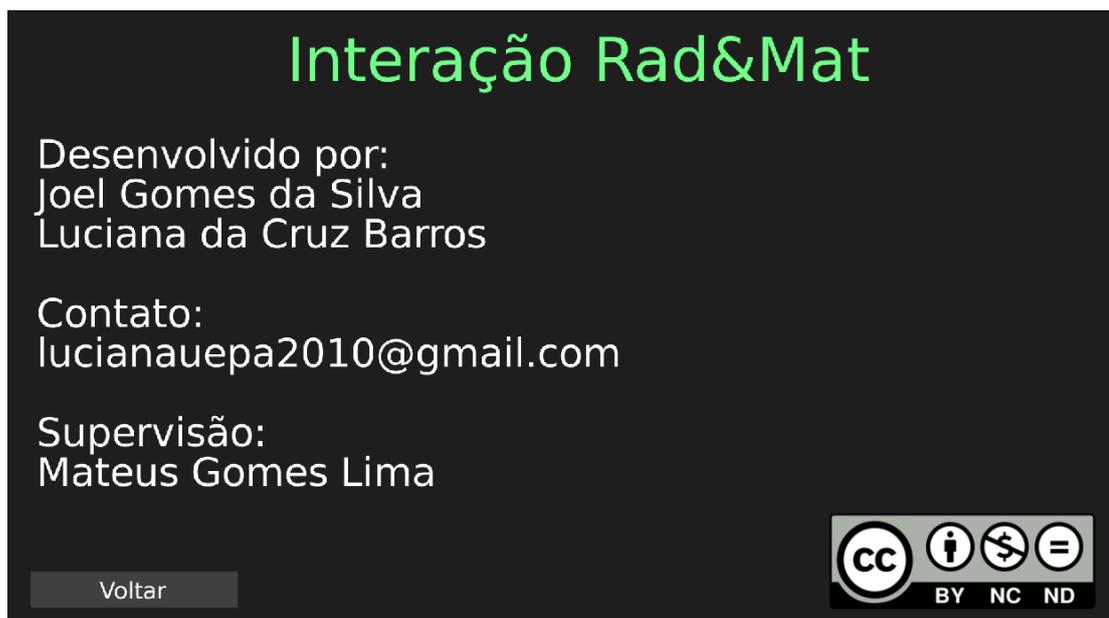
- Emita um fóton UV
- Aguarde o elétron emitir o fóton por conta própria

Caso o modo escolhido for de Emissão Estimulada:

- Emita um fóton UV
- Aguarde um momento
- Emita outro fóton UV para o elétron emitir dois fótons

Voltar

Fonte: Elaborada pela autora (2021)

**Figura 13:** Créditos da simulação computacional Rad&Mat

Fonte: Elaborada pela autora (2021)

Neste segmento, após finalizar-se toda ações envolvendo a Simulação Computacional Rad&Mat será o momento para colocar-se em prática dois questionário, o questionário **Explorando a Interação da Radiação com a Matéria (Parte 2 - Simulador Computacional)**<sup>11</sup> para verificar o aprendizado gerado com a atividade desenvolvida anteriormente. E o questionário: **Explorando a Interação da Radiação com a Matéria (Parte 3 - Aplicações Tecnológicas)**<sup>12</sup> para verificar o que o estudante absorveu com relação ao assunto trabalhado no que diz respeito a aplicabilidade no seu cotidiano.

<sup>11</sup> Questionário disponível em: <https://forms.gle/QL2Q51EEsP6KVN4W9>

<sup>12</sup> Questionário disponível em: <https://forms.gle/eoNgpbPHqfNCscTBA>

## Explorando a Interação da Radiação com a Matéria (parte 2 - Simulador Computacional)

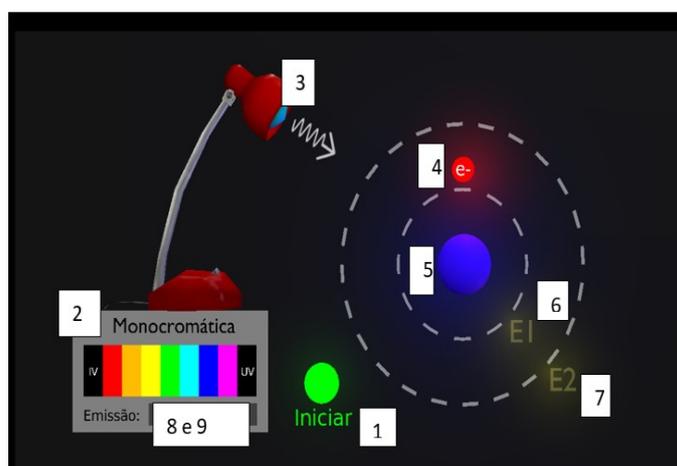
Nome da Instituição de Ensino:

Nome:

Turma:

Agora que você conheceu os conceitos necessários para compreender os três fenômenos: Absorção, Emissão Estimulada de Energia. Vamos observar como estes fenômenos físicos ocorrem no interior de um átomo, utilizando o Simulador Computacional Rad&Mat.

Simulação Computacional Rad&Mat:



Painel de Comando da Simulação Computacional Rad&Mat:

- 1 – Botão Iniciar;
- 2 – Painel de Luz monocromático (fonte de radiação eletromagnética);
- 3 – Lanterna emissora de Luz (radiação eletromagnética);
- 4 – Fóton
- 5 – Elétron;
- 6 – Núcleo do átomo (próton);
- 7 – Nível de Energia  $E_1$  (fundamental) ou camada eletrônica
- 8 – Nível de Energia  $E_2$  (excitado) ou camada eletrônica;
- 9 e 10 – botão para trocar os fenômenos emissão espontânea e estimulada.

1) Após explorar o Simulador Rad&Mat, comente suas observações sobre as condições de ocorrência dos seguintes processos físicos:

a) Absorção e Emissão Espontânea de Energia:

b) Absorção e Emissão Estimulada de Energia:

2) Com base no painel de frequências do simulador computacional Rad&Mat, determine a energia, em joules, associada aos fótons que possuam as seguintes frequências da tabela abaixo, utilizando a equação  $E = h \cdot f$



| Energia dos Fótons | Constante de Planck                              | Frequência ( $f$ )                                  |
|--------------------|--|---|
| $E = h \cdot f$    | $h = 6,6 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ | Infravermelho: $f = 3,14 \times 10^{14} \text{ Hz}$ |
|                    |  | Vermelho: $f = 4,79 \times 10^{14} \text{ Hz}$      |
|                    |  | Laranja: $f = 5,01 \times 10^{14} \text{ Hz}$       |
|                    |  | Amarelo: $f = 5,8 \times 10^{14} \text{ Hz}$        |
|                    |  | Verde: $f = 6,7 \times 10^{14} \text{ Hz}$          |
|                    |  | Anil: $f = 6,17 \times 10^{14} \text{ Hz}$          |
|                    |  | Azul: $f = 6,57 \times 10^{14} \text{ Hz}$          |
|                    |  | Violeta: $f = 7,66 \times 10^{14} \text{ Hz}$       |
|                    |  | Ultravioleta: $f = 8,31 \times 10^{14} \text{ Hz}$  |

## Explorando a Interação da Radiação com a Matéria (parte 3 - Aplicações Tecnológicas)

Nome \_\_\_\_\_ da \_\_\_\_\_ Instituição \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ Ensino: \_\_\_\_\_

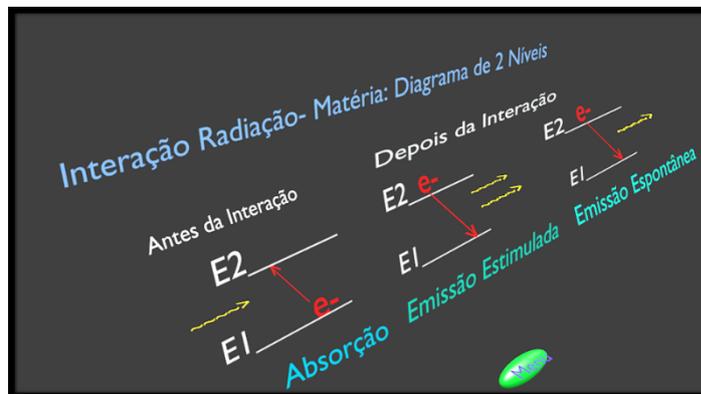
Nome: \_\_\_\_\_

Turma: \_\_\_\_\_

1) Observe a imagem do diagrama a seguir, disponível no Simulador Computacional Rad&Mat. Nesta imagem são apresentados os processos de Absorção, Emissão Espontânea e Emissão Estimulada de Energia, que ocorrem no interior de um átomo. Você pode perceber que: No processo de Emissão Estimulada ocorre a absorção de um fóton, por um elétron, e, logo em seguida, a emissão de \_\_\_\_\_ fótons. Já no processo de Emissão Espontânea ocorre a absorção e a emissão de \_\_\_\_\_ fóton, por um elétron.

- a) 2 fótons e 1 elétron
- b) 2 fótons e 1 fóton
- c) 2 fótons e 1 fóton

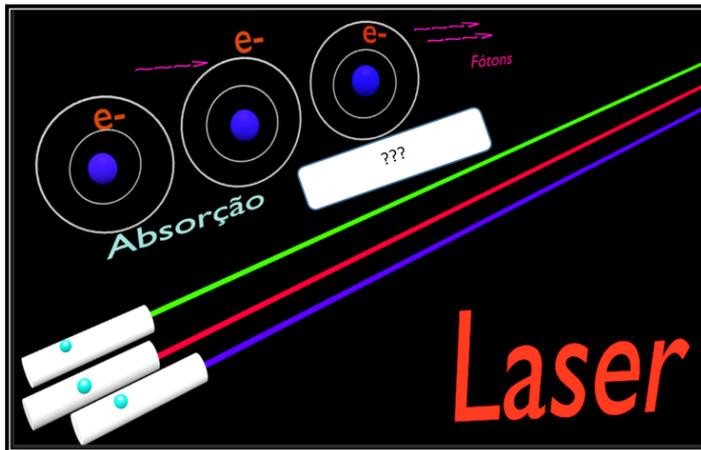
Imagem da Questão 1 - Diagrama de dois níveis de energia: Interação Radiação-Matéria:



2) Observe a imagem do diagrama a seguir, disponível no Simulador Computacional Rad&Mat. Nesta imagem, encontramos uma representação esquemática do processo de Absorção e \_\_\_\_\_. Escolha uma das palavras na lista suspensa para completar corretamente o espaço acima.

- a) Absorção;
- b) Emissão Espontânea;
- c) Emissão Estimulada.

Imagem da Questão 2 - Simulador Rad&Mat: Ação LASER



3) A imagem a seguir ilustra o fenômeno de Luminescência que é a emissão de luz (fotoemissão) por uma substância, quando esta é submetida a algum tipo de estímulo, como, por exemplo, a incidência de luz (radiação eletromagnética), numa determinada faixa do espectro eletromagnético. Faça uma pesquisa em livros, vídeos, ou sites na Internet e comente com suas palavras, sobre os dois mecanismos de Luminescência (Fluorescência e Fosforescência) que podemos compreender, quando estudamos os processos de Absorção e Emissão Espontânea de energia:

Imagem da Questão 3 - Simulador Rad&Mat: Luminescência



b) Fosforescência:

4) Faça uma pesquisa em livros, vídeos, ou sites na Internet e comente com suas palavras, quais são os princípios e mecanismos de funcionamento dos seguintes equipamentos elétricos:

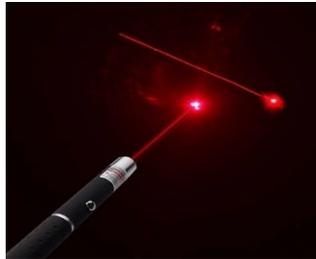
a) Uma Lâmpada Fluorescente:



---

---

b) Um Apontador LASER:



---

---

c) Uma Lâmpada de LED:



---

---

5) Observe a imagem do mapa mental a seguir, sobre aplicações envolvendo a Emissão Espontânea de energia, na qual aparecem seis imagens menores, sendo: 1ª - Algas Marinhas; 2ª - Vagalumes; 3ª - Adesivos fosforescentes; 4ª - Pulseiras fotoluminescentes usadas em festas; 5ª - Exposição de arcada dentária à luz ultravioleta e 6ª - Colete de proteção fotoreflexível.

Imagem da Questão 5 - Simulador Rad&Mat: Aplicações Envolvendo a Emissão Espontânea de Energia:



Faça uma pesquisa em livros, vídeos, ou sites na Internet e comente com suas palavras, sobre a importância dessas aplicações, envolvendo a Emissão Espontânea, na sociedade moderna e comente se alguma dessas aplicações é relevante no seu cotidiano:

---

---

6) Observe a imagem do mapa mental a seguir, sobre aplicações envolvendo a Emissão Estimulada de energia, na qual aparecem cinco imagens menores, sendo: 1ª - Laser em cirurgias endoscópicas; 2ª - Laser em cirurgias oculares; 3ª - Laser incidindo em uma Fibra Ótica; 4ª - Laser cortando uma placa de metal e 5ª - LEDs.

Imagem da Questão 6 - Simulador Rad&Mat: Aplicações Envolvendo a Emissão Estimulada de Energia



Faça uma pesquisa em livros, vídeos, ou sites na Internet e comente com suas palavras, sobre a importância dessas aplicações, envolvendo a Emissão Estimulada, na sociedade moderna e comente se alguma dessas aplicações é relevante no seu cotidiano:

---



---



---

**Apresentação do *site* educativo e realização das atividades do 3º Momento Pedagógico:**

Para o terceiro momento pedagógico serão trabalhados dois questionários que terão como objetivo verificar o aprendizado dos estudantes, por meio dos objetos digitais de aprendizagem, confeccionados com uso das TIC, associados às teorias pedagógicas-metodológicas. Assim, primeiramente será usado o questionário: **3º Momento Pedagógico: Aplicação do Conhecimento**<sup>13</sup>, para colocar em prática o que eles compreenderam, sobre os temas inseridos, verificando se o conhecimento assimilado teve mais significado. Por conseguinte, será trabalhado o questionário: **Formulário de Avaliação das Atividades desenvolvidas no decorrer dos três encontros virtuais**<sup>14</sup>, para verificação do entendimento dos estudantes de como tais assuntos são abordados, fora do contexto sala de aula<sup>15</sup>. Ou seja, como os assuntos são tratados no cotidiano deles: na medicina, na indústria, nas telecomunicações e entre outros, para se ter uma perspectiva dentro e fora do contexto escolar.

---

<sup>13</sup> Questionário disponível em: <https://forms.gle/ncxfN5QiLsP2DF1A7>

<sup>14</sup> Questionário disponível em: <https://forms.gle/uY1Vkt4LuagR6cmw6>

<sup>15</sup> Disponível no capítulo 2 da dissertação:

<https://drive.google.com/drive/folders/1Wv2xnq4qIRfBy1LSLOTBBV2iSV3utxC2?usp=sharing>

### 3º Momento Pedagógico: Aplicação do Conhecimento

Caro Estudante, chegamos ao 3º Momento Pedagógico, agora é a hora de praticar o que foi trabalhado durante o 1º e 2º Momentos Pedagógicos.

Nome da Instituição de Ensino:

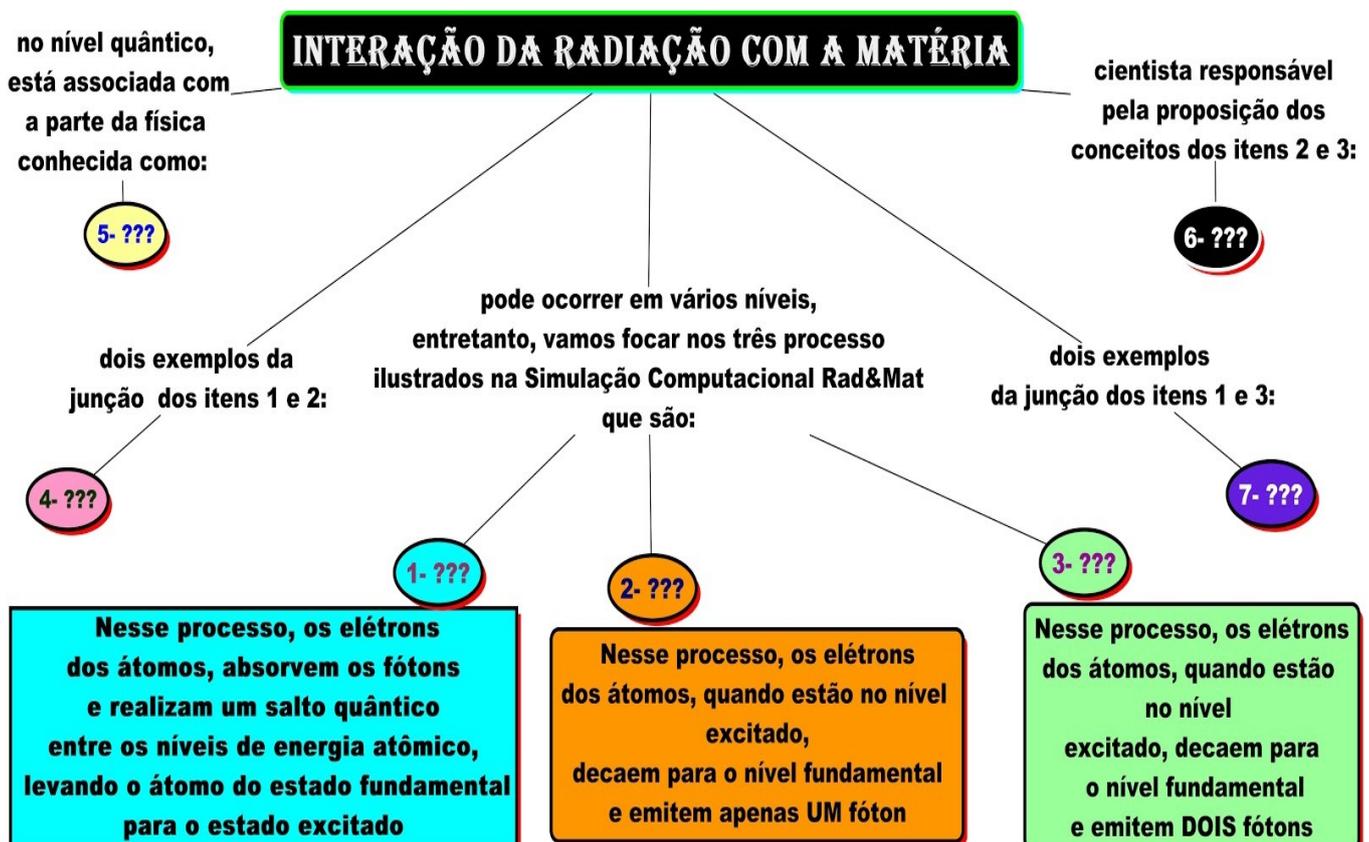
Nome:

Turma:

A compreensão sobre as estruturas básicas da Matéria e seus mecanismos de interação sempre foram motivos de curiosidade humana e temas de pesquisas em diversas áreas da Física. No entanto, apenas com o surgimento da Física Quântica no século XX foi possível desvendar alguns dos mistérios escondidos no interior dessas estruturas e interações.

1) Observe a imagem do Mapa Conceitual a seguir, sobre a interação da Radiação com a Matéria.

Agora, com base nos conteúdos assimilados dos encontros virtuais anteriores, preencha o Mapa Conceitual acima, substituindo cada um dos números com os pontos de interrogação de 1 a 7, por uma das alternativas listadas abaixo:



1- ???

- a) ( ) Absorção;
- b) ( ) Emissão Espontânea;
- c) ( ) Emissão Estimulada.

2- ???

- a) ( ) Absorção;
- b) ( ) Emissão Espontânea;
- c) ( ) Emissão Estimulada.

3- ???

- a) ( ) Absorção;
- b) ( ) Emissão Espontânea;
- c) ( ) Emissão Estimulada.

4- ???

- a) ( ) LED e Algas Marinhas;
- b) ( ) Vagalumes e Fibra óptica;
- c) ( ) Algas Marinhas e Adesivos fosforescentes.

5- ???

- a) ( ) Termodinâmica;
- b) ( ) Eletrodinâmica Quântica;
- c) ( ) Eletricidade.

6- ???

- a) ( ) Isaac Newton;
- b) ( ) Max Planck;
- c) ( ) Albert Einstein.

7- ???

- a) ( ) LED e Algas Marinhas;
- b) ( ) LASER e Coletes de proteção fotoreflexível;
- c) ( ) LASER e Fibra Ótica.

2) Observe a imagem do Mapa Mental a seguir, sobre as aplicações envolvendo a Emissão Espontânea de Energia que foram apresentadas durante os encontros virtuais.

Imagem da Questão 2 - Mapa Mental: Aplicações Envolvendo a Emissão Espontânea de Energia



O Mapa Mental acima contém seis imagens numeradas. Escolha a numeração correspondente a descrição apresentada em cada comando abaixo:

a) Este dispositivo evita acidentes em ambientes de trabalho com pouca visibilidade, ou iluminação inadequada. Ele é muito utilizado por trabalhadores noturnos em rodovias, ou em minas de extração de minério. O texto refere-se a qual alternativa:

- ( ) 1ª – Algas Marinhas
- ( ) 2ª – Vagalumes
- ( ) 3ª - Adesivos fosforescentes
- ( ) 4ª - Pulseiras fotoluminescentes
- ( ) 5ª - Arcada dentária
- ( ) 6ª - Colete de proteção fotoreflexível

b) São denominações comuns de insetos coleópteros das famílias Elateridae, Phengodidae ou Lampyridae, notórios por suas emissões de luz bioluminescente. O texto refere-se a qual alternativa:

- ( ) 1ª – Algas Marinhas
- ( ) 2ª – Vagalumes

- ( ) 3ª - Adesivos fosforescentes
- ( ) 4ª - Pulseiras fotoluminescentes
- ( ) 5ª - Arcada dentária
- ( ) 6ª - Colete de proteção fotoreflexível

c) Um exemplo de extrema beleza de bioluminescência ocorre em algumas espécies de plânctons unicelulares dinoflageladas que liberam fótons de luz, quando agitados, deixando seu habitat iluminado. O texto refere-se a qual alternativa:

- ( ) 1ª – Algas Marinhas
- ( ) 2ª – Vagalumes
- ( ) 3ª - Adesivos fosforescentes
- ( ) 4ª - Pulseiras fotoluminescentes
- ( ) 5ª - Arcada dentária
- ( ) 6ª - Colete de proteção fotoreflexível

d) Na Odontologia Estética é comum o uso de radiação ultravioleta em procedimentos de restauração e clareamento de:

- ( ) 1ª – Algas Marinhas
- ( ) 2ª – Vagalumes
- ( ) 3ª - Adesivos fosforescentes
- ( ) 4ª - Pulseiras fotoluminescentes
- ( ) 5ª - Arcada dentária
- ( ) 6ª - Colete de proteção fotoreflexível

e) Estes objetos possuem sulfeto de zinco em sua composição, por isso, conseguem emitir um brilho amarelo-esverdeado depois de expostos à luz. São muito utilizados para ornamentar quartos de crianças. O texto refere-se a qual alternativa:

- ( ) 1ª – Algas Marinhas
- ( ) 2ª – Vagalumes
- ( ) 3ª - Adesivos fosforescentes
- ( ) 4ª - Pulseiras fotoluminescentes
- ( ) 5ª - Arcada dentária
- ( ) 6ª - Colete de proteção fotoreflexível

f) Estes objetos luminescentes são utilizados em festas de todos os tipos, para identificação ou ornamentação. O texto refere-se a qual alternativa:

- ( ) 1ª – Algas Marinhas  
 ( ) 2ª – Vagalumes  
 ( ) 3ª - Adesivos fosforescentes  
 ( ) 4ª - Pulseiras fotoluminescentes  
 ( ) 5ª - Arcada dentária  
 ( ) 6ª - Colete de proteção fotoreflexível

3) Observe a imagem do Mapa Mental a seguir, sobre as aplicações envolvendo a Emissão Estimulada de Energia que foram apresentadas durante os encontros virtuais.

Imagem da Questão 3 - Mapa Mental: Aplicações Envolvendo a Emissão Estimulada de Energia:



O Mapa Mental acima contém cinco imagens numeradas. Escolha a numeração correspondente a descrição apresentada em cada comando abaixo:

a) Este dispositivo pode ser usado como uma máquina de corte, que garante a precisão e o corte dos mais complexos desenhos, possibilitando a fabricação de produtos variados, como logomarcas, por exemplo. O texto refere-se a qual alternativa:

- ( ) 1ª - Cirurgia endoscópica nasal
- ( ) 2ª - Cirurgia ocular
- ( ) 3ª - Fibra Ótica
- ( ) 4ª - LASER cortando uma placa de metal
- ( ) 5ª - LEDs (Diodos Emissores de Luz)

b) Estes dispositivos são muito utilizados na indústria de microeletrônica, por causa de sua eficiência energética e durabilidade, como, por exemplo, em: luzes eletrônicas de semáforos; telas de Smart TVs e celulares. O texto refere-se a qual alternativa:

- ( ) 1ª - Cirurgia endoscópica nasal
- ( ) 2ª - Cirurgia ocular
- ( ) 3ª - Fibra Ótica
- ( ) 4ª - LASER cortando uma placa de metal
- ( ) 5ª - LEDs (Diodos Emissores de Luz)

c) Nesse período de pandemia, a Internet se tornou uma forte aliada na realização do processo de educação com maior segurança. Nas telecomunicações, o sinal de Internet pode ser disponibilizado a longas distâncias, com o auxílio do mecanismo de ação LASER, associado a um dispositivo optoeletrônico capaz de realizar a transferência de dados, com baixas taxas de perda de sinal. O texto refere-se a qual dispositivo optoeletrônico:

- ( ) 1ª - Cirurgia endoscópica nasal
- ( ) 2ª - Cirurgia ocular
- ( ) 3ª - Fibra Ótica
- ( ) 4ª - LASER cortando uma placa de metal
- ( ) 5ª - LEDs (Diodos Emissores de Luz)

d) Uma das aplicações do LASER na medicina ocorre no tratamento de doenças, como catarata e miopia, dentre outras. O texto refere-se a qual aplicação do LASER:

- ( ) 1ª - Cirurgia endoscópica nasal
- ( ) 2ª - Cirurgia ocular
- ( ) 3ª - Fibra Ótica
- ( ) 4ª - LASER cortando uma placa de metal
- ( ) 5ª - LEDs (Diodos Emissores de Luz)

e) Uma das aplicações do LASER na medicina ocorre no tratamento de Sinusite, por exemplo. Neste caso, pode ser realizada uma cirurgia para correção dos seios da face, cujo objetivo é devolver a ventilação adequada das cavidades do nariz. O texto refere-se a qual alternativa:

- ( ) 1ª - Cirurgia endoscópica nasal
- ( ) 2ª - Cirurgia ocular
- ( ) 3ª - Fibra Ótica
- ( ) 4ª - LASER cortando uma placa de metal
- ( ) 5ª - LEDs (Diodos Emissores de Luz)

## Formulário de Avaliação das Atividades desenvolvidas no decorrer dos três encontros virtuais.

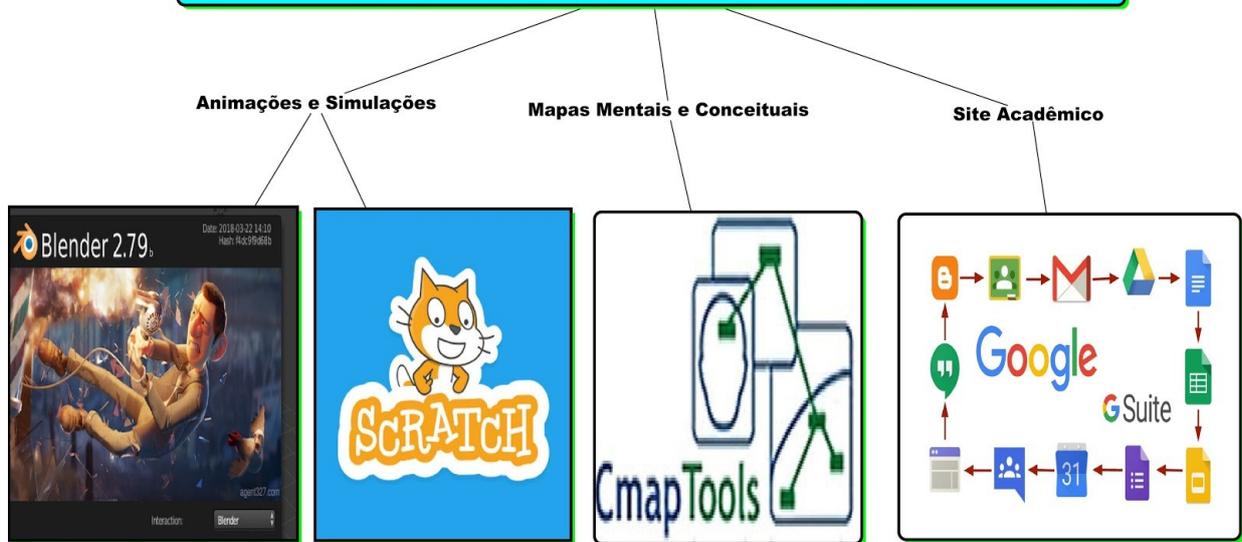
Nome da Instituição de Ensino:

Nome:

Turma:

Softwares utilizados para as produções dos Objetos Digitais de Aprendizagem

### Tecnologias de Informação e Comunicações (TIC) utilizadas no trabalho:



Algumas imagens dos Objetos Digitais de Aprendizagem aplicados nos encontros virtuais

This block displays several digital learning objects:

- Scratch Script:** A screenshot of a Scratch script titled "1º M.P. 2ª parte- Diálogo sobre o contexto." with instructions for a dialogue about context.
- Text Document:** A document titled "Tópicos de Física Moderna e Contemporânea" by Professora Luciana Barros, discussing quantum physics and its applications.
- Mind Map:** A mind map titled "PRODUTO EDUCACIONAL" showing the relationship between "Simulação" (Simulation), "Mapas Conceituais" (Conceptual Maps), "Mapas Mentais" (Mind Maps), "Site Acadêmico" (Academic Site), and "Frequência Didática" (Didactic Frequency).
- Concept Map 1:** A concept map titled "APLICAÇÕES ENVOLVENDO A EMISSÃO ESPONTÂNEA" (Applications involving spontaneous emission), branching into "Na natureza" (In nature) and "Na indústria" (In industry).
- Concept Map 2:** A concept map titled "APLICAÇÕES TECNOLÓGICAS" (Technological Applications), branching into "Na Medicina" (In medicine), "Na Indústria" (In industry), and "Nas telecomunicações" (In telecommunications).
- Diagram:** A diagram showing a spectrum of light with labels for "Monocromática" (Monochromatic), "Emissão: 8 e 9", and "Iniciar" (Start).

1 - Quão satisfeito você ficou com o formato geral dessas três aulas virtuais?

- a) (  ) Totalmente Satisfeito
- b) (  ) Satisfeito
- c) (  ) Neutro
- d) (  ) Insatisfeito
- e) (  ) Totalmente Insatisfeito

2 - Você concorda que o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC- Computadores, Smartphones e Softwares Educacionais) deixam as aulas de Ciências mais atrativas e empolgantes, quando comparadas às aulas tradicionais (sem o uso de TIC)?

- a) (  ) Totalmente de acordo
- b) (  ) Concordo parcialmente
- c) (  ) Neutro
- d) (  ) Discordo parcialmente
- e) (  ) Discordo totalmente

3 - Você concorda que a compreensão dos processos de Absorção e Emissão de Energia no interior dos átomos e suas aplicações tecnológicas cotidianas é importante para sua formação?

- a) (  ) Totalmente Satisfeito
- b) (  ) Satisfeito
- c) (  ) Neutro
- d) (  ) Insatisfeito
- e) (  ) Totalmente Insatisfeito

4- Quão úteis foram as indicações dos materiais de estudo que lhe foram fornecidas, durante as aulas virtuais, para a resolução das atividades propostas?

- a) (  ) Extremamente uteis
- b) (  ) Muito uteis
- c) (  ) Neutro
- d) (  ) Não uteis
- e) (  ) Extremamente inúteis

5 - A forma como a professora organizou as aulas virtuais, dividindo os conteúdos em três momentos e, também, disponibilizando materiais de estudo e atividades para serem resolvidas com antecedência, facilitou a sua compreensão dos conteúdos ensinados durante as aulas virtuais?

- a) ( ) Totalmente de acordo
- b) ( ) Concordo parcialmente
- c) ( ) Neutro
- d) ( ) Discordo parcialmente
- e) ( ) Discordo totalmente

6 - Avalie o quanto os Objetos Digitais de Aprendizagem facilitaram a sua compreensão dos conteúdos ensinados durante as aulas virtuais. Na escala, 1 indica a menor pontuação e 5 a maior:

|                     | 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
|---------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Site Educativo      | <input type="radio"/> |
| Animação no Scratch | <input type="radio"/> |
| Hipertexto          | <input type="radio"/> |
| Simulador Rad&Mat   | <input type="radio"/> |

7) Avalie o quanto foi difícil utilizar Objetos Digitais de Aprendizagem apresentados durante as três aulas virtuais:

|                   | Muito fácil           | Fácil                 | Neutro                | Difícil               | Muito difícil         |
|-------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Site Acadêmico    | <input type="radio"/> |
| Animação no       | <input type="radio"/> |
| Hipertexto        | <input type="radio"/> |
| Simulador Rad&Mat | <input type="radio"/> |

8 - Você realizou pesquisas em outros materiais de estudo, além dos fornecidos pela professora, para compreender os conteúdos ensinados nas aulas virtuais, ou resolver as atividades propostas? Se sua resposta for sim, cite quais foram estes materiais, caso você se lembre:

9 - Cite os aspectos que mais lhe agradaram durante essas três aulas virtuais:

10 - Você tem algum comentário, crítica ou sugestão para ajudar a melhorar algum aspecto dessas três aulas virtuais?

## Referências Bibliográficas

BRASIL, **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Disponível em <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wpcontent/uploads/2018/02/bncc-20dez-site.pdf>. Acesso em: 23 de ago. 2020. p.537.

GRAF, **Grupo de Reelaboração do Ensino de Física**. São Paulo. 5ª ed. Universidade de São Paulo. São Paulo. 2015.

HEWITT, Paul G. **Física conceitual**. Porto Alegre. 9ª ed. Bookman, 2012.

**Apêndice B:****Quadro 02-** Trabalhos apresentados, oriundos da dissertação.

|                   |   |
|-------------------|---|
| Trabalho Completo | BARROS, L. C.; SILVA, D. S. R. ; GESTER, R. do M. ; Lima, M G. O USO DE ANIMAÇÕES COMPUTACIONAIS NO PROCESO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA. In: XVIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2020, Florianópolis-SC. Anais do XVIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física - A pesquisa em ensino de física e as tensões político-democráticas da atualidade: para onde vamos?. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2021. p. 1204-1211. |
| Resumo Simples    | BARROS, L. C. ; Lima, M G. ASSOCIAÇÃO DE OBJETOS DIGITAIS DE APRENDIZAGEM À METODOLOGIAS ATIVAS NA ENSINAGEM DE TEMAS DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO FUNDAMENTAL. 2021. XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF)  |

Fonte: Elaborado pela autora (2021)