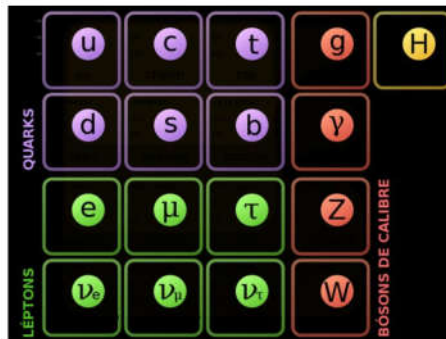


UMA SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES DIDÁTICAS PARA O ENSINO  
DOS MODELOS ATÔMICOS AO MODELO PADRÃO DE PARTÍCULAS  
SOB A PERSPECTIVA DA SALA DE AULA INVERTIDA



Autor: Vagno Guedes Portela

Orientador: Dr. Luiz Moreira Gomes

## MANUAL DO PRODUTO EDUCACIONAL

**: UMA SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES DIDÁTICAS PARA O ENSINO  
DOS MODELOS ATÔMICOS AO MODELO PADRÃO DE PARTÍCULAS  
SOB A PERSPECTIVA DA SALA DE AULA INVERTIDA**

**VAGNO GUEDES PORTELA**

Produto Educacional aplicado e analisado durante a Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da UNIFESSPA no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof.º Dr. Luiz Moreira Gomes.

Marabá-PA  
2022

## SUMÁRIO

<b>1 APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>3</b>
<b>2 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>5</b>
<b>3 SALA DE AULA INVERTIDA .....</b>	<b>7</b>
<b>4 MODELOS ATÔMICOS.....</b>	<b>9</b>
<b>5 FORÇAS FUNDAMENTAIS DA NATUREZA.....</b>	<b>14</b>
<b>6 FÍSICA DAS PARTICULAS ELEMENTARES .....</b>	<b>16</b>
<b>7 ORGANIZAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....</b>	<b>18</b>
ETAPA 1. APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA METODOLÓGICA .....	19
ETAPA 2. TÓPICO TEORIAS ATÔMICAS .....	20
ETAPA 3. INTERAÇÕES FUNDAMENTAIS DA NATUREZA .....	20
ETAPA 4. TEORIA DO MODELO PADRÃO DE PARTÍCULAS .....	21
ETAPA 5. APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO PÓS-TESTE / QUESTIONÁRIO DE OPINIÃO.....	22
<b>8 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>23</b>
<b>9 REFERENCIAS .....</b>	<b>24</b>
<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>26</b>
<b>APÊNDICE B.....</b>	<b>32</b>
<b>APÊNDICE C .....</b>	<b>38</b>
<b>APÊNDICE D .....</b>	<b>40</b>
<b>APÊNDICE E.....</b>	<b>43</b>

## 1. APRESENTAÇÃO

Prezados colegas, professores (as),

Este manual constitui o Produto Educacional desenvolvido no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA), no curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), da Sociedade Brasileira de Física (SBF).

Sua finalidade é detalhar as atividades desenvolvidas no contexto da dissertação intitulada “Uma sequência de atividades didáticas para o ensino dos modelos atômicos ao modelo padrão de partículas sob a perspectiva da sala de aula invertida”. Tais atividades focam na elaboração de uma proposta de Ensino sobre os modelos atômicos e a teoria do Modelo Padrão de Partículas utilizando como Sequência Didática a Estratégia Metodológica da Sala de Aula Invertida em uma turmas do Ensino Médio.

Este Produto Educacional foi elaborado na perspectiva de oferecer ao professor de Física da educação básica uma ferramenta que possa lhe auxiliar no desenvolvimento de uma sequência didática sobre o tema “Teoria do Modelo Padrão de Partículas”, o qual não é trabalhado nas escolas da rede pública, mas é um tema atual e fascinante, que se aliado a uma proposta metodológica bem sucedida possibilitará ao aluno a fácil assimilação dos conteúdos de maneira ativa, tornando-os protagonista do seu próprio saber.

A construção deste trabalho esteve embasada nas Teorias de Ensino:

- i) Aprendizagem Significativa de David Ausubel: segundo esta teoria o fator isolado mais importante que influencia o aprendizado é aquilo que o aprendiz já sabe, de modo que o conhecimento prévio é a chave para a aprendizagem significativa. Esta por sua vez, é um processo pelo qual um novo conhecimento se relaciona de forma substantiva e não arbitrária a outro já existente;
- ii) Carga Cognitiva (TCC) de John Sweller: trata da limitação da capacidade humana de processar várias informações simultaneamente. A aprendizagem ocorre melhor sob condições que estejam alinhadas com a arquitetura cognitiva humana, ou seja, a

carga cognitiva está relacionada com a quantidade de informações que a memória de trabalho pode armazenar ao mesmo tempo;

iii) Ensino em Espiral de Jerome Bruner: consiste na revisão dos conteúdos sendo trabalhados com diferentes níveis de complexidade. Para Moreira (1999), o estudante deve ter a possibilidade de ver um mesmo conteúdo mais de uma vez em diferentes níveis de aprofundamento e modos de representação.

A Sequência Didática aqui apresentada foi implementada remotamente em virtude da pandemia do Coronavírus (no período 2020-2021) de forma assíncrona e síncrona. O público-alvo foi uma turma da 3ª série do Ensino Médio da rede Pública de Ensino no Município de Tucuruí.

Almeja-se que este produto educacional, seja útil e auxilie professores em sua prática docente, de modo a tornar suas aulas mais motivadoras na busca por uma aprendizagem mais eficiente.

Espera-se, ainda, que o professor possa implementar o produto utilizando plataformas digitais semelhantes as utilizadas na dissertação e que, trabalhe sempre com o objetivo de cativar o aluno, tornando sua aula motivadora e fomentando com isso um aprendizado que possa ser uma experiência ímpar, contribuindo assim, para o desenvolvimento de uma visão panorâmica da Física que seja clara e efetiva.

Atenciosamente,

O Autor.

## 2. INTRODUÇÃO

A procura por estratégias pedagógicas capaz de despertar um maior interesse dos alunos na aprendizagem dos conteúdos, tem-se mostrado um desafio constante para os profissionais da educação uma vez que os alunos do atualidade (em sua maioria), não se sentem atraídos por estratégias que privilegiam a aprendizagem de forma passiva.

Diante deste contexto é preciso uma transformação no modo de ensinar e aprender, possibilitando ao aluno uma forma diferente de pensar e tornando-o mais participativo e autônomo na sua aprendizagem. Por isso, a grande importância do uso de metodologias ativas, que se apresentam como uma alternativa com grande potencial para atender às demandas e desafios da educação atual (CAMARGO E DAROS, 2018).

Para Alencar e Borges (2014), pode-se entender as Metodologias Ativas como formas de desenvolver o processo do aprender que os professores utilizam na busca de conduzir a formação crítica de futuros profissionais nas mais diversas áreas. Dentre as diversas metodologias ativas de aprendizagem está a Sala de Aula Invertida.

A sala de aula invertida (flipped classroom) é um método de aprendizado no qual o conteúdo é apresentado para o estudante fora do ambiente escolar. Esse primeiro contato pode acontecer por meio da internet, incluindo vídeo-aulas e games disponibilizados pelos professores, livros e textos didáticos.

A proposta metodológica apresentada na sequência, é utilizada na abordagem do tema “Dos modelos atômicos ao modelo padrão de partículas”, por meio da metodologia ativa denominada SAI com o propósito de se obter uma aprendizagem mais eficiente dos conteúdos estudados.

Mediante essa metodologia acredita-se que além de otimizar a compreensão dos conceitos, será possível uma participação mais ativa dos alunos no contexto da sua aprendizagem.

O tema “ Modelo padrão de partículas”, o qual não faz parte do currículo do Ensino Médio, foi utilizado com uso de transposição didática, visando facilitar sua assimilação pelos alunos da turma onde foi trabalhado. A intenção da utilização do referido tema no Ensino médio é propiciar discussões sobre sua inclusão no currículo de Física, haja vista que, de acordo estudiosos da área como Moreira (2011), a Física

ensinada nas escolas no século XXI, não avançou e ainda é a Física do século XIX, o que se entende ser um grande absurdo.

### 3. SALA DE AULA INVERTIDA

A realidade da educação, como um todo (aulas, alunos e professores) é bem diferente da educação de 50 anos atrás (BACICH; NETO; TREVISANI, 2015). Devido o desenvolvimento tecnológico, é crescente a necessidade de inserção cada vez mais de recursos tecnológicos na educação brasileira. A sua utilização colabora com a produtividade do professor, com a motivação dos alunos e na organização do planejamento das aulas.

Nesse contexto, as metodologias ativas como SAI, surgem como alternativa viável no processo de construção do conhecimento. De acordo com Bacich e Moran (2018), a proposta da sala de aula invertida está surgindo em um momento de grandes oportunidades educacionais, principalmente com a disseminação das TIC.

A SAI é uma metodologia ativa em que inclui o uso da tecnologia e possibilita que o aluno assuma uma posição ativa em seu processo de aprendizagem com o professor tornando-se um facilitador.

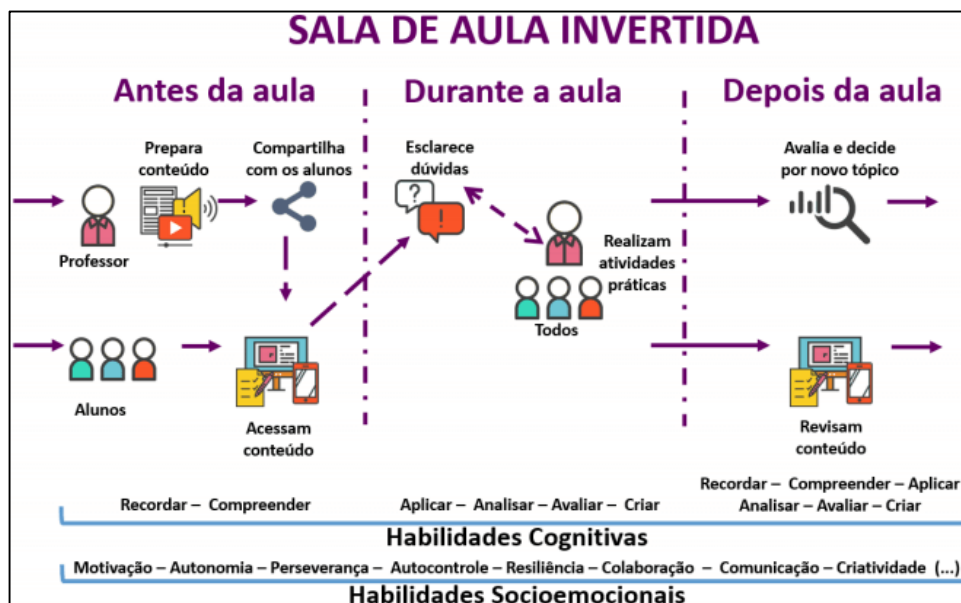
Para Carvalho (2018), a SAI é considerada uma grande inovação no processo de aprendizagem. Como o próprio nome sugere, é o método de ensino através do qual a lógica de uma sala de aula é de fato invertida por completo.

De acordo com Bergmann e Sams (2016, p.11), “o conceito de sala de aula invertida é o seguinte: o que tradicionalmente é feito em sala de aula, agora é executado em casa, e o que tradicionalmente é feito como trabalho de casa, agora é realizado em sala de aula”.

Para Schneiders (2018), a inversão da sala de aula de forma simplificada, consiste em fazer em casa as atividades relacionadas à transmissão dos conhecimentos e na sala de aula as atividades relacionadas à assimilação do conhecimento. A figura 1, mostra um esquema da SAI.



Figura 1 – Esquema básico da sala de aula invertida.



Fonte: Schmitz, 2016.

Para o desenvolvimento de cada etapa que compõe esta SD, procurou-se levar em consideração três momentos, os quais são, antes da aula, durante a aula e depois da aula.

Dessa forma antes das aulas o professor elabora os materiais de estudo e/ou faz a seleção de bons vídeos educativos e textos disponíveis na internet sobre a temática a ser estudada e disponibiliza no ambiente virtual de aprendizagem para ser estudado pelos alunos.

Durante a aula é feito a atividade de aquecimento na tentativa de sanar as dúvidas existente, além de realizar as tarefas praticas sobre o conteúdo estudado. Depois da aula mediante os resultados obtidos é feito a avaliação e a tomada de decisão se segue para um outro tópico ou pela revisão do tópico tratado.

## 4 MODELOS ATÔMICOS

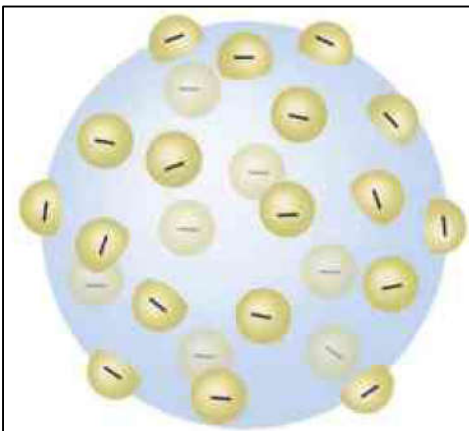
O ser humano ao longo do tempo sempre teve a curiosidade de saber de que é feito a matéria. As teorias atômicas surgiram da busca por resposta a respeito desse questionamento, hoje se tem o conhecimento de que a matéria é constituída por átomos. A respeito do que viria a ser o átomo tem início com os filósofos gregos Leucipo e Demócrito. No entendimento destes filósofos a matéria era constituída por pequenas partículas indivisíveis as quais denominaram de átomo, o conceito de indivisibilidade do átomo, no entanto foi destruído, mas tarde, devido principalmente pelo desenvolvimento das técnicas experimentais, atualmente é sabido que os átomos são formados por partículas ainda menores.

John Dalton (1803), ao estudar o resultado de vários experimentos elaborou o seu modelo atômico o qual ficou conhecido como bola de bilhar e formulou os enunciados a saber: toda matéria é constituída por átomos; os átomos de um mesmo elemento são idênticos enquanto, os de elementos químicos são diferentes; as transformações químicas ocorrem devido a recombinação dos átomos de uma substância. Para Dalton o átomo era uma esfera maciça, indivisível e indestrutível.

Joseph John Thomson propôs um modelo diferente ao de Dalton. Devido ao desenvolvimento tecnológico ocorrido durante o século XIX, surgiram os chamados “tubos de Crookes”, um tubo de vidro lacrado, contendo um gás de baixa pressão e elétrodos próximos às extremidades. Quando os elétrodos eram ligados a uma fonte de voltagem o gás passava a brilhar.

Os experimentos realizados com tubos contendo placas e fendas metálicas revelaram que o que fazia o gás brilhar era algum tipo de “raio” que emergia do terminal negativo, o cátodo (HEWITT, 2015). Este aparelho foi chamado de tubo de raios catódicos. Thomson observou que na presença de um campo elétrico, produzido pelas placas eletrizadas, os raios sofriam uma deflexão e eram atraídos pelo polo positivo do campo. A partir das medições feitas da deflexão dos raios catódicos, Thomson determinou a relação entre carga e massa das partículas que formavam o raio. Para Thomson, diferentemente de Dalton o átomo seria divisível, ou seja, possuía partículas menores os elétrons. A seguir uma representação do modelo atômico de Thomson.

Figura 2 – Representação do modelo atômico de Thomson.



Fonte: Gaspar, 2016.

O modelo atômico de Thomson ficou conhecido como “pudding de passas”. Ele sugeriu que um átomo poderia ser uma esfera carregada positivamente na qual alguns elétrons estão incrustados, e apontou que isto levaria a uma fácil remoção de elétrons do átomo (RUSSEL, 1994).

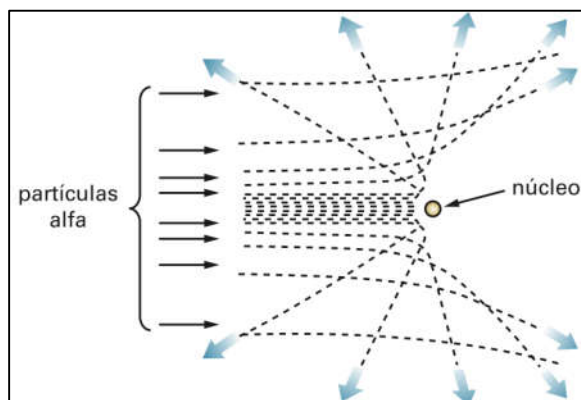
Os experimentos de Rutherford e o experimento da folha da lâmina de ouro mostraram que este modelo estava errado.

O físico neozelandês Ernest Rutherford realizando diversas experiências de bombardeio com lâmina de ouro com partículas  $\alpha$ , constatou que a grande maioria das partículas atravessavam diretamente a lâmina, algumas sofriam pequenos desvios e outras em número muito pequeno, sofriam grande desvio em sentido oposto (BARBOSA, FEITOSA E FORTE, 2016).

Diante dos resultados experimentais Rutherford concluiu:

- i) as partículas alfa atravessavam a lamina sem desvio pelo fato de o átomo conter grandes espaços vazios;
- ii) no centro do átomo existe uma região pequena e densa, o núcleo e;
- iii) o núcleo tem carga positiva e por esta razão as partículas alfas, eram repelidas ou sofria desvio de sua trajetória quando passavam próximo a ele (BARBOSA, FEITOSA E FORTE, 2016). A figura a seguir ilustra as trajetórias das partículas alfas nas proximidades do núcleo de um átomo, segundo o modelo atômico de Rutherford.

Figura 3 – Representação da trajetória das partículas alfas próxima ao núcleo do átomo.

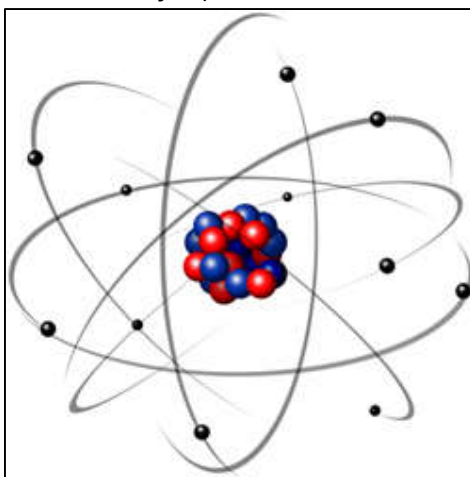


Fonte: Gaspar, 2016.

De acordo a Física Clássica, o modelo atômico de Rutherford não poderia existir. Segundo o eletromagnetismo clássico, partículas portadoras de carga elétrica, quando aceleradas, emitem radiações eletromagnéticas e perdem energia (GASPAR, 2016). Neste caso os elétrons executariam um movimento em espiral até colidir com o núcleo, o átomo proposto violava as leis do eletromagnetismo conhecidas, a questão era explicar a estabilidade do átomo.

O modelo atômico de Rutherford ficou conhecido como modelo planetário, no qual os elétrons orbitavam o núcleo do átomo uma analogia ao movimento orbital dos planetas em torno do sol. Adiante uma representação do modelo atômico proposto por Rutherford.

Figura 4 – Ilustração para o átomo de Rutherford



Fonte: <https://www.preparaenem.com/upload/conteudo/images/modelo-atomico.jpg>

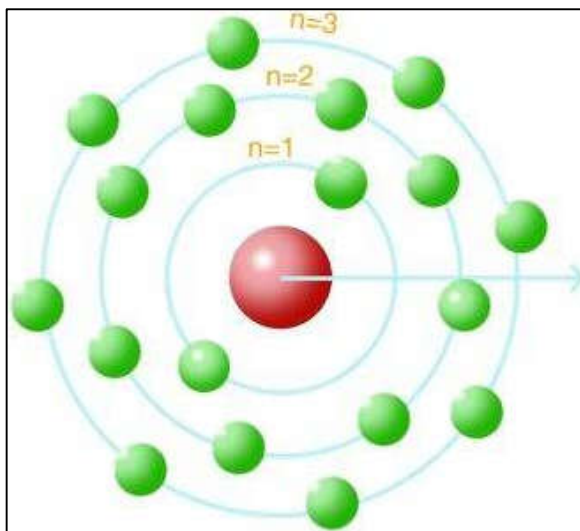
No modelo de Bohr, os elétrons descrevem orbitas circulares em torno de um núcleo positivo, submetidos à força de atração dada pela lei de Coulomb, que desempenha o papel de resultante centrípeta.

Neste modelo a força que mantém o elétron girando em torno do núcleo é de origem elétrica, assim a força de atração resultante mantinha o elétron em movimento circular ao redor do núcleo. Coube a Bohr explicar o problema da estabilidade do átomo.

Em 1913, Bohr aproveitou a recente proposição de quantização de energia e postulou que o raio da trajetória do elétron em torno do núcleo atômico não poderia apresentar um valor qualquer, logo só seriam permitidas determinadas orbitas onde não houvesse emissão de radiação denominadas de estados estacionários ou quânticos (FUKE e AMAMOTO, 2016).

Bohr sugeriu a comunidade científica um novo modelo para o átomo em que, as orbitas dos elétrons passariam a ser chamadas de níveis energéticos ou estados estacionários, estes seriam dotados de um nível mínimo de energia, responsável pela manutenção dos elétrons em suas órbitas, dessa forma impediam que os mesmos perdessem energia e colidissem no núcleo. A figura em seguida é uma representação do modelo de Bohr.

Figura 5 – Ilustração do modelo de Bohr.



Fonte: [https://cdn.pixabay.com/photo/2020/04/02/06/19/atomic-4993662\\_960\\_720.png](https://cdn.pixabay.com/photo/2020/04/02/06/19/atomic-4993662_960_720.png)

Segundo a proposição de Bohr cada estado estacionário era correspondente a um nível de energia. O nível de menor energia foi denominado de estado fundamental e os demais níveis chamados de estados excitados.

O elétron ao passar de um nível energético para outro, realizava um salto quântico podendo absorver ou emitir energia. Para o elétron saltar de um nível menos energético para um nível de maior energia este, deveria absorver um fóton de energia para o processo inverso ele deveria emitir um fóton.

O modelo atômico de Bohr não leva em consideração o princípio de incerteza de Heisenberg no qual é impossível medir simultaneamente a posição exata e o momento exato de uma partícula logo, se não é possível encontrar exatamente o elétron em sua trajetória não seria possível representar os níveis de energia por linhas, como é feito no modelo de Bohr.

O modelo atual é um aperfeiçoamento do modelo de Bohr levando em consideração o princípio da incerteza de Heisenberg, a dualidade onda-partícula de Louis De Broglie e as contribuições de Schrödinger. Em 1924, Louis de Broglie forneceu uma explicação para as orbitas discretizadas do modelo de Bohr, baseado na dualidade onda-partícula. De acordo com o princípio da dualidade, o elétron ora se comporta como partícula, ora como uma onda. Para Baker (2015), a matéria, bem como para a radiação, em particular a luz, precisamos introduzir ao mesmo tempo o conceito de corpúsculo e o conceito de onda.

Schrödinger decidiu descrever o elétron matematicamente como uma onda tridimensional, ele descreveu uma equação na qual descrevia a chance de uma partícula se comportar como onda em certo lugar, utilizando física ondulatória e probabilidade. Esta equação previa corretamente os comprimentos de onda das linhas espectrais do hidrogênio (BAKER, 2015).

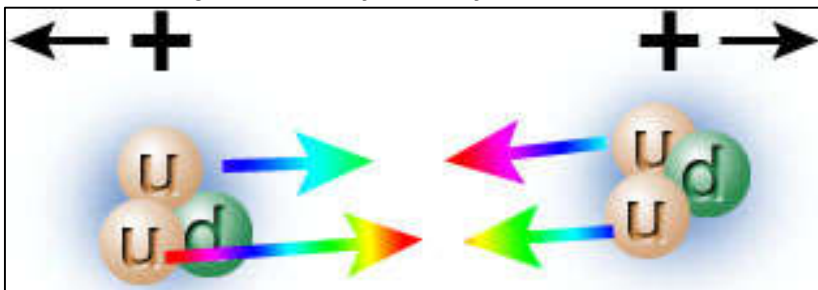
## 5 FORÇAS FUNDAMENTAIS DA NATUREZA

Sabe-se que há quatro forças fundamentais na natureza e que todos os fenômenos naturais podem ser descritos por elas. Em ordem decrescente de intensidade tais forças são: a nuclear forte, a eletromagnética, a nuclear fraca e a força gravitacional.

A força nuclear forte é a responsável pela estabilidade dos núcleos atômicos, permitindo, por exemplo que prótons, partículas dotadas de carga elétrica positiva mantenham-se coesos dentro do núcleo atômico. A força nuclear mantém os núcleons unidos, tem um alcance muito curto e é desprezível para separações maiores do que aproximadamente 2 fm, tamanho aproximado do núcleo (SERWAY, 2010).

A explicação para que prótons e nêutrons mantenham-se presos no núcleo é que a força forte entre os quarks de prótons diferentes é suficiente para superar a força eletromagnética. A figura a seguir ilustra essa situação conhecida como interação forte residual.

Figura 6 – Ilustração da força forte residual;



Fonte: The Particle Adventure. Disponível em:

[https://physicsmasterclasses.org/exercises/hands-on-cern/hoc\\_v21pt/rollover/ro\\_pimesonkraft\\_1.jpg](https://physicsmasterclasses.org/exercises/hands-on-cern/hoc_v21pt/rollover/ro_pimesonkraft_1.jpg)

O núcleo atômico é formado por prótons e nêutrons mantidos juntos. É sabido que cargas de mesmo sinal repelem-se logo, como os nêutrons não tem carga, os prótons são carregados positivamente apresentam uma interação eletromagnética repulsiva o que deveria causar uma desintegração do núcleo, no entanto isso não ocorre o núcleo mantém-se coeso devido a interação forte residual ser mais intensa que a força eletromagnética.

A força eletromagnética explica a atração e repulsão entre os polos magnéticos, entre partículas dotadas de carga elétrica e entre essas partículas e campos elétricos e magnéticos. Essencialmente a força eletromagnética é a

responsável pela interação entre partículas carregadas: o próton e o elétron, quem faz essa intermediação é o fóton (ABDALLA, 2006).

De acordo com a interação eletromagnética a intensidade da força de atração ou repulsão entre duas cargas pode ser calculada por:

$$F_e = K \frac{Qq}{d^2} \quad 1$$

Para esta equação o valor da constante eletrostática (K), depende do meio onde se encontram as cargas e é definida em unidades do Sistema Internacional por:

$$K = \frac{1}{4\pi\epsilon} \quad 2$$

sendo,  $\epsilon$  a permissividade absoluta.

A força fraca é responsável pelo decaimento relativamente lento de partículas como nêutrons e múons e também por todas reações envolvendo neutrinos (MOREIRA, 2011).

De acordo com Biscola, Bôas e Doca (2016), a força nuclear fraca, de descrição estritamente quântica, é responsável pela degradação radioativa de certos núcleos atômicos. Em particular essa força rege o processo de decaimento beta. Quaisquer corpo que possuem massa atraem-se mutuamente. Esta é a chamada interação gravitacional que diminui de intensidade quanto maior for a distância entre os corpos (OSTERMANN, 2001).

A interação gravitacional é uma interação atrativa de longo alcance (estende-se ao infinito), a seguir é apresentada a equação matemática que permite calcular a interação gravitacional entre dois corpos.

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \quad 3$$

onde G, representa a contante de gravitação universal e seu valor é de  $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ newton} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$ .

Para cada tipo de força tem-se uma partícula mediadora responsável pela força, no caso da força forte a partícula mediadora é denominada de glúons, os mediadores da força eletromagnética são os fótons. As partículas W e Z, são responsáveis pela força fraca e o graviton partícula mediadora da força gravitacional.

As partículas mediadoras são responsáveis por intermediar as interações fundamentais da natureza.



## 6 FÍSICA DAS PARTICULAS ELEMENTARES

Para os cientistas até 1932, as partículas constituintes dos átomos eram prótons, nêutrons e elétrons. Como naquela época essas eram as menores partículas que se tinha o conhecimento elas foram chamadas de partículas elementares. Posteriormente, os físicos descobriram que prótons e nêutrons são compostos de partículas ainda menores denominadas quarks.

Os físicos desenvolveram uma teoria denominada de Modelo Padrão, que visa descrever as partículas fundamentais e suas interações. Esta teoria teve grande progresso a partir de 1960, quando as pesquisas no ramo da física das partículas avançaram rapidamente e outras partículas elementares vieram à luz (FUKE E YAMAMOTO, 2016).

No modelo padrão a matéria que conhecemos é formada por três tipos de partículas, consideradas elementares a saber: quarks, léptons e partículas mediadoras.

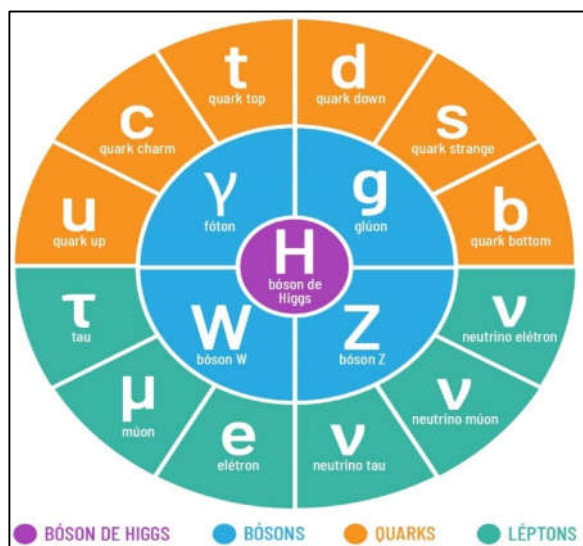
De acordo com a teoria do modelo padrão, aparentemente tudo que existe no universo é formado por seis tipos de quarks (up, charm, top, down, strange e bottom), seis tipos de léptons (tau, múon, elétron, neutrino do tau, neutrino do múon e neutrino do elétron), além dos quatro tipos de bósons que são partículas mediadoras transmissoras das forças (fóton, glúon, bóson W, bóson Z), mais o bóson de Higgs.

O bóson de Higgs foi predito em 1964 pelo físico britânico Peter Higgs. O Higgs representa a chave para explicar a origem da massa das outras partículas elementares da natureza (PIMENTA *et al*, 2013).

Os quark e léptons são férmions, que por sua vez é qualquer partícula que apresenta spin semi-inteiro.

Os bósons são partículas que apresentam spin inteiro. A seguir as partículas elementares segundo a teoria do modelo padrão de partículas.

Figura 7 – Partículas do Modelo Padrão da Física de Partículas.



Fonte: [https://i0.wp.com/jornal.usp.br/wp-](https://i0.wp.com/jornal.usp.br/wp-content/uploads/2019/07/20190820_info_modelo_padra%CC%83o.jpg?w=2400&ssl=1)

[content/uploads/2019/07/20190820\\_info\\_modelo\\_padra%CC%83o.jpg?w=2400&ssl=1](https://i0.wp.com/jornal.usp.br/wp-content/uploads/2019/07/20190820_info_modelo_padra%CC%83o.jpg?w=2400&ssl=1)

Segundo Serway (2010), os cientistas acreditam agora que as partículas elementares de fato estão em três categorias: léptons, quarks e partículas de campo. Quarks e léptons têm spin  $\frac{1}{2}$  e, portanto, são férmions, enquanto as partículas de campo têm spin 1 ou acima disto e são bósons.

Spin é a propriedade associada ao movimento de rotação devido a velocidade angular em torno do seu próprio eixo e que independe de sua velocidade linear (ABDALLA, 2006).

De acordo com Pires (2011), os léptons são partículas que parecem ser simples, sem estrutura (isto é, sem tamanho discernível), pontuais, indivisível e portando, tanto quanto sabemos, verdadeiramente fundamentais.

Os léptons até hoje identificados são: o elétron ( $e$ ), o múon ( $\mu$ ) e o taúon ( $\tau$ ), estes apresentam a mesma carga e spin do elétron diferindo na massa além destes existem o neutrino do elétron ( $\nu_e$ ), o neutrino do múon ( $\nu_\mu$ ) e o neutrino do taúon ( $\nu_\tau$ ).

Para cada lépton existe um antilépton com a mesma massa porem carga oposta. Assim como os léptons existem 6 tipos de quarks ou sabores conhecido até hoje denominados de quarks *up*, *down*, *charm*, *strange*, *bottom* e *top*.

## 7 ORGANIZAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A metodologia utilizada no desenvolvimento desta SD foi a SAI, cujo objetivo durante o processo de ensino aprendizagem é possibilitar ao aprendiz uma maior autonomia e participação, tornando-o protagonista do seu próprio saber.

Desse modo, a sequência didática envolve diferentes atividades as quais podem ser divididas em cinco etapas. Cada etapa é composta por duas aulas de 45 minutos.

Para o desenvolvimento de cada etapa, o professor deve elaborar o seu próprio material e/ou faça a seleção de bons vídeos educativos disponíveis na internet, (há muitos na plataforma do *YouTube*) sobre a temática a ser estudada e disponibilize no ambiente virtual de aprendizagem escolhido. Para o desenvolvimento da segunda, terceira e quarta etapa, de acordo com a metodologia da SAI, leve em consideração os três momentos:

O **primeiro momento** corresponde a elaboração e organização do conteúdo de a ser ministrado para os alunos. Neste, o professor confecciona os textos dos assuntos que serão abordados, faça a curadoria de bons vídeos educativos existentes na internet ou grave os seus próprios vídeos além disso elabore as atividades referentes aos materiais de estudo disponibilizados no ambiente virtual de aprendizagem.

O **segundo momento** diz respeito ao período de estudo dos alunos de todo material postado no ambiente virtual. Para este momento os alunos terão um intervalo de uma semana entre uma aula e a aula seguinte para realizar o estudo de todo material, solicite á eles que durante o estudo façam as anotações das partes que jugarem ser importantes bem como as eventuais dúvidas que forem surgindo neste momento.

Finalmente o **terceiro momento** acontecerá em sala de aula. Nesta etapa os primeiros minutos de cada aula realize a atividade de aquecimento com o objetivo de sanar as dúvidas em seguida sugiro fazer uma breve revisão do conteúdo.

A tabela 1 apresenta divisão desta SD levando em consideração as atividades desenvolvidas e o tempo de execução, posteriormente será feito a descrição do desenvolvimento de cada etapa.

Tabela 1 – Síntese da sequência didática utilizada.

<b>Etapa</b>	<b>Descrição das Atividades</b>	<b>Tempo de duração</b>
1	Apresentação da metodologia e aplicação dos questionários: Sondagem e pré-teste.	1,5 horas
2	Estudo sobre o conteúdo teorias atômicas.	1,5 horas
3	Estudo do tópico forças fundamentais da natureza.	1,5 horas
4	Estudo da teoria modelo padrão de partículas.	1,5 horas
5	Aplicação dos questionários: pós-teste e de opinião.	1,5 horas

Fonte: Autor, 2021.

Em seguida apresento o relato das atividades didáticas desenvolvidas em cada uma das etapas que compõe a SD, utilizando a proposta da SAI para o estudo da temática escolhida. Acredita-se que, através desta estratégia, ocorra um progresso na apropriação dos conceitos estudados.

### **Etapa 1. Apresentação da proposta metodológica**

A primeira etapa da SD, tem por objetivo explicar a proposta metodológica da SAI, além disso mostrar aos alunos a importância do comprometimento com a sua aprendizagem. Após tais orientações sobre a proposta didática implementada na pesquisa, deve ser feita a aplicação de dois questionários.

O primeiro chamado de questionário de sondagem tem por finalidade averiguar a situação dos alunos em relação aos instrumentos tecnológicos como por exemplo telefone, *Notebook* e internet, ferramentas necessárias para implementação da proposta metodologia da SAI haja vista que, a SD apresenta atividades a serem realizadas dentro e fora da sala de aula que necessitam da utilização das tecnologias de informação e comunicação (TIC).

O material didático de apoio ao professor foi pensado com o propósito de trabalhar levando em consideração os subsunçores dos alunos sobre o tema a ser estudado.

Nesse sentido, o questionário denominado Pré-Teste é composto de 10 questões de múltipla escolha com uma alternativa correta em cada questão relacionadas aos assuntos a serem estudado. Sua aplicação tem como objetivo investigar os conhecimentos prévios dos alunos.

As teorias da aprendizagem significativa de Ausubel e a teoria de ensino em espiral, ambas as teorias usadas como referencial teórico deste trabalho, levam em consideração aquilo que o aluno já sabe sobre um conteúdo, ou seja, os conhecimentos prévios para a partir destes ser introduzido novos conceitos.

Após a aplicação dos questionários o professor faz as orientações sobre a necessidade de os alunos estudarem em casa com antecedência os matérias da aula seguinte disponibilizados no ambiente virtual da turma.

Nesse sentido foram disponibilizados vídeos sobre o tópico teorias atômicas e uma atividade sobre o conteúdo para a etapa seguinte.

## **Etapa 2. Tópico Teorias Atômicas**

Na segunda etapa foi tratado o tópico teorias atômicas com o objetivo de mostrar o processo evolutivo acerca do entendimento dos constituintes da matéria partindo da concepção que tinham os filósofos gregos chegando à concepção atual.

Após o estudo em casa do material sobre as teorias atômicas disponibilizados no AVA foi viabilizado no *Google Forms* uma atividade contendo 10 questões objetivas sobre o conteúdo para ser resolvida pelos alunos.

Na sala de aula inicialmente será feita a atividade de aquecimento, procurando sanar as dúvidas existente sobre o material estudado em seguida, sugiro fazer uma revisão, em harmonia com a teoria do ensino em espiral utilizando para este momento as perguntas da própria atividade realizada pelos alunos, momento de socialização dos resultados com toda a turma.

No final da aula faça as orientações acerca da próxima etapa da sequência didática.

## **Etapa 3. Interações fundamentais da natureza**

Para esta etapa o tópico trabalhado foi forças fundamentais da natureza que teve como objetivo apresentar as interações fundamentais da natureza: eletromagnética, forte, fraca e gravitacional destacando as partículas mediadoras de cada interação.

Após o estudo previamente dos vídeos sobre a temática, o professor em sala de aula realiza uma revisão do conteúdo e em seguida dividi a turma em grupos. Para

este momento cada grupo terá como tarefa a construção de um mapa conceitual sobre o tópico estudado.

Mapas conceituais são diagramas hierárquicos de conceitos e relações entre conceitos, que procuram refletir a estrutura conceitual hierárquica de um corpo de conhecimentos (MOREIRA, 2011). Os mapas de conceitos podem ser usados em diversas situações para diferente finalidade neste caso foi utilizado como uma ferramenta de avaliação da aprendizagem.

Vale ressaltar que nesta pesquisa no momento da realização da tarefa, foi criado uma sala virtual para cada grupo, dessa forma os integrantes de cada grupo puderam discutir e desenvolver a tarefa. As atividades desenvolvidas em grupo nesta SD tem como finalidade diminuir a sobrecarga cognitiva em simbiose com a TCC.

De acordo com esta teoria, o aprendizado colaborativo é mais eficiente para tarefas de aprendizagem complexas e solução de problemas que provavelmente excederão os recursos da memória de trabalho do indivíduo.

#### **Etapa 4. Teoria do modelo padrão de partículas**

Nesta etapa foi tratado o tópico modelo padrão de partículas com a finalidade de apresentar os constituintes elementares da matéria de acordo com a teoria modelo padrão além disso mostrar para os alunos como são realizadas as experiências para descobrir novas partículas.

No ambiente virtual de aprendizagem, foram disponibilizados três vídeos abordando a temática das partículas elementares segundo o MP e um vídeo referente as experiências realizadas nos aceleradores de partículas para ser estudado antes do encontro em sala de aula.

Segundo a teoria de ensino de Bruner, o processo de aprendizagem em espiral permitem que os alunos vejam os mesmos tópico várias vezes em diferentes níveis de profundidade e em diferentes modos de representação possibilitando ir de um conhecimento mais geral para específico, para isto inicia-se com conceitos simples e vai aprofundando acrescentando novas informações aos conceitos anteriores.

Nesse sentido esta SD iniciou com o estudo sobre os constituintes básicos da matéria que inicia com os filósofos gregos, abordado na etapa sendo retomado neste momento.

Na sala de aula a turma foi dividida em grupo e cada grupo discutiu sobre duas perguntas: Quais os constituintes elementares da matéria de acordo com o modelo padrão? Essa foi a primeira questão discutida e a segunda, como são realizadas as experiências para descobrir novas partículas? Posto isso na forma de problemas os alunos foram instigados a pensar sobre o assunto.

A discussão em grupo está em conformidade com o referencial teórico que dar suporte a esta SD, posteriormente o professor faz uma revisão sobre a temática utilizando um mapa conceitual. A utilização do mapa conceitual foi utilizado neste momento como ferramenta de aprendizagem e as atividades em grupo foram utilizados como estratégia com o objetivo de promover o aprendizado colaborativo, de acordo com a teoria da carga cognitiva para o estudo de tópicos complexos esta estratégia é bem avaliada.

#### **Etapa 5. Aplicação do Questionário pós-teste / Questionário de opinião**

Na última etapa desta SD aconteceu a aplicação do questionário denominado pós-teste contendo 10 questões de múltipla escolha tendo uma alternativa correta para cada questão.

O Pós-Teste foi realizado individualmente e a finalidade deste foi de investigar se houve uma melhora com relação a aprendizagem dos conteúdos ministrados durante o desenvolvimento deste produto. Vale ressaltar que as questões do pós-teste foram as mesmas do pré-teste.

Este momento foi concluído com a aplicação do questionário de opinião, utilizado para coletar informações dos alunos a respeito da forma como foram desenvolvidas as etapas deste produto e de posse dessas informações foi feita uma avaliação sobre a estratégia metodológica adotada levando em consideração os pontos positivos e negativos apontados pelos alunos para que nos trabalhos futuros sejam feitas as adaptações necessária para alcançar melhores resultados.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este produto educacional, foi desenvolvido em uma escola da rede pública estadual no município de Tucuruí-PA. A partir dos resultados obtidos, considera-se que a SD foi bem aceita pelos alunos participantes. Também os objetivos pretendidos foram alcançados de forma satisfatória.

Um ponto considerado negativo foi a falta de internet de boa qualidade em alguns momentos, isto certamente impediu que os resultados fossem melhores.

Diante do contexto atual, se faz necessário uma reflexão para a forma como a maioria das escolas brasileiras tem trabalhado o currículo de física.

Espera-se que esta pesquisa possa despertar o interesse para o desenvolvimento de outros trabalhos acerca do ensino de tópicos de Físico atuais, com o uso de SDs que privilegiem ferramentas tecnológicas, aliadas a metodologias ativas, que certamente permitirão o aprendiz ter uma participação mais ativa e uma aprendizagem mais eficiente.

Por fim, acredita-se que as contribuições deste trabalho possam auxiliar professores na aplicação de outros conteúdos durante a sua prática docente não somente em Física, mas também em outras disciplinas do currículo escolar.



## 9 REFERENCIAS

ABDALLA, M. C. B. **O discreto charme das partículas elementares**. UNESP, 2006.

BACICH, L.; NETO, A. T.; DE MELLO TREVISANI, F. **Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação**. Penso Editora, 2015.

BACICH, L.; MORAN, J. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Penso Editora, 2018.

BAKER, J. **Ideias de física quântica que você precisa conhecer**. Trad. Rafael Garcia. São Paulo: Planeta, 2015.

BARBOSA, F. G; FEITOSA, E. M. A; FORTE, C. M. S. **Química geral I**. 3. ed. Fortaleza : EdUECE, 2016.

BERGMANN, J.; SAMS, A. **Sala de aula invertida uma metodologia ativa de aprendizagem**. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

BISCOLA, G. J; BÔAS, N. V; DOCA, R. H. **Tópicos de física**. 18. Ed. São Paulo. Saraiva, 2012.

BORGES, T. S.; ALENCAR, G. **Metodologias ativas na promoção da formação crítica do estudante**: o uso das metodologias ativas como recurso didático na formação crítica do estudante do ensino superior. Cairu em revista, v. 3, n. 4, p. 119-143, 2014.

CAMARGO, F.; DAROS, T. **A sala de aula inovadora-estratégias pedagógicas para fomentar o aprendizado ativo**. Penso Editora, 2018.

GASPAR, A. **Compreendendo a física**. 3ª Edição. São Paulo: Ática, 2016.

HEWITT, P. **Física Conceitual**. Bookman Editora, 2015.

MOREIRA, M. A. **Física de Partículas**: uma abordagem conceitual e epistemológica. São Paulo: editora livraria da física, v. 3, p. 4, 2011.  
**O modelo padrão**. Disponível em: < <https://home.cern/science/physics/standard-model> >. Acesso em: 04 de abr. de 2022.

**Modelo Padrão**. Disponível em: <https://jornal.usp.br/ciencias/ciencias-exatas-e-da-terra/menor-acelerador-de-particulas-do-mundo-passa-por-um-upgrade-o-que-vem-por-ai/>. Acesso em:08 de Abr 2022.

OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. H. **Um pôster para ensinar Física de Partículas na escola**. Física na escola. São Paulo. Vol. 2, n. 1 (maio 2001), p. 13-18, 2001.

PIMENTA, J. JR. M. *et al.* **O bóson de Higgs**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 35, n. 2, p. 1-14, 2013.

PIRES, A. S. T. ***Evolução das ideias da física***. 2.ed. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

PREPARA ENEM. ***O átomo de Rutherford***. Disponível em: <https://www.preparaenem.com/quimica/o-atomo-rutherford.htm>. Acesso em: 04. Abr 2022.

RUSSEL, J. B. ***Química Geral***, Volume 1, 2.ª Edição. 1994.

SCHMITZ, E. X. S. *et al.* ***Sala de aula invertida***: uma abordagem para combinar metodologias ativas e engajar alunos no processo de ensino-aprendizagem. 2016.

SCHNEIDERS, L. A. ***O método da sala de aula invertida (flipped Classroom)***. Lajeado: ed. da UNIVATES, 2018.

SERWAY, R. A.; JOHN JR, W. ***PRINCÍPIOS DE FÍSICA - ÓPTICA E FÍSICA MODERNA***-VOLUME 4. Cengage Learning Edições Ltda., 2010.

YAMAMOTO, K.; FUKU, Luiz Felipe. Física para o ensino médio: Eletricidade e Física Moderna. Editora: Saraiva, 4ª ed. São Paulo, 2016.

## APÊNDICE A

### AULA 1 - TESTE DE SONDAGEM

**I. Conteúdo:** Conhecimentos diversos da realidade do aluno.

**II. Objetivo:**

- Levantar informações sobre a realidade dos alunos consideradas relevantes para a aplicação da metodológica da sala de aula invertida durante o estudo dos conteúdos teoria atômica, forças fundamentais da natureza, modelo padrão de partículas.

**III. Duração:** 45 minutos.

**IV. Recursos didáticos:** AVA (*Google Forms*).

**V. Desenvolvimento da aula:** O questionário de sondagem foi criado utilizando o *Google Forms* e foi disponibilizado no AVA para que no momento da aula virtual síncrona os alunos respondam o questionário.

**VI. Questionário de Sondagem:**

Dados pessoais e da escola

Nome da escola:

Nome do aluno:

Série:

E-mail:

Série (ensino médio)

1º ano     2º ano     3º ano

01- Na sua casa tem celular?

sim                       não

02- Na sua casa tem computador

sim                       não

03- Na sua residência tem internet?

sim                       não

04 – Se você tem internet na sua residência qual o tipo de conexão?

wifi                       cabo                       chip de celular

05- Você tem acesso a internet diariamente?

sim                       não

06- Você usa a internet para estudos?

sim                       não

07- Conhece alguma plataforma de ensino?

sim                       não

08- Você é acostumado a estudar sozinho(a) em casa?

sim                       não

09- Costuma estudar os conteúdos antecipados em casa?

sim                       não

10- Onde as dúvidas são maiores, quando você está estudando?

na escola                       em casa

11 – Você tem cadastro em redes sociais?

sim                       não

12- Caso tenha quais redes sociais você mais utiliza?

facebook                       whatsapp                       Instagram                       outros

13 – Para que você mais utiliza o *notebook* ou o celular

pesquisas de trabalho na internet                       acessar as redes sociais  
 jogos online                       Outros

14 – Você leva celular ou outro equipamento de comunicação para a escola?

Sim                       Não

15 – A escola permite o uso de celular por alunos na escola?

Sim                       Não

**AULA 1 - PRÉ-TESTE/PÓS-TESTE**

**I. Conteúdo:** teoria atômica, forças fundamentais da natureza, modelo padrão de partículas.

**II. Objetivo:**

- 1 Diagnosticar os conhecimentos prévios dos alunos sobre os conteúdos teoria atômica, forças fundamentais da natureza, modelo padrão de partículas que serão ministrados posteriormente.

**III. Duração:** 45 minutos para cada teste.

**IV. Recursos didáticos:** AVA / *Google Forms* / *notebook* / celular.

**V. Desenvolvimento da aula:** O questionário intitulado de pré-teste/pós-teste é o mesmo, cuja finalidade é verificar a evolução das aprendizagens dos alunos no início e no final da aplicação da SD e foi criado utilizando o Google Forms e disponibilizado no AVA para que no 1º momento no horário da aula virtual síncrona os alunos respondam e também no 5º momento.

**VI. Questionário de conhecimentos prévios sobre teoria atômica, forças da natureza e modelo padrão de partículas:** Apresenta como objetivo averiguar os conhecimentos prévios dos alunos acerca da temática.

Nome da Escola: \_\_\_\_\_  
Nome do aluno: \_\_\_\_\_  
Série: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_

### **Pré-Teste/Pós-Teste**

1 - A estrutura básica da matéria sempre foi motivo de curiosidades para filósofos e cientistas. De acordo com os seus conhecimentos, quais são as partículas elementares constituintes da matéria?

- a. Prótons, nêutrons e elétrons.
- b. Elétrons apenas.
- c. **Elétrons e quarks.**
- d. Os elementos químicos.
- e. Nenhuma das anteriores.

Gabarito letra C.

2 - O Modelo Padrão de Partículas é uma teoria das mais sofisticadas que tenta descrever a natureza da matéria, identificando as partículas básicas. O modelo padrão de partículas pode ser subdividido em dois grupos. São eles:

- a. hádrons e léptons.
- b. **bósons e férmions.**
- c. mésons e bárions.
- d. táuons e múons.
- e. bósons e quarks.

Gabarito letra B.

3 - Os léptons, palavra que em grego significa "leve", são partículas que não são formadas por quarks. Assinale a alternativa abaixo que apresenta somente léptons:

- a. Nêutrons, prótons e elétrons
- b. **Elétrons, múons e táuons**
- c. Fótons, bósons de Higgs e glúons
- d. Neutrinos, quarks e bósons Z e W
- e. Nêutrons e neutrinos

Gabarito letra B.

4 - James Clerk Maxwell (1831-1879) descreveu, em sua teoria sobre o eletromagnetismo, que cargas elétricas acelerada emitem radiação eletromagnética e, conseqüentemente, energia eletromagnética. Como os elétrons no modelo de Rutherford possuem uma aceleração resultante radial, deveriam emitir energia e, com isso, sua velocidade tenderia a diminuir a cada volta. Neste caso, sua trajetória tenderia a diminuir de raio até o colapso do átomo. Sabemos que essa situação não é a que ocorre na natureza e, por isso, o átomo de Rutherford precisou passar por uma reformulação. Foi Niels Bohr que, em 1913, resolveu esse problema. Assinale a alternativa que mostra a modificação feita por Bohr para adequar o modelo de Rutherford a essa realidade experimental.

- a. Os elétrons podem ocupar qualquer posição ao redor do núcleo sem emitir energia.
- b. **Os elétrons só podem ocupar posições bem definidas, chamadas de estados estacionários, onde não perdem energia.**

- c. Os elétrons não perdem energia ao passar de um orbital para outro.
- d. Os elétrons não obedecem à lei de conservação da energia.
- e. Os elétrons não podem emitir radiação eletromagnética.

Gabarito letra B.

5 - (Ufla-MG) No modelo atômico atual, o nêutron tem a seguinte composição (u, d, d), na qual (u) representa o quark up e (d) representa o quark down. O quark up (u) tem carga elétrica positiva e igual a  $\frac{2}{3}$  do valor da carga elétrica do elétron. A alternativa que apresenta corretamente a carga elétrica do quark down (d) é:

- a. carga positiva e igual a  $\frac{1}{3}$  do valor da carga elétrica do elétron.
- b. carga positiva e igual a  $\frac{2}{3}$  do valor da carga elétrica do elétron.
- c. carga negativa e igual a  $\frac{1}{3}$  do valor da carga elétrica do elétron.
- d. carga negativa e igual a  $\frac{2}{3}$  do valor da carga elétrica do elétron.
- e. carga nula.

Gabarito letra C.

6 - (PUC - RS) O átomo, na visão de Thomson, é constituído de:

- a. níveis e subníveis de energia.
- b. cargas positivas e negativas.
- c. núcleo e eletrosfera.
- d. grandes espaços vazios.
- e. orbitais.

Gabarito letra B.

7- (ESPM-SP) O átomo de Rutherford (1911) foi comparado ao sistema planetário (o núcleo atômico representa o sol e a eletrosfera, os planetas): Eletrosfera é a região do átomo que:

- a. contém as partículas de carga elétrica negativa.
- b. contém as partículas de carga elétrica positiva.
- c. contém nêutrons.
- d. concentra praticamente toda a massa do átomo.
- e. contém prótons e nêutrons.

Gabarito letra A.

8 - De acordo com o modelo padrão de partículas, assinale a alternativa que apresenta somente partículas elementares:

- a. Elétrons e quarks
- b. Nêutrons e prótons
- c. Átomos e moléculas
- d. Múons e nêutrons
- e. Táuons e prótons

Gabarito letra A.

9 - Os bárions são partículas formadas pela ligação de, no mínimo, três quarks marque a opção, entre as alternativas abaixo, que apresenta apenas bárions:

- a. Fótons e glúons
- b. Prótons e elétrons
- c. Nêutrons e prótons
- d. Neutrinos e nêutrons
- e. Glúons e bósons de Higgs

Gabarito letra C.

10 - O LHC (*Large Hadron Collider*), maior acelerador de partículas do mundo, foi inaugurado em setembro de 2008, após 20 anos de intenso trabalho. Sua função é acelerar feixes de partículas, de tal forma que estes atinjam uma velocidade estimada em cerca de 99,99% da velocidade da luz. A colisão entre prótons será tão violenta que a expectativa é de se obterem condições próximas às aquelas que existiram logo após o Big Bang. A primeira missão desse novo acelerador é estudar partículas indivisíveis (elementares) e as forças (interações) que agem sobre elas. Quanto às forças, há quatro delas no Universo:

- I. a....., responsável por manter o núcleo atômico coeso;
- II. a....., que age quando uma partícula se transforma em outra;
- III. a....., que atua quando cargas elétricas estão envolvidas.
- IV. a quarta força é a .....(a primeira conhecida pelo ser humano).

BEDIAGA, I. LHC: o colosso criador e esmagador de matéria. *Ciência. Hoje*. n. 247, v. 42. abr. 2008. p. 40.

No texto, foram omitidas as expressões correspondentes às nomenclaturas das quatro forças fundamentais da natureza, de acordo com a teoria mais aceita no meio científico hoje. Assinale a alternativa que apresenta, correta e respectivamente, os nomes dessas forças.

- a. Força gravitacional, força nuclear fraca, força eletromagnética e força nuclear forte
- b. Força nuclear forte, força eletromagnética, força nuclear fraca e força gravitacional
- c. **Força nuclear forte, força nuclear fraca, força eletromagnética e força gravitacional**
- d. Força gravitacional, força nuclear forte, força eletromagnética e força nuclear fraca
- e. Força nuclear fraca, força gravitacional, força nuclear forte e força eletromagnética .

Gabarito letra C.



## APÊNDICE B

### AULA 02 – Teoria Atômica

**I. Conteúdo:** Breve revisão sobre a teoria atômica desde os filósofos gregos ao modelo atômico atual.

**II. Objetivo:** Estudar a evolução do processo de construção a cerca da concepção da ideia de átomo, levando em consideração as teorias atômicas elaboradas desde os gregos a teoria atual.

**III. Duração:** 90 minutos.

**IV. Recursos didáticos:** AVA / *Google Forms* / *notebook* / celular.

#### **V. Desenvolvimento da aula:**

1º Etapa (Fora da sala de aula).

- O professor organiza o conteúdo a ser estudado pelo aluno;
- O professor faz a curadoria de bons vídeos educativos já existentes na internet na plataforma do *YouTube*.

2ª Etapa (AVA).

- Todo o material para ser estudado pelos alunos, será postado na plataforma Google sala de aula;
- Os alunos terão um período de 7 dias para fazer o estudo do material postado no ambiente virtual;
- Após ser feito o estudo do material será solicitado aos alunos nesse período que respondam uma atividade referente aos vídeos postado na plataforma;

3ª Etapa (Aula Virtual Síncrona).

#### **Na sala de aula virtual**

- Os primeiros minutos da aula será feito a atividade de aquecimento onde será sanada as dúvidas sobre o conteúdo estudado e o professor aproveitará o momento para fazer uma breve revisão do conteúdo;
- Posteriormente será feito, a socialização dos resultados da atividade.

#### **VI. Teste de vídeo: Teorias Atômicas**

**Link do Vídeo 1:** <https://www.youtube.com/watch?v=IDrKlqubzdw>

**Sinopse do Vídeo:** Neste vídeo do canal Descomplica, é feito uma explicação dos Modelos Atômicos de Dalton, Thomson, Rutherford, Rutherford-Bohr e as Partículas

Subatômicas de um jeito fácil.

**Duração do vídeo:** 4 minutos e 37 segundos.

**Link do Vídeo 2:** <https://www.youtube.com/watch?v=MtBbVt7eInE>

**Sinopse do Vídeo:** Nesse vídeo do canal *Stoodj*, o prof. Igor trata da temática atômica, explicando, os modelos de Dalton, Thomson, Rutherford e Rutherford-Bohr.

**Duração do Vídeo:** 6 minutos e 54 segundos.

**Link do Vídeo 3:** <https://www.youtube.com/watch?v=6xorXFXqM3U>

**Sinopse do Vídeo:** O modelo atômico atual surgiu porque o modelo de Bohr tinha limitações graves do ponto de vista científico. O modelo dele servia somente para átomos hidrogenóides, além disso ele se utilizou de uma imposição matemática que precisava de uma justificativa. Podemos dizer que Bohr utilizou a teoria correta, mas justificou com a matemática "errada". Daí surgiu a mecânica quântica. Este vídeo do canal mapa de química, explica os principais conceitos da mecânica quântica de forma ilustrativa e animada.

**Duração do Vídeo:** 8 minutos e 49 segundos.



Nome da Escola: \_\_\_\_\_

Nome do (a) Professor (a): \_\_\_\_\_

Nome do (a) Aluno (a): \_\_\_\_\_

Série/Turma: \_\_\_\_\_

### ATIVIDADE DE APLICAÇÃO

**QUESTÃO 01-UFTM-MG** - O ser humano, desde a Antiguidade, questionou-se a respeito do que é feito o mundo em que vive. As primeiras ideias que explicavam essa indagação datam do século V a.C. quando os filósofos gregos elaboraram as primeiras noções a respeito da natureza do mundo que os cercava. Um dos pensamentos mais antigos de que se tem registro em relação à matéria é dado por Demócrito e Leucipo. Eles afirmavam que:

- tudo que existia era formado por fogo, água, terra e ar.
- a matéria possui carga positiva e negativa.
- qualquer material poderia ser dividido infinitamente.
- um material transforma-se em outro após algum tempo.
- a matéria é formada por pequenas partes indivisíveis.

Gabarito letra E.

**QUESTÃO 02** - Qual das afirmativas a seguir melhor descreve o comportamento de um elétron, comparado com partículas e ondas tradicionais?

- É uma partícula que, em certas circunstâncias especiais, se comporta como uma onda.
- É uma onda que, em certas circunstâncias, se comporta como partícula.
- À medida que passa o tempo, ora se comporta como partícula, ora como onda.
- É uma partícula que anda em torno do núcleo, numa trajetória ondulada.
- Seu comportamento pode ser interpretado como o de partícula ou de onda.

Gabarito letra E.

**QUESTÃO 03** - O átomo, na visão de Thomson, é constituído de:

- níveis e subníveis de energia.
- cargas positivas e negativas.
- núcleo e eletrosfera.
- grandes espaços vazios.
- orbitais.

Gabarito letra B.

**QUESTÃO 04** - (UFPA-PA) O modelo probabilístico utilizado para o problema velocidade-posição do elétron é uma consequência do princípio de:

- Bohr
- Aufbau
- De Broglie
- Heisenberg
- Pauling

Gabarito letra D.

**QUESTÃO 05** - A lâmpada de vapor de sódio, utilizada na iluminação pública, emite luz amarela. Esse fenômeno ocorre, porque o átomo emite energia quando o elétron

- a. **passa de um nível de energia mais externo para um mais interno.**
- b. passa de um nível mais interno para um mais externo.
- c. colide com o núcleo.
- d. é removido do átomo para formar um cátion.
- e. permanece em movimento em um mesmo nível de energia.

**Gabarito letra A.**

**QUESTÃO 06** - O elétron foi descoberto por Thomson no fim do século XIX, o que lhe rendeu o Prêmio Nobel. Qual a característica do modelo atômico proposta por ele?

- a. O átomo é indivisível.
- b. Os elétrons ocupam orbitais com energias bem definidas.
- c. O átomo sofre decaimento radioativo naturalmente.
- d. **O átomo é maciço e poderia ser associado a um "pudim de passas".**
- e. N.D.A

**Gabarito letra D.**

**QUESTÃO 07** - UCBA - Uma semelhança entre os modelos atômicos de Dalton e de Thomson está no fato de ambos considerarem que o átomo

- a. **é maciço.**
- b. é constituído por prótons, nêutrons e elétrons.
- c. apresenta elétrons em camadas.
- d. é semelhante ao Sistema Solar.
- e. apresenta núcleo e eletrosfera.

**Gabarito letra A.**

**QUESTÃO 08** - (ESPM-SP) O átomo de Rutherford (1911) foi comparado ao sistema planetário (o núcleo atômico representa o sol e a eletrosfera, os planetas): Eletrosfera é a região do átomo que:

- a. **contém as partículas de carga elétrica negativa.**
- b. contém as partículas de carga elétrica positiva.
- c. contém nêutrons.
- d. concentra praticamente toda a massa do átomo.
- e. contém prótons e nêutrons.

**Gabarito letra A.**

**QUESTÃO 09** - O colorido dos fogos de artifício resulta da absorção ou da emissão de energia pelos elétrons. Ao absorverem energia, os elétrons saltam de uma órbita de energia mais baixa para outra mais elevada. Ao retornarem a órbitas de menor energia, emitem radiação eletromagnética, ou seja, de determinada frequência. A cor (frequência) da luz emitida depende dos átomos cujos elétrons são excitados. É correto afirmar que esse fenômeno pode ser explicado, satisfatoriamente, pelo modelo atômico de

- a. **Bohr.**
- b. Dalton.
- c. Rutherford.
- d. Thomson.

e. Newton.

Gabarito letra A.

**QUESTÃO 10** - Rutherford, ao fazer incidir partículas radioativas em lâmina metálica de ouro, observou que a maioria das partículas atravessava a lâmina, algumas desviavam e poucas refletiam. Assinale, dentre as afirmações a seguir, aquela que não reflete as conclusões de Rutherford sobre o átomo.

- a. Os átomos são esferas maciças e indestrutíveis.
- b. No átomo há grandes espaços vazios.
- c. No centro do átomo existe um núcleo pequeno e denso.
- d. O núcleo do átomo tem carga positiva.
- e. Os elétrons giram ao redor do núcleo para equilibrar a carga positiva.

Gabarito letra A.

## APÊNDICE C

<b>AULA 03 - Forças fundamentais da natureza</b>
<b>I. Conteúdo:</b> força eletromagnética, forte, fraca e gravitacional.
<b>II. Objetivo:</b> Apresentar as interações fundamentais da natureza e suas partículas mediadoras.
<b>III. Duração:</b> 90 minutos.
<b>IV. Recursos didáticos:</b> AVA / <i>Google Forms</i> / <i>notebook</i> / celular.
<p><b>V. Desenvolvimento da aula:</b></p> <p style="padding-left: 20px;">1º Etapa (Fora da sala de aula)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• O professor organiza o conteúdo a ser estudado pelo aluno;</li> <li>• O professor faz a curadoria dos vídeos já existentes na internet;</li> <li>• Todo material sobre as forças fundamentais da natureza para ser estudado pelo aluno será postado na plataforma Google sala de aula;</li> <li>• A turma terá quatro dias para estudar o conteúdo no AVA;</li> </ul> <p style="padding-left: 20px;">2ª Etapa (AVA)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Todo o material para ser estudado pelos alunos, será postado na plataforma Google sala de aula;</li> <li>• Os alunos terão um período de 7 dias para fazer o estudo do material postado no ambiente virtual;</li> <li>• Solicitar aos alunos que no momento que assistirem aos vídeos façam anotações do que julgarem relevante e das dúvidas.</li> </ul> <p style="padding-left: 20px;">3ª Etapa (Aula Virtual Síncrona)</p> <p style="padding-left: 40px;"><b>Na sala de aula virtual</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A priori atividade de aquecimento;</li> <li>• Formar grupos com quatro alunos integrantes;</li> </ul> <p>Cada grupo terá que construir um mapa mental sobre as forças fundamentais da natureza.</p> <p><b>VI . Link dos vídeos sobre teorias atômicas utilizados nesta etapa:</b></p> <p><b>Link do Vídeo 1:</b> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=Niyx6qsLhv0">https://www.youtube.com/watch?v=Niyx6qsLhv0</a></p> <p><b>Sinopse do Vídeo:</b> Quais são as interações fundamentais da natureza que explicam como os eventos ocorrem? Neste 4º vídeo da série "Em busca do constituinte</p>

fundamental", trata-se sobre estas interações e como elas funcionam.

**Duração do Vídeo:** 9 minutos e 26 segundos.

**Link do Vídeo 2:** [https://www.youtube.com/watch?v=r7-cy\\_EuYpc](https://www.youtube.com/watch?v=r7-cy_EuYpc)

**Sinopse do Vídeo:** Nesse vídeo é explorado as 4 forças fundamentais e seus papéis na natureza e por fim, fala-se de uma unificação das forças.

**Duração do Vídeo:** Aproximadamente 9 minutos.

Todos os vídeos tratam do tópico teorias atômicas e foram disponibilizados na AVA para ser estudado pelos alunos participantes da pesquisa.



## APÊNDICE D

### AULA 04 – Modelo padrão de Partículas

**I. Conteúdo:** Partículas elementares e Modelo Padrão.

**II. Objetivos:**

1. Apresentar os constituintes elementares da matéria segundo a teoria do modelo Padrão
2. Mostrar como são realizados os experimentos para o descobrimento de novas partículas.

**III. Duração:** 90 minutos.

**IV. Recursos didáticos:** AVA / Google Forms / notebook / celular.

**V. Desenvolvimento da aula:**

1º Etapa (Fora da sala de aula)

- O professor organiza o conteúdo a ser estudado pelo aluno;
- O professor faz a curadoria dos vídeos já existentes na internet;
- Todo material sobre as forças fundamentais da natureza para ser estudado pelo aluno será postado na plataforma Google sala de aula;
- A turma terá 7 dias para estudar o conteúdo no AVA;
- Será postado na plataforma Google sala de aula o conteúdo sobre partículas elementares do modelo padrão.

2ª Etapa (AVA)

- Todo o material para ser estudado pelos alunos, será postado na plataforma Google sala de aula;
- Os alunos terão um período de 7 dias para fazer o estudo do material postado no ambiente virtual.

3ª Etapa (Aula Virtual Síncrona)

**1. Na sala de aula virtual**

- Inicialmente atividade de aquecimento (sanar as dúvidas revisando o conteúdo);
- Dividir a turma em grupos;
- Responder aos questionamentos sobre o conteúdo tratado;

Após a resolução das perguntas será feito o reforço da aprendizagem.

**VI. Teste de vídeo: Partículas elementares; Modelo padrão de partículas; LHC.**

**Link do Vídeo 1:** <https://www.youtube.com/watch?v=0wniWqjw8>

**Sinopse do Vídeo:** Para uma compreensão melhor de como a matéria e a energia é formada, a física através da teoria do modelo padrão definiu todas as partículas em categorias como Bósons e Férmions

**Duração do Vídeo:** 7 minutos e 52 segundos.

**Link do Vídeo 2:** <https://www.youtube.com/watch?v=88ksNaLSF3Q>

**Sinopse do Vídeo:** O vídeo trata da teoria modelo padrão, elencando as partículas fundamentais, dividindo em três categorias: bósons, quarks e léptons. Além disso o vídeo apresenta uma outra divisão para as partículas de acordo com o modelo padrão a saber: férmions e bósons.

**Duração do Vídeo:** aproximadamente 6 minutos.

**Link do Vídeo 3:** <https://www.youtube.com/watch?v=PyW0FI4-Toc>

**Sinopse do Vídeo:** Neste vídeo o último episódio da serie, A busca pelo constituinte fundamental, trata de agrupar as partículas de acordo com o Modelo Padrão e para isso faz uso de uma analogia com a natureza, com a floresta e à esse episódio foi denominado de Selva de Partículas.

**Duração do Vídeo:** 7 minutos e 41 segundos.

**Link do Vídeo 4:** <https://www.youtube.com/watch?v=74NjzNHeAq8>

**Sinopse do Vídeo:** Neste vídeo do canal mundo das curiosidades, o autor explica de forma resumida como funciona um acelerador de partículas e como são feitas as experiências para descobrir novas partículas.

**Duração do Vídeo:** 2 minutos e 35 segundos.

Nome da Escola: \_\_\_\_\_

Nome do (a) Professor (a): \_\_\_\_\_

Nome do (a) Aluno (a): \_\_\_\_\_

Série/Turma: \_\_\_\_\_

### ATIVIDADE DE APLICAÇÃO

**Questão 01**- Quais os constituintes elementares da matéria de acordo com o modelo padrão?

**Questão 02** – Como são realizadas as experiências para descobrir novas partículas?

## APÊNDICE E

### AULA 05 – QUESTIONARIOS PÓS-TESTE E DE OPINIÃO

**I. Conteúdo:** Teoria atômica, forças fundamentais da natureza e modelo padrão de partículas.

**II. Objetivos:**

1. Averiguar se houve uma melhora na aprendizagem dos conteúdos ministrados.
2. Sondar qual a opinião dos discentes sobre a metodologia empregada no desenvolvimento das aulas.

**III. Duração:** 90 minutos.

**IV. Recursos didáticos:** AVA / *Google Forms* / *notebook* / celular.

**V. Desenvolvimento da aula:**

**Na sala de aula virtual**

1. O questionário pós – teste será aplicado com o propósito de verificar se houve ou não uma melhora na aprendizagem dos conteúdos ministrados;
2. O questionário de opinião será aplicado com o objetivo de sondar qual a opinião dos discente referente a metodologia adotada no desenvolvimento das aulas levando em consideração quais pontos positivos e negativos.

### QUESTIONÁRIO DE OPINIÃO

Questão 1. Você gostou da metodologia de aula?

Sim       Não

Questão 2. Qual a sua avaliação sobre a forma como foram ministrados os conteúdos?

positiva       negativa

Questão 3. Em relação a metodologia da sala de aula invertida qual/quais pontos positivos você destacaria?

Questão 4. Em relação a metodologia da sala de aula invertida qual/quais pontos negativos você destacaria?

Questão 5. O que você mais gostou nas atividades desenvolvidas em sala de aula?

Questão 6. Você acredita que o uso desta metodologia poderia ser aplicado em outros

conteúdos ou em outras disciplinas?

Sim       Não

Questão 7. Você acha que o uso de vídeo-aulas facilita sua aprendizagem? Por quê?

Questão 8. Você acredita que a aplicação desta metodologia contribuiu para seu aprendizado?