

PRODUTO EDUCACIONAL



UESB
UNIVERSIDADE ESTADUAL
DO SUDOESTE DA BAHIA



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

**ABORDAGEM DE CONCEITOS DE FÍSICA MODERNA NOS ANOS FINAIS
DO ENSINO FUNDAMENTAL COM O USO DE UMA UNIDADE DE ENSINO
POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA**

PRODUTO EDUCACIONAL

PAULO GOMES BATISTA

Vitória da Conquista – Bahia

Março – 2022



UESB
UNIVERSIDADE ESTADUAL
DO SUDOESTE DA BAHIA



SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

**ABORDAGEM DE CONCEITOS DE FÍSICA MODERNA NOS ANOS FINAIS
DO ENSINO FUNDAMENTAL COM O USO DE UMA UNIDADE DE ENSINO
POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA**

PAULO GOMES BATISTA

Produto Educacional apresentado ao Programa de Pós-Graduação (Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia) no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF) para ser submetido ao exame de qualificação, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Orientadora: Profa Dra. Cristina Porto Gonçalves.
Coorientador: Prof. Dr. Luizdarcy de Matos Castro.

Vitória da Conquista – Bahia
Março – 2022

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO	3
2. REFERENCIAL TEÓRICO	4
2.1. A Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.....	4
2.2. A Aprendizagem Significativa Crítica na visão de Marco Antônio Moreira.	5
2.3. Unidades de Ensino Potencialmente Significativa – UEPS	6
2.3.1. Mapas Conceituais	11
3. TÓPICO ABORDADO	12
3.1. Onda Eletromagnéticas.....	13
3.2. Radiação Térmica.....	14
3.3. Corpo Negro.....	14
3.4. Efeito Fotoelétrico	15
3.5. Átomo de Bohr.....	18
3.6. Noções de Física Nuclear	20
3.6.1. Fusão Nuclear.....	20
3.6.2. Fissão Nuclear	21
4. UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PARA O ENSINO DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA	23
ANEXO 1.....	31
ANEXO 02.....	36
5. DISTRIBUIÇÕES DAS AULAS E ATIVIDADES	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	45

1. APRESENTAÇÃO

Este Produto Educacional foi desenvolvido a partir da dissertação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, com o objetivo de contribuir com os docentes na apresentação do conteúdo Física Moderna no Nono Ano do Ensino Fundamental II, com foco na Aprendizagem Significativa. Sendo de grande importância, a inserção deste conteúdo promove a inclusão e compreensão do discente na evolução científica, além de contribuir na construção do conhecimento necessário para que sua aprendizagem seja realmente significativa.

Trata-se de uma pesquisa qualitativa, que de acordo com Moreira (2009) tem como interesse central a interpretação dos significados atribuídos pelos sujeitos diante de suas ações. É um processo investigativo no qual o pesquisador está inserido e participando ativamente da análise dos dados obtidos para justificar a credibilidade do modelo implantado em sala de aula. Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS)

Partindo do questionamento de como desenvolver, aplicar e avaliar uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa no estudo de Física Moderna, foi possível construir um Produto Educacional, que poderá ser aplicado em turmas do Nono Ano do EF II. Este material tem a pretensão de oferecer um apoio para o professor no planejamento e execução de suas aulas.

Este trabalho teve como base teórica a Aprendizagem Significativa de David Ausubel (1980), proposta por Marco Antonio Moreira (2011) através de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), que tem como finalidade verificar a existência de subsunçores na estrutura cognitiva dos discentes, propor situações problemas por meio de vídeos, leitura de poemas, questionários, questionamentos e simulador computacional, e assim motivá-los a participar ativamente do processo de ensino e aprendizagem, para que ao final da aplicação seja possível ter evidências concretas de aprendizagem significativa do assunto abordado.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O Produto Educacional está disponibilizado em forma de implementação de uma Sequência Didática (SD). Neste processo foram escolhidas a Aprendizagem Significativa de Ausubel e a Aprendizagem Significativa Crítica de Moreira para realização das atividades realizadas em sala de aula.

2.1. A Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel

David Ausubel (1918-2008), é o precursor da Aprendizagem Significativa, formado nas áreas de Medicina, Psicologia e Psiquiatria, seu estudo buscou facilitar a aquisição de conhecimentos nos processos de ensino-aprendizagem. Desde a década de setenta, a aplicação da sua teoria tem sido realizada por Joseph D Novak, junto com seus colaboradores, entre os quais destaca-se neste trabalho Marco Antônio Moreira, representante desta teoria no Brasil.

A ideia mais importante da sua teoria se resume na seguinte proposição: Se tivesse que reduzir toda psicologia educacional a um só princípio, diria o seguinte: o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Averigue isso e ensine- o de acordo (AUSUBEL, p. iv, 1978).

De acordo com Ausubel (1978), a aprendizagem está ligada aos subsunçores, ele se refere a estrutura cognitiva e a organização das ideias de um indivíduo de acordo com um determinado assunto. Essa estrutura cognitiva preexistente só influencia na aprendizagem subsequente quando o conteúdo é aprendido de forma significativa, de maneira não arbitrária e não literal.

Moreira (2006) afirma que, realizar esse processo é fazer um “mapeamento” desta estrutura cognitiva, que não é fácil realizar através dos testes convencionais, que geralmente enfatizam o conhecimento factual e estimulam a memorização.

A aprendizagem significativa é um processo pelo qual uma nova informação relaciona-se de maneira substantiva e não arbitrária com a estrutura cognitiva do aprendiz. Esse processo ocorre quando a nova informação interage com o “subsunçor”, que tem como um conceito, ideia ou proposição existente na estrutura cognitiva, que serve de ancoradouro para o novo conhecimento, para isso Ausubel destaca duas condições essenciais, uma diz respeito ao material de aprendizagem potencialmente significativo e a outra relaciona-se com a predisposição que o aluno deve apresentar no processo de aprendizagem.

Quando os subsunçores, não estão presentes na estrutura cognitiva do aluno, é proposto o uso de organizadores prévios. Estes são compostos por materiais introdutórios, que incluídos no processo, são mais abrangentes e antecedem o conteúdo a ser abordado.

Os subsunçores são modificados e adquirem novos significados através de um processo de diferenciação progressiva, que tem com finalidade tornar os conhecimentos prévios mais específicos e abrangentes, para que as novas informações se relacionem com a estrutura cognitiva do aluno. Estes conceitos novos quando se relacionam cognitivamente, reorganizando e adquirindo novos significados, o que Ausubel (1978) chama de reconciliação integrativa.

A avaliação, de acordo com os critérios da aprendizagem significativa, visa buscar evidências de aprendizagem, deste modo, é proposto aos discentes novas situações problema, para que tenham capacidade de expor o conhecimento adquirido.

2.2. A Aprendizagem Significativa Crítica na visão de Marco Antônio Moreira.

Com o objetivo de desenvolver no aprendiz a capacidade de compreender criticamente os significados das informações no contexto escolar, sabendo reconhecer que os conteúdos não são únicos e definitivos, a aprendizagem significativa crítica permite ao discente a construção do conhecimento, interagindo com as mudanças sem se deixar dominar por elas.

Na aprendizagem significativa crítica, o aluno faz parte da sua cultura e, ao mesmo tempo, não é dominado pela mesma, permitindo a formação de um sujeito crítico. Nesse sentido, Moreira (2000) propõe alguns princípios, ideias ou estratégias facilitadoras da aprendizagem significativa crítica:

- Princípio do conhecimento prévio. Aprendemos a partir do que já sabemos. Para ser crítico de algum conhecimento, primeiramente tem que aprendê-lo significativamente;
- Princípio da interação social e do questionamento. Ensinar/aprender perguntas ao invés de respostas;
- Princípio da não centralidade do livro texto. Do uso de documentos, artigos e outros materiais educativos. Da diversidade de materiais instrucionais;
- Princípio do aprendiz como preceptor/representador (somos preceptores e representadores do mundo);
- Princípio do conhecimento como linguagem (aprender que a linguagem está totalmente implicada em qualquer e em todas as tentativas humanas de perceber a realidade);
- Princípio da consciência semântica (aprender que o significado está nas pessoas, mas não nas palavras);
- Princípio da aprendizagem pelo erro (aprender que os seres humanos aprendem corrigindo os seus erros);

- Princípio da desaprendizagem (aprender a desaprender e não usar conceitos e estratégias irrelevantes para a sobrevivência);
- Princípio da incerteza do conhecimento (aprender que as perguntas são instrumentos de percepção e que definições e metáforas são instrumentos para pensar);
- Princípio da “não utilização do quadro de giz” (aprender a partir de distintas estratégias de ensino);
- Princípio do abandono da narrativa (aprender que simplesmente repetir a narrativa de outra pessoa não estimula a compreensão).

2.3. Unidades de Ensino Potencialmente Significativa – UEPS

A construção da UEPS parte do princípio de que o ensino e a aprendizagem não são indissociáveis, dessa forma, não se pode dizer que o ensino ocorre se não se verifica a aprendizagem significativa. Neste contexto, todo o trabalho pedagógico deve ser subsidiado por materiais didáticos potencialmente significativos (MOREIRA, 2011).

Para Masini (2010), a aprendizagem significativa só é verificada quando o indivíduo é entendido em sua totalidade enquanto ser social e cultural. Por mais que a aprendizagem seja individual, as relações presentes entre o sujeito e o objeto de conhecimento e as interações entre professor e aluno são condições para a aprendizagem significativa.

A ocorrência de aprendizagem significativa depende de duas condições, a primeira se refere ao material a ser utilizado e a sua organização didática, a segunda depende da estrutura cognitiva do educando, de seus conhecimentos prévios e de sua disponibilidade para aprender (MOREIRA, 2012).

Com objetivo de criar um ambiente adequado para a aprendizagem significativa, Moreira (2011) propôs a construção de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) que são sequências de ensino voltadas para subsidiar a prática docente no sentido da promoção da aprendizagem significativa abrindo caminho para a pesquisa em ensino. Em outras palavras, a sequência didática elaborada pelo professor precisa considerar em sua estrutura o apregoado pela Teoria da Aprendizagem Significativa. Contudo, Moreira (2011) considera, nos fundamentos da UEPS, características de outras teorias relacionadas à aprendizagem cognitiva, como as propostas por Novak, Vergound, Vygotsky, Gowin, Johnson-Laird e Moreira.

Oito passos para a construção de uma UEPS segundo Moreira (2011, p.47):

1. Definir o tópico específico a ser abordado, identificando seus aspectos declarativos e procedimentais tais como aceitos no contexto da matéria de ensino na qual se insere esse tópico;

2. Criar/propor situação(situações) – discussão, questionário, mapa conceitual, mapa mental, situação-problema etc. – que leve(m) o aluno a externalizar seu conhecimento prévio, aceito ou não-aceito no contexto da matéria de ensino, supostamente relevante para a aprendizagem significativa do tópico (objetivo) em pauta;

3. Propor situações-problema, em nível bem introdutório, levando em conta o conhecimento prévio do aluno, que preparem o terreno para a introdução do conhecimento (declarativo ou procedimental) que se pretende ensinar; estas situações problema podem envolver, desde já, o tópico em pauta, mas não para começar a ensiná-lo; tais situações-problema podem funcionar como organizador prévio; são as situações que dão sentido aos novos conhecimentos, mas, para isso, o aluno deve percebê-las como problemas e deve ser capaz de modelá-las mentalmente; modelos mentais são funcionais para o aprendiz e resultam da percepção e de conhecimentos prévios (invariantes operatórios); estas situações-problema iniciais podem ser propostas através de simulações computacionais, demonstrações, vídeos, problemas do cotidiano, representações veiculadas pela mídia, problemas clássicos da matéria de ensino, etc., mas sempre de modo acessível e problemático, i.e., não como exercício de aplicação rotineira de algum algoritmo;

4. Uma vez trabalhadas as situações iniciais, apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido, levando em conta a diferenciação progressiva, i.e., começando com aspectos mais gerais, inclusivos, dando uma visão inicial do todo, do que é mais importante na unidade de ensino, mas logo exemplificando, abordando aspectos específicos; a estratégia de ensino pode ser, por exemplo, uma breve exposição oral seguida de atividade colaborativa em pequenos grupos que, por sua vez, deve ser seguida de atividade de apresentação ou discussão em grande grupo;

5. Em continuidade, retomar os aspectos mais gerais, estruturantes (i.e., aquilo que efetivamente se pretende ensinar), do conteúdo da unidade de ensino, em nova apresentação (que pode ser através de outra breve exposição oral, de um recurso computacional, de um texto, etc.), porém em nível mais alto de complexidade em relação à primeira apresentação; as situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade; dar novos exemplos, destacar semelhanças e diferenças relativamente às situações e exemplos já trabalhados, ou seja, promover a reconciliação integradora; após esta segunda apresentação, propor alguma outra atividade colaborativa que leve os alunos a interagir socialmente, negociando significados, tendo o professor como mediador; esta atividade pode ser a resolução de problemas, a construção de uma mapa conceitual ou um diagrama V, um experimento de laboratório, um pequeno projeto, etc., mas deve, necessariamente, envolver negociação de significados e mediação docente;

6. Concluindo a unidade, dar seguimento ao processo de diferenciação progressiva retomando as características mais relevantes do conteúdo em questão, porém de uma perspectiva integradora, ou seja, buscando a reconciliação integrativa; isso deve ser feito através de nova apresentação dos significados que pode ser, outra vez, uma breve exposição oral, a leitura de um texto, o uso de um recurso computacional, um audiovisual, etc.; o importante não é a estratégia, em si, mas o modo de trabalhar o conteúdo da unidade; após esta terceira apresentação, novas situações-problema devem ser propostas e trabalhadas em níveis mais altos de complexidade em relação às situações anteriores; essas situações devem ser resolvidas em atividades colaborativas e depois apresentadas e/ou discutidas em grande grupo, sempre com a mediação do docente;

7. A avaliação da aprendizagem através da UEPS deve ser feita ao longo de sua implementação, registrando tudo que possa ser considerado evidência de

aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado; além disso, deve haver uma avaliação somativa individual após o sexto passo, na qual deverão ser propostas questões/situações que impliquem compreensão, que evidenciem captação de significados e, idealmente, alguma capacidade de transferência; tais questões/situações deverão ser previamente validadas 5 por professores experientes na matéria de ensino; a avaliação do desempenho do aluno na UEPS deverá estar baseada, em pé de igualdade, tanto na avaliação formativa (situações, tarefas resolvidas colaborativamente, registros do professor) como na avaliação somativa;

8. A UEPS somente será considerada exitosa se a avaliação do desempenho dos alunos fornecer evidências de aprendizagem significativa (captação de significados, compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento para resolver situações-problema). A aprendizagem significativa é progressiva, o domínio de um campo conceitual é progressivo; por isso, a ênfase em evidências, não em comportamentos finais.

Segundo Moreira (2010), a aprendizagem significativa decorre da interação entre os conhecimentos prévios e os conhecimentos novos de maneira substantiva (não ao pé-da-letra) e não-arbitrária (apenas conhecimentos relevantes presentes na estrutura cognitiva do aprendiz).

Neste contexto o aluno deve aprender a perguntar, mesmo tendo acesso as respostas, pois com isso esse passa a duvidar e questionar o conteúdo, desta forma o estudante precisa ter consciência de que os significados não são permanentes e que aprender pelo erro é ter a oportunidade de corrigir e dar sequência a aprendizagem. Então é possível destacar a importância de o ensino ser centrado no aluno, para que ele possa desenvolver as competências e habilidades necessárias para a compreensão, em especial, da Física.

As estratégias didáticas utilizadas neste trabalho foram as aplicações utilizadas por meio dos conceitos de Aprendizagem Significativa na visão de Ausubel e Moreira. Para isso, foi aplicada uma UEPS, que busca de forma dinâmica abordar os mais diversos recursos didáticos, principalmente, os Mapas Conceituais, usados na obtenção de evidências da aprendizagem.

As UEPS, propostas por Moreira, são sequências didáticas fundamentadas em teorias da aprendizagem, que tem como marco a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel (1968, 2000), em visões clássicas e contemporâneas (Moreira, 2000, 2005, 2006; Moreira e Masini, 1982, 2006; Masini e Moreira, 2008; Valadares e Moreira, 2009); as teorias de educação de Joseph D. Novak (1977) e de D.B. Gowin (1981); a teoria interacionista social de Lev Vygotsky (1987); a teoria dos campos conceituais de Gérard Vergnaud (1990; Moreira, 2004); a teoria dos modelos mentais de Philip Johnson-Laird (1983) e a teoria da aprendizagem significativa crítica de M.A. Moreira (2005). São direcionadas para a aprendizagem significativa buscando uma aprendizagem não mecânica e que seja aplicada diretamente em sala de aula. Segundo Moreira (2011), as UEPS seguem os seguintes princípios:

- o conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem significativa (Ausubel);
- pensamentos, sentimentos e ações estão integrados no ser que aprende; essa integração é positiva, construtiva, quando a aprendizagem é significativa (Novak);
- é o aluno quem decide se quer aprender significativamente determinado conhecimento (Ausubel; Gowin);
- organizadores prévios mostram a relacionabilidade entre novos conhecimentos e conhecimentos prévios;

- são as situações-problema que dão sentido a novos conhecimentos (Vergnaud); elas devem ser criadas para despertar a intencionalidade do aluno para a aprendizagem significativa;
- situações-problema pode funcionar como organizadores prévios;
- as situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade (Vergnaud);
- frente a uma nova situação, o primeiro passo para resolvê-la é construir, na memória de trabalho, um modelo mental funcional, que é um análogo estrutural dessa situação (Johnson-Laird);
- a diferenciação progressiva, a reconciliação integradora e a consolidação devem ser levadas em conta na organização do ensino (Ausubel);
- a avaliação da aprendizagem significativa deve ser feita em termos de buscas de evidências; a aprendizagem significativa é progressiva;
- o papel do professor é o de provedor de situações-problema, cuidadosamente selecionadas, de organizador do ensino e mediador da captação de significados de parte do aluno (Vergnaud; Gowin);
- a interação social e a linguagem são fundamentais para a captação de significados (Vygotsky; Gowin);
- um episódio de ensino envolve uma relação triádica entre aluno, docente e materiais educativos, cujo objetivo é levar o aluno a captar e compartilhar significados que são aceitos no contexto da matéria de ensino (Gowin);
- essa relação poderá ser quadrática na medida em que o computador não for usado apenas como material educativo;
- a aprendizagem deve ser significativa e crítica, não mecânica (Moreira);
- a aprendizagem significativa crítica é estimulada pela busca de respostas (questionamento) ao invés da memorização de respostas conhecidas, pelo uso da diversidade de materiais e estratégias instrucionais, pelo abandono da narrativa em favor de um ensino centrado no aluno (Moreira).

Moreira também propõe que uma UEPS, deve seguir os oito (08) passos seguintes ou aspectos sequenciais, os quais foram utilizados na elaboração deste Produto Educacional:

1. definir o tópico específico a ser abordado, identificando seus aspectos declarativos e procedimentais tais como aceitos no contexto da matéria de ensino na qual se insere esse tópico;
2. criar/propor situação(ções) – discussão, questionário, mapa conceitual, mapa mental, situação-problema, etc. – que

leve(m) o aluno a externalizar seu conhecimento prévio, aceito ou não-aceito no contexto da matéria de ensino, supostamente relevante para a aprendizagem significativa do tópico (objetivo) em pauta;

3. propor situações-problema, em nível bem introdutório, levando em conta o conhecimento prévio do aluno, que preparem o terreno para a introdução do conhecimento (declarativo ou procedimental) que se pretende ensinar; [...];

4. uma vez trabalhadas as situações iniciais, apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido, levando em conta a diferenciação progressiva, i.e., começando com aspectos mais gerais, inclusivos, dando uma visão inicial do todo, do que é mais importante na unidade de ensino, mas logo exemplificando, abordando aspectos específicos; [...];

5. em continuidade, retomar os aspectos mais gerais, estruturantes (i.e., aquilo que efetivamente se pretende ensinar), do conteúdo da unidade de ensino, em nova apresentação (que pode ser através de outra breve exposição oral, de um recurso computacional, de um texto, etc.), porém em nível mais alto de complexidade em relação à primeira apresentação; as situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade; [...];

6. concluindo a unidade, dar seguimento ao processo de diferenciação progressiva retomando as características mais relevantes do conteúdo em questão, porém de uma perspectiva integradora, ou seja, buscando a reconciliação integrativa; isso deve ser feito através de nova apresentação dos significados [...];

7. a avaliação da aprendizagem através da UEPS deve ser feita ao longo de sua implementação, registrando tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado; além disso, deve haver uma avaliação somativa individual após o sexto passo, na qual deverão ser propostas questões/situações que impliquem compreensão, que evidenciem captação de significados e, idealmente, alguma capacidade de transferência; [...];

8. a UEPS somente será considerada exitosa se a avaliação do desempenho dos alunos fornecer evidências de aprendizagem significativa (captação de significados, compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento para resolver situações-problema).

De acordo com Moreira (2011) os materiais e estratégias devem ser diversificados, motivando o questionamento, onde o discente deve incentivar o diálogo e a reflexão crítica. Para isso devem ser utilizadas situações-problemas e priorizar atividades colaborativas, mesmo que no processo tenha alguma atividade individual.

2.3.1. Mapas Conceituais

A proposta do emprego dos mapas conceituais na aprendizagem significativa foi desenvolvida por Joseph Novak e seus colaboradores da Universidade de Cornell, nos Estados Unidos da América. Eles são diagramas que indicam relações entre os conceitos, possuem sua organização de forma hierárquica e refletem sobre os conceitos de determinado conteúdo. Geralmente, estes são feitos por meio da utilização de figuras geométricas, com a obtenção de linhas ou setas indicando que há uma ligação entre os conceitos. Desta forma, não há uma regra para sua construção, como expõe Moreira (1998):

[...] Não há regras gerais fixas para o traçado de mapas de conceitos. O importante é que o mapa seja um instrumento capaz de evidenciar

significados atribuídos a conceitos e relações entre conceitos no contexto de um corpo de conhecimentos, de uma disciplina, de uma matéria de ensino. Por exemplo, se o indivíduo que faz um mapa, seja ele, digamos, professor ou aluno, une dois conceitos, através de uma linha, ele deve ser capaz de explicar o significado da relação que vê entre esses conceitos.

Deste modo, os mapas conceituais devem ser explicados pela pessoa que o produz, para que seja exposto os significados que estão presentes no desenvolvimento de ensino. Por isso, eles podem ser usados para evidências de aprendizagem significativa, bem como para os processos de avaliações.

3. TÓPICO ABORDADO

O trabalho aqui apresentado é um tópico específico para o ensino de noções de FMC no EF II, que de acordo com o primeiro passo da UEPS, deve ter seus aspectos declarativos e procedimentais claros e aceitos no contexto da matéria de ensino (Moreira, 2011).

Para o estudo das FMC com abordagem no EF II, foram utilizadas as seguintes referências: CADERNO C4 da rede Pitágoras, HALLIDAY&RESNICK, RAYMOND&JOHN, SEARS&ZEMANSKY, BONJORNO, MÁXIMO, ALVARENGA, ANDRADE, RAMALHO, NICOLAU, TOLEDO e notas de aulas da professora doutora Cristina Porto Gonçalves do programa de mestrado do MNPEF da UESB.

O presente trabalho levou em consideração apenas os conceitos básicos da FMC, sem se preocupar com o formalismo matemático, uma vez que se trata de uma turma do nono ano do EF II. Portanto não foram explanadas quaisquer equações da FMC.

a) Física Moderna e Contemporânea

Este capítulo tem a pretensão de abordar os conceitos fundamentais de FMC presentes no cotidiano. Partindo da evolução dos modelos atômicos, radiações eletromagnéticas e térmicas, corpo negro, o efeito fotoelétrico, o átomo de Bohr até noções de Física Nuclear (fusão e fissão). Foi usado, também como referência básica, PEIXOTO, Ivan. Belo Horizonte. 2018 (caderno C4 da Rede Pitágoras) e as notas de aula dos professores da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia do MNPEF: Professora doutora Cristina Porto Gonçalves e do Professor doutor Luizdarcy de Matos Castro.

3.1. Onda Eletromagnéticas

Maxwell (1831–1879), físico teórico escocês, desenvolveu a teoria eletromagnética da luz, a teoria cinética dos gases e explicou a natureza da visão em cores e dos anéis de Saturno. Maxwell possuía uma formidável habilidade matemática combinada com grande intuição, o que o capacitou a liderar o caminho no estudo do eletromagnetismo. Maxwell acreditava que cargas elétricas em movimento eram capazes de produzir um campo elétrico e um campo magnético, variáveis com o tempo, ambos se sustentariam de tal maneira a tornar possível a sua propagação em conjunto, gerando ondas eletromagnéticas, como o raio X ou a luz visível. As equações de Maxwell são consideradas como base para todos os fenômenos elétricos e magnéticos. “Essas equações são tão fundamentais para fenômenos eletromagnéticos quanto as leis de Newton para fenômenos mecânicos” (Raymond 2005). A representação dos fenômenos eletromagnéticos de forma completa foi introduzida por Maxwell, baseadas em quatro equações denominadas “Equações de Maxwell”

A figura 01 abaixo representa uma onda eletromagnética em que o campo elétrico é perpendicular ao campo magnético.

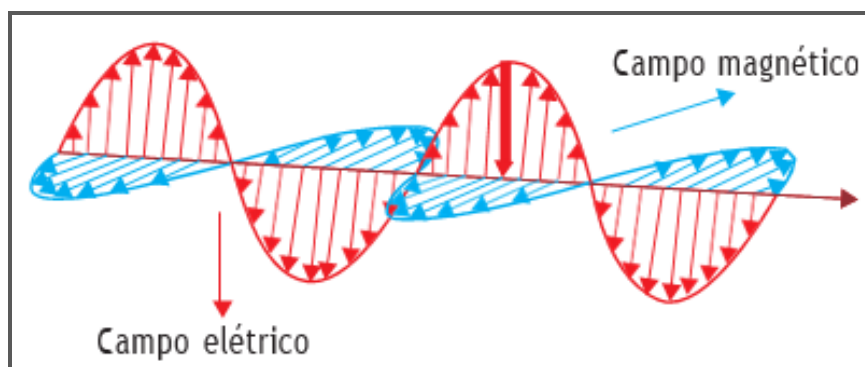


Figura 01: Onda eletromagnética.
Fonte: Caderno C4 Rede Pitágoras

Baseado nas ideias de Maxwell, o físico alemão Heinrich hertz (1857-1894) foi o primeiro a produzir e detectar a presença de ondas de rádio utilizando circuitos elétricos oscilantes. E uma característica muito importante das ondas eletromagnéticas é que seus campos não interagem com outros, como por exemplo, a luz não sofre desvio quando passa próximo a um ímã (campo magnético).

3.2. Radiação Térmica

Na radiação térmica é mostrado que, quando nos aproximamos de uma chama, por exemplo, fica evidente a presença da radiação térmica que chega até o nosso corpo e eleva a temperatura. Qualquer objeto cuja temperatura seja superior a zero kelvin emite radiação térmica e que estando na temperatura ambiente, esta radiação é predominantemente infravermelha, portanto, não é visível, entretanto, à medida que a temperatura de um corpo vai aumentando, sua cor vai se alterando do infravermelho para o vermelho, do vermelho para o alaranjado, então para o amarelo, e assim sucessivamente. A figura 02, abaixo, mostra a radiação do vermelho para alaranjado, então para o amarelo.



Figura 02: Radiação térmica.
Fonte: Caderno C4 Rede Pitágoras

De acordo com a teoria ondulatória de Maxwell, a energia da radiação emitida aumenta continuamente. Foi ressaltado que um bom absorvedor de radiação também é um bom emissor, e que, um mau absorvedor de radiação também será mau emissor.

3.3. Corpo Negro

Na teoria de Corpo Negro é mostrado que o termo foi dado a corpos que, teoricamente, absorveriam toda radiação sobre eles e não refletiriam nenhuma luz. Um corpo negro é um corpo ideal, cujo espectro de radiação depende somente da sua temperatura; em outras palavras, todos os corpos negros a mesma temperatura T emitem radiação térmica com o mesmo espectro,

independentemente de suas características individuais (Perez 2016). Um corpo negro é um objeto hipotético que absorve toda radiação eletromagnética que nele incide: nenhuma luz o atravessa e nem é refletida. A figura 03 representa a luz entrando em um objeto por uma cavidade incidindo na parede oposta, onde uma parte é absorvida, e outra é refletida em um ângulo aleatório. A luz continua ser refletida e, a cada vez que é refletida, parte dela é absorvida pela parede da cavidade. Após muitas reflexões, essencialmente toda energia incidente é absorvida.

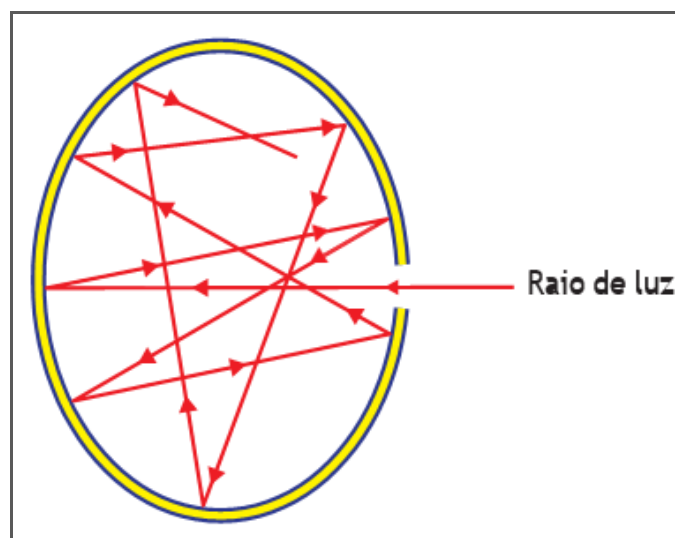


Figura 03: Representação de um corpo negro.

Fonte: Caderno C4 Rede Pitágoras

O grande interesse pela radiação de corpo negro é o fato da incompatibilidade entre o seu espectro de emissão e o que previa a teoria eletromagnética de Maxwell conhecida como a “catástrofe do ultravioleta”, que foi resolvida por Max Planck (1858-1947) concluindo que a radiação emitida por um corpo negro não era contínua como uma onda da teoria eletromagnética, e sim discreta como um feixe de partículas. Essas partículas foram chamadas de quantum, que mais tarde passaram a ser chamadas por Einstein de fótons.

3.4. Efeito Fotoelétrico

O efeito fotoelétrico foi descoberto casualmente por Hertz quando tentava comprovar a existência das ondas eletromagnéticas de Maxwell. Utilizando duas placas metálicas no interior de um tubo de vidro, Hertz percebeu que, quando luz era usada para iluminar uma das placas,

o amperímetro ligado a elas detectava a presença de corrente elétrica pelos fios. A figura, 04, abaixo, mostra os fotoelétrons emitidos por uma placa metálica ao ser irradiada por uma luz, no experimento de Hertz.

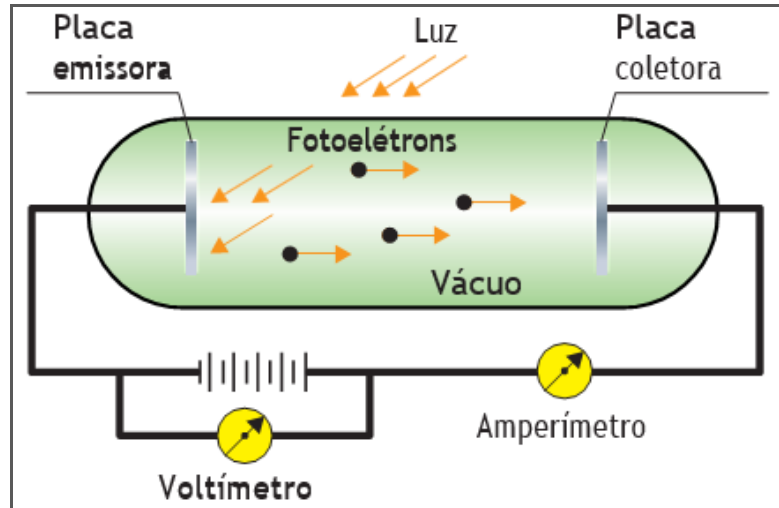


Figura 04: Experimento de Hertz.
Fonte: Caderno C4 Rede Pitágoras

Mais tarde, foi descoberto que essas cargas elétricas eram na verdade elétrons, que passaram a receber o nome de fotoelétrons. A radiação que utilizamos para “arrancar” elétrons do metal deve possuir uma energia mínima, chamada de função trabalho, que depende do tipo de metal que estamos usando. A figura 05 mostra que quando utilizamos luz azul, que possui maior frequência do que a frequência das luzes vermelha, alaranjada, amarela e verde, elétrons são arrancados do metal.

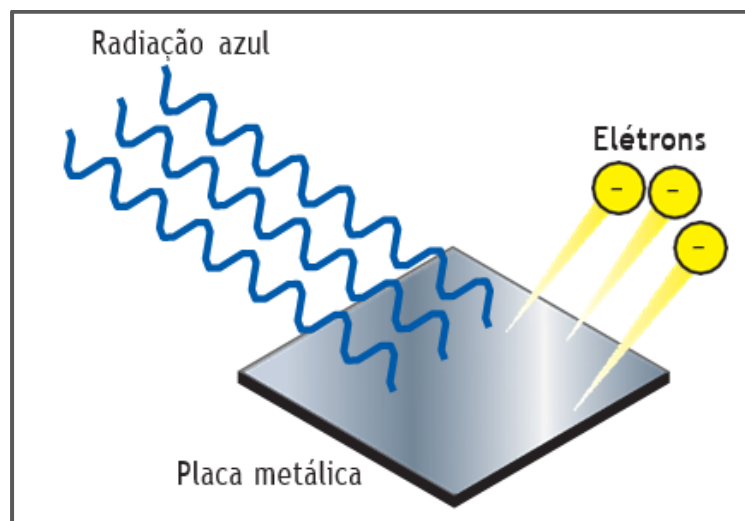


Figura 05: Experimento de Hertz.
Fonte: Caderno C4 Rede Pitágoras

De acordo com a Física clássica, quando um objeto recebe energia (radiação) esta vai se acumulando continuamente, mas, se isso não é verdade, pois ao iluminar por muito tempo uma placa metálica com a luz vermelha, ela não conseguirá arrancar elétrons. Quando é utilizada a luz azul elétrons são arrancados, a teoria clássica prevê que, caso aumentar a intensidade desta radiação, os elétrons deveriam sair da placa com maior velocidade e quantidade, no entanto, quando é aumentada a intensidade da luz, de fato a quantidade de elétrons que saem aumenta, mas não a velocidade. Outra divergência da teoria clássica.

Tais inquietações entre a Física Clássica e a Física Moderna sobre o efeito fotoelétrico foram respondidas por Albert Einstein (1879-1955) com seu modelo corpuscular para a luz. Einstein estendeu a teoria dos quanta de Max Planck ao eletromagnetismo de Maxwell e concluiu que a energia dessas radiações era emanada de forma quantizada no formato de pequenos pacotes energéticos que chamou de fótons. Cada um desses fótons transporta uma energia que é entregue a um único elétron durante o efeito fotoelétrico e, caso essa energia não seja a mínima que o elétron precisa para se desprender do seu núcleo, o efeito não acontece.

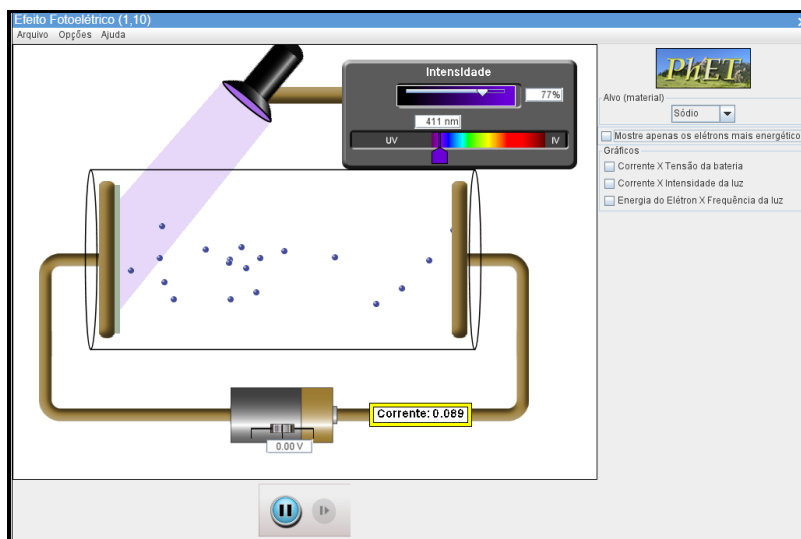


Figura 06: O simulador PHET

Fonte: <https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/photoelectric/latest/photoelectric.html>

A luz, ou qualquer outra radiação eletromagnética, é uma onda de acordo com a teoria eletromagnética de Maxwell, mas também pode ser encarada como pequenos pacotes energéticos (fótons, partículas) para a teoria quântica. Este comportamento vai depender do fenômeno analisado, pois em interferências, por exemplo, a luz se comportará como uma onda, e no caso do efeito fotoelétrico devemos encarar a luz como partícula. Este comportamento da luz, ora de onda ora de partícula, é conhecido como dualidade da luz.

3.5. Átomo de Bohr

Para o átomo de Bohr foi discutido que, vários modelos já tinham sido propostos anteriormente e aperfeiçoados à medida que divergências com fenômenos conhecidos eram observadas. No modelo de Rutherford (1871-1973), conforme a figura 07 abaixo, havia um núcleo carga positiva e elétrons com cargas negativas girando ao seu redor.

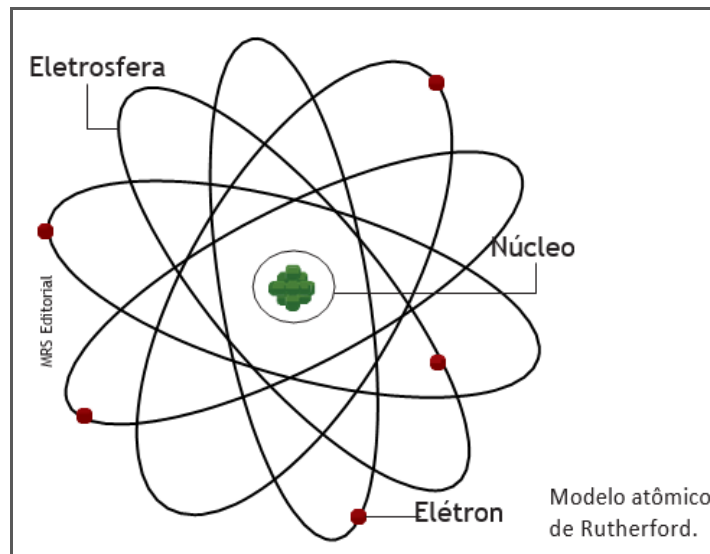


Figura 07: Modelo atômico de Rutherford
Fonte: Caderno C4 Rede Pitágoras

De acordo com a teoria eletromagnética de Maxwell, os elétrons no átomo de Rutherford emitem radiação, diminuindo sua energia até colidirem com o núcleo. Como isso não acontece, Niels Bohr (1885-1962) desenvolveu um modelo para responder essa questão baseado na Física Quântica.

Segundo Bohr, os elétrons apresentavam determinados níveis de energia, os quais chamou de estados estacionários. Assim o átomo não emitiria radiação mantendo sua eletrosfera estável quando tivesse em um estado estacionário. Conhecido como estado fundamental. Em qualquer outro estado ou situação o átomo estará no estado excitado. A figura 08 representa o modelo atômico proposto por Bohr, nele os elétrons estão girando apenas em estados (órbitas) permitidos, em torno do núcleo, em níveis crescentes de energia.

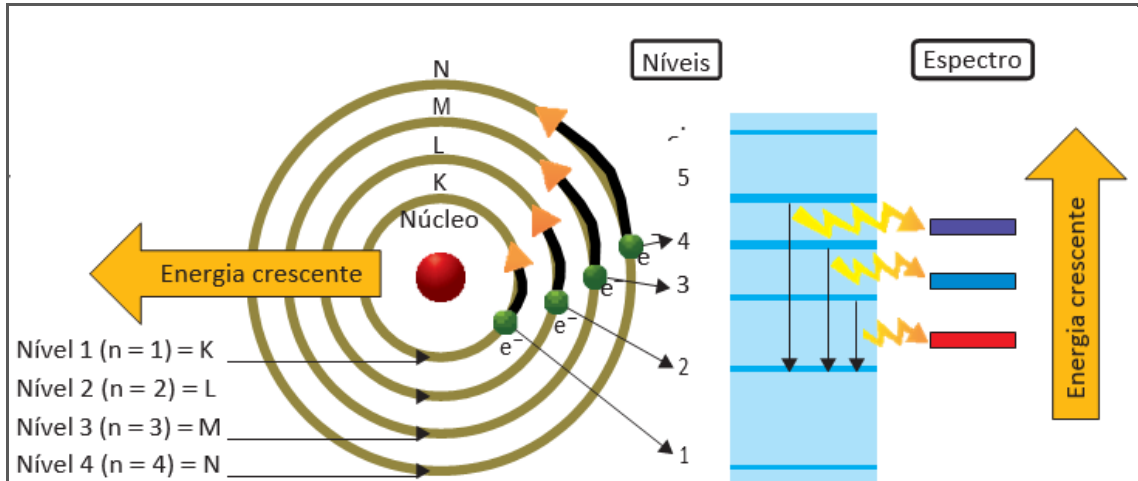


Figura 08: Modelo atômico de Bohr
Fonte: Caderno C4 Rede Pitágoras

Bohr também postulou que os elétrons descrevem órbitas circulares em torno do núcleo e, para transitarem de um estado para outro, os elétrons deveriam receber ou emitir um fóton de energia. Na figura 09 a seguir mostra um elétron em seu estado fundamental, absorvendo energia e indo para um estado excitado, em seguida, emitindo energia, deexcitando, voltando assim para o estado fundamental.

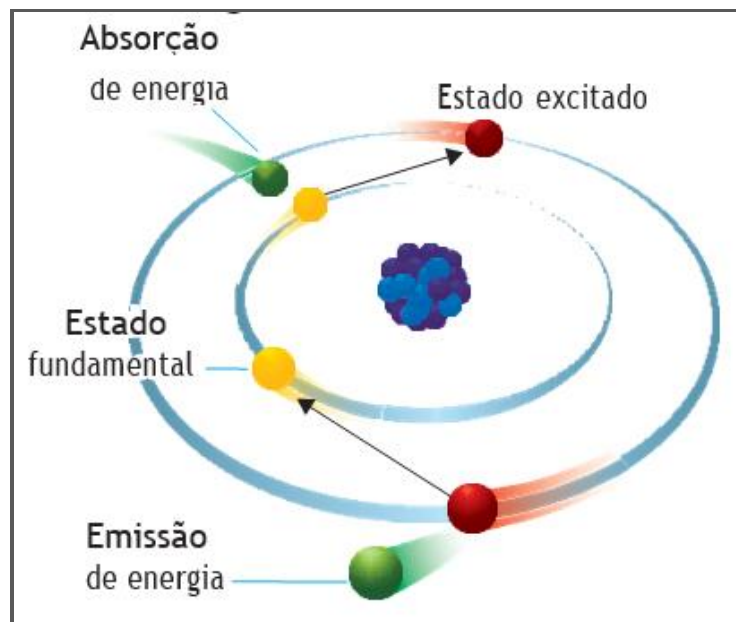


Figura 09: Saltos energéticos no átomo de Bohr
Fonte: Caderno C4 Rede Pitágoras

3.6. Noções de Física Nuclear

Na Física Nuclear é mostrado a relação entre a massa e a energia. Segundo a equivalência entre massa e energia, todos os objetos que possuem massa apresentam uma energia que pode ser calculada pelo produto da massa pelo quadrado da velocidade da luz, ou seja, $E = m \cdot c^2$, a famosa equação de Einstein. Segundo Einstein, todos os objetos que possuem massa apresentam uma energia que pode ser calculada por essa equação.

Para exemplificar a equivalência entre massa-energia, se apenas um grama de massa em repouso for transformado em energia seria equivalente a

$$E = (1 \times 10^{-3} \text{ kg}) \cdot (3 \times 10^8 \text{ m/s})^2$$

Teríamos uma energia de

$$E = 9 \times 10^{13} \text{ J}$$

Essa energia seria suficiente para manter acesas 100 lâmpadas de led de 10 W funcionando por 60 anos ininterruptos.

3.6.1. Fusão Nuclear

A fusão nuclear é a união entre dois núcleos formando um núcleo mais pesado. Esse tipo de reação libera uma quantidade enorme de energia. Quando os dois núcleos mais leves se combinam, a massa do núcleo formado é menor que a soma das massas dos núcleos que se uniram, e esta diferença de massa é transformada em energia. A figura 10 representa dois núcleos menores se unindo/fundindo em um núcleo maior, com massa menor que a soma dos dois menos e a diferença é a soma da energia da partícula leve com a grande energia liberada na reação.

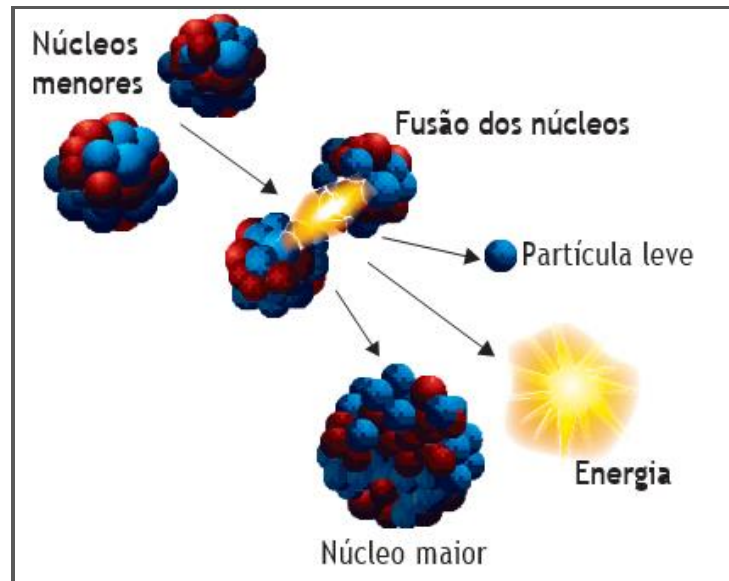


Figura 10: Fusão nuclear
Fonte: Caderno C4 Rede Pitágoras

Um exemplo importante de reações de fusão nuclear acontece no Sol. Uma aplicação pacífica da fusão nuclear é a geração de energia elétrica limpa (livre de rejeitos radioativos) em reatores nucleares. A energia liberada nas reações de fusão também é utilizada para fins destrutivos, como nas bombas de hidrogênio. A figura 11 representa a fusão nuclear no Sol.

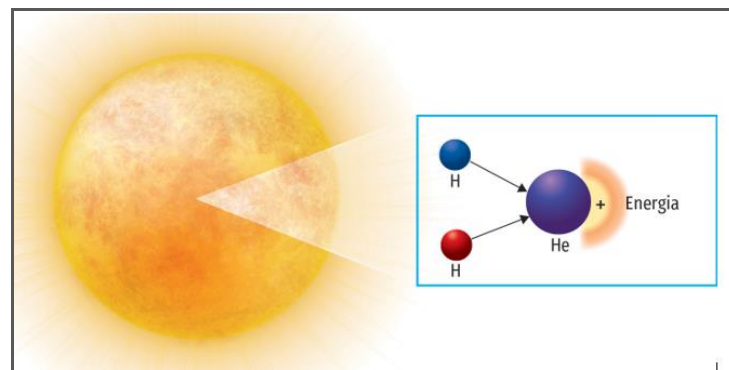


Figura 11: Fusão nuclear do Sol
Fonte: Caderno C4 Rede Pitágoras

3.6.2. Fissão Nuclear

A fissão nuclear é uma reação na qual um núcleo radioativo mais pesado se divide em dois núcleos mais leves, com a liberação de grandes quantidades de energia, além de prótons, nêutrons e outras partículas. A massa dos núcleos que se formam é menor quando comparada com o núcleo que se dividiu, sendo essa diferença transformada em energia. A figura 12 representa a fissão do urânio-235 em um átomo de césio-140, rubídio-92, dois nêutrons e uma

grande quantidade de energia, que é a diferença entre as massas U-235 entre a soma das massas do Cs-140 com a massa do Rb-92 e com as massas dos nêutrons.

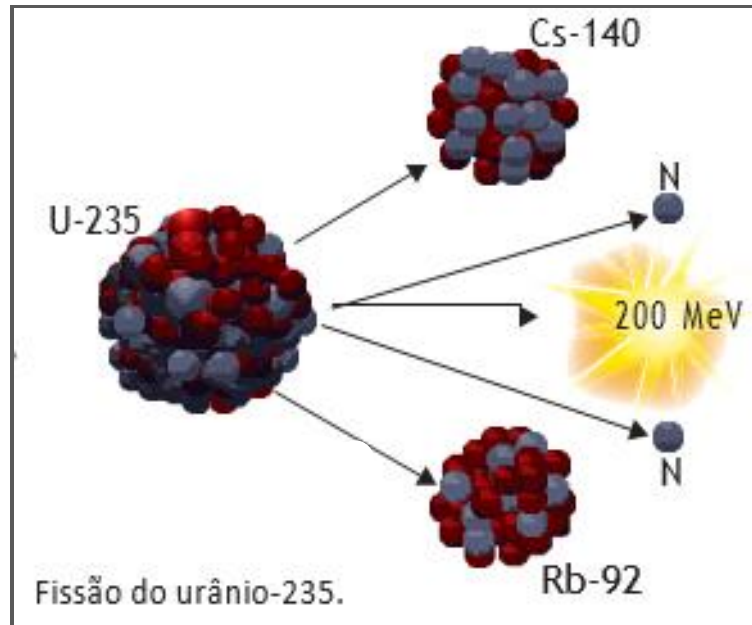


Figura 12: Fissão nuclear do urânio
Fonte: Caderno C4 Rede Pitágoras

Em reatores nucleares a fissão é controlada em razão da absorção de parte dos nêutrons liberados durante a reação. Essa energia liberada pode ser utilizada para aquecer água de turbinas elétricas gerando eletricidade. Na medicina ela é usada em raio-x e tratamento de tumores. Também foi utilizada para fins destrutivos, como nas bombas atômicas.

4. UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PARA O ENSINO DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA

Seguindo a proposta de Moreira (2011), exposta no Referencial Teórico deste Produto Educacional, foi elaborada a sequência didática apresentada a seguir.

a) Preparação para a aplicação da UEPS

Aula introdutória destinada à abordagem simplificada do conceito de Mapa Conceitual com a apresentação de uma vídeo aula apresentada pelo professor de ciências da Natureza Carlos Eduardo Godoy (<https://youtu.be/RThwilejKw0>, de 13 de dezembro de 2015). Pode ser indicado para os alunos, se possível, a utilizar o software de mapeamento de conceito desenvolvido pelo Florida Institute for Human and Machine Cognition, o “CmapTools” (<https://cmaptools.br.uptodown.com/windows>).

Ainda neste momento inicial apresentar alguns modelos de mapas conceituais, como por exemplo, o da figura 13, sobre força:

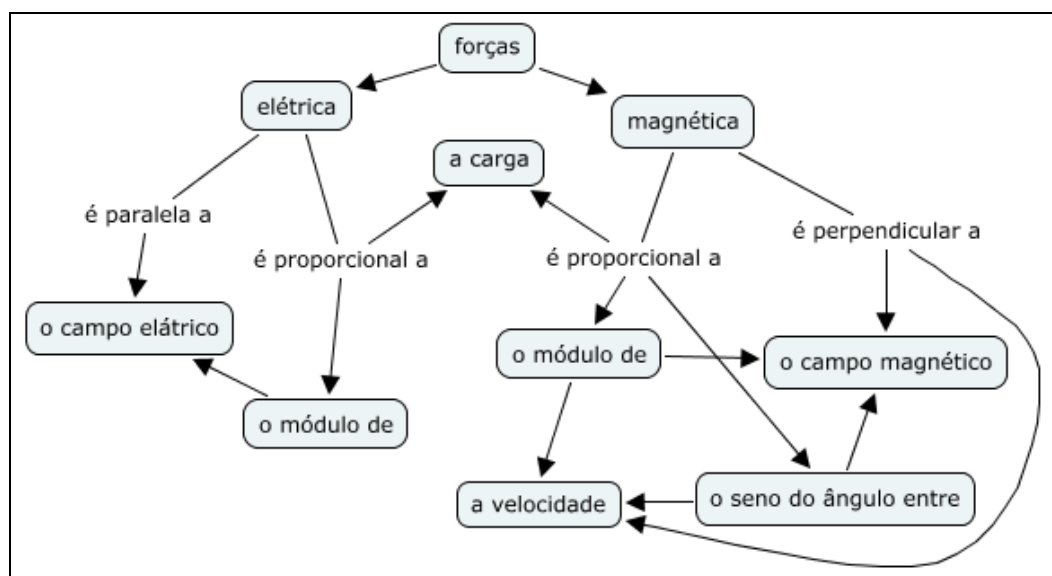


Figura 13: Mapa conceitual sobre Força

Fonte: http://www.if.ufrgs.br/computador_ensino_fisica/cmaptools/cmaptools_conceito.htm

Em seguida, fazer uma sondagem/conversa com os alunos sobre assuntos de Física Moderna. Para finalizar a aula, propor, como aula invertida e tarefa, a elaboração de mapas conceituais sobre a evolução dos modelos atômicos que se encontra no caderno C4, nas páginas 54 e 55, do livro Pitágoras, Anexo 04.

Na aula seguinte, na conclusão desta atividade introdutória, promover uma apresentação dos Mapas Conceituais elaborados pelos alunos.

b) Aspectos Sequenciais da UEPS

Segundo Moreira (2011), o objetivo da construção de uma UEPS é desenvolver unidades de ensino potencialmente facilitadoras da aprendizagem significativa de tópicos específicos de conhecimento declarativo e/ou procedimental. Nesta perspectiva os aspectos sequenciais apresentados seguem os princípios propostos para aquisição significativa de conhecimento.

Passo 1 - Definição do Conteúdo Abordado

Nessa etapa é definido o tópico específico que será abordado, levando em consideração, a sequência do livro didático do colégio, que foi definido como conteúdo a unidade 02 do caderno C4 da Rede Pitágoras, que aborda a evolução dos principais modelos atômicos desenvolvidos pelos cientistas ao longo de mais de um século e alguns conceitos iniciais de Física Moderna (FM). Durante a aplicação da proposta foram abordadas inicialmente os modelos atômicos de Dalton, de Thomson, de Rutherford, de Bohr e Schroedinger com a comparação entre eles, deixando bastante claro que, a cada novo modelo proposto, mais elementos dos átomos foram adicionados, como partículas (cargas positivas e negativas), órbitas ao redor do núcleo, quantização das órbitas até o modelo de Schroedinger que é o modelo aceito até hoje pelos cientistas.

A partir dessa abordagem geral, foi possível inserir os conceitos de radiação eletromagnética, radiação térmica, corpo negro, efeito fotoelétrico, elétron-volt e noções de física nuclear (fusão e fissão nuclear).

Passo 2 - Levantamento de Conhecimentos Prévios

Neste passo o objetivo é criar situações em que os alunos possam expor os conhecimentos prévios sobre o tema de estudo, chamados pela teoria da aprendizagem significativa de subsunçores. Para essa finalidade foi elaborado, como sugestão, um teste de

sondagem com situações-problema que façam com que os estudantes reflitam sobre o tema, apêndice 03.

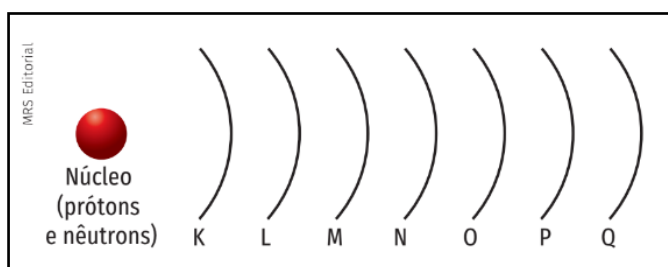
LEVANTAMENTO DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS

TESTE DE SONDAGEM

	Ensino Fundamental II – 3ª ETAPA/2019		CODIGOS DE CORREÇÃO	
	Disciplina: FÍSICA 9º Ano			C
	Professor: Paulo Gomes Batista		P	Acertou parcialmente a questão
			N	Não acertou a questão

O ilustre físico dinamarquês Niels Bohr aperfeiçoou o modelo atômico de Rutherford e estabeleceu um modelo a partir de seus próprios postulados, que estão relacionados a seguir. Mas ATENÇÃO, alguns estão transcritos de forma incorreta.

- 1) Em cada questão abaixo, assinale, (V) para as alternativas verdadeiras e (F) para as alternativas falsas:



- a) () Bohr estabeleceu em sua teoria atômica que os elétrons giram em 7 órbitas circulares denominadas níveis ou camadas ao redor do núcleo, como mostra a ilustração.
- b) () A camada Q é a mais energética.
- c) () Quando o núcleo recebe energia, salta para um nível mais externo.
- d) () Se um elétron passa do estado A para o estado B, recebendo X unidades de energia, quando voltar de B para A devolverá X unidades de energia na forma de ondas eletromagnéticas.
- e) () Quando um elétron passa de um estado menos energético para outro mais energético, devolve energia na forma de ondas eletromagnéticas.

- f) () Quando um elétron absorve certa quantidade de energia, salta para uma órbita mais energética.
- g) () Quando ele retorna à sua órbita original, libera a mesma quantidade de energia, na forma de onda eletromagnética.
- h) () Um elétron libera energia afastando-se do núcleo. Ao absorver energia, retorna para seu local anterior.
- i) () Núcleo e elétrons se repelem mutuamente.
- j) () Um elétron só pode assumir determinados valores de energia, que correspondem às órbitas permitidas, tendo, assim, determinados níveis de energia ou camadas energéticas.
- k) () Um elétron pode absorver energia de uma fonte externa somente em unidades discretas, chamadas de quanta, ou quantum no singular.
- l) () A frequência mínima da radiação incidente para que o efeito fotoelétrico seja observado depende da constituição química do material.
- m) () A energia de cada fotoelétron ejetado no processo depende da intensidade da radiação incidente.
- n) () A quantidade de fotoelétrons ejetados no processo depende da intensidade da radiação eletromagnética incidente.
- o) () O efeito fotoelétrico só pode ser entendido em termos de um modelo corpuscular para a radiação eletromagnética.

2) (SSA/2015-16) Analise a seguinte charge:



Disponível em: <http://hquimica.webnode.com.br/> Acesso em: junho/2015

As estudantes Eugênia e Lolita estão falando, respectivamente, sobre os modelos atômicos de

- a) () Dalton e Thomson.
- b) () Dalton e Rutherford-Bohr.

- c) () Thomson e Rutherford-Bohr.
 d) () Modelo Quântico e Thomson.
 e) () Rutherford-Bohr e Modelo Quântico.
- 3) Quais os modelos melhores representam o comentário do professor de Eugênia e Lolita “esqueça vamos pensar em energia”
- a) () Dalton e Thomson.
 b) () Dalton e Rutherford-Bohr.
 c) () Thomson e Rutherford-Bohr.
 d) () Modelo Quântico e Thomson.
 e) () Rutherford-Bohr e Modelo Quântico.
- 4) Analise a seguinte charge:



Disponível em: <http://radioatividadeinteressante.blogspot.com/2012/10/Acesso> em:
 novembro/2018

O que você acha que o Cebolinha achou de tão legal na aula sobre radiatividade?
 Que história de bomba que o Cascão se refere?

5) Analise a seguinte charge:



Disponível em: http://www.cbpf.br/~eduhq/html/aprenda_mais/jurema/ficha_dualidadeonda.htm Acesso em: novembro/2018.

Explique o diálogo acima.

6) Analise a seguinte charge:



Disponível em: <http://www.vestiprovas.com.br/questao.php?id=9658> Acesso em: novembro/2018.

Compare a tirinha dessa questão com a tirinha da questão cinco. Explique a diferença entre elas.

Após este momento, convidar os alunos a socializar suas respostas, o que será importante para a preparação da próxima etapa da sequência.

Passo 3 - Situações-problema em Nível Introdutório.

Etapa da UEPS destinada, a retornar a situações-problemas em nível bem introdutório, de acordo com a sequência proposta por Moreira (2011), considerando os conhecimentos prévios que os alunos demonstraram na atividade anterior, e os preparando para a introdução do conhecimento que se pretende ensinar.

Diante desta proposta é mostrado, primeiramente, um vídeo documentário do programa Fantástico, História da Bomba Atômica (Globo 29/01/2009), figura 14. Disponível em <<https://youtu.be/Yvo0dyW1vTE>>.



Figura 14: História da bomba atômica
Fonte: <<https://youtu.be/Yvo0dyW1vTE>>

Poemas

Em seguida fazer a leitura dos poemas “A Bomba Atômica I” e “A Rosa de Hiroshima”, de Vinicius de Moraes disponíveis em <<https://www.viniciusdemoraes.com.br>>. A leitura poderá ser programada, previamente, com algum aluno que goste de declarar poesia, de maneira que se tornem mais envolvente/emocionante, o que servirá de “gatilho” para a discussão sobre o tema que se pretende.

Esse material tem a intenção de despertar nos estudantes a curiosidade para os termos de física nuclear, fusão, fissão, os efeitos devastadores das bombas atômicas, átomos, modelos atômicos, que servem de base para apresentação do conteúdo propriamente dito, em nível introdutório.

ANEXO 1

A BOMBA ATÔMICA

Rio de Janeiro , 1954

$$e = mc^2$$

Einstein

*Deusa, visão dos céus que me domina**... tu que és mulher e nada mais!*

(Deusa, valsa carioca.)

Dos céus descendo

Meu Deus eu vejo

De paraquedas?

Uma coisa branca

Como uma forma

De estatuária

Talvez a forma

Do homem primitivo

A costela branca!

Talvez um seio

Despregado à lua

Talvez o anjo

Tutelar cadente

Talvez a Vênus

Nua, de clâmide

Talvez a inversa

Branca pirâmide

Do pensamento

Talvez o troço

De uma coluna

Da eternidade

Apaixonado

Não sei indago

Dizem-me todos
É A BOMBA ATÔMICA.
Vem-me uma angústia.

Quisera tanto
Por um momento
Tê-la em meus braços
A coma ao vento
Descendo nua
Pelos espaços
Descendo branca
Branca e serena
Como um espasmo
Fria e corrupta
Do longo sêmen
Da Via Láctea
Deusa impoluta
O sexo abrupto
Cubo de prata
Mulher ao cubo
Caindo aos súcubos
Intemerata
Carne tão rija
De hormônios vivos
Exacerbada
Que o simples toque
Pode rompê-la
Em cada átomo
Numa explosão
Milhões de vezes
Maior que a força
Contida no ato
Ou que a energia
Que expulsa o feto

Na hora do parto.

II

A bomba atômica é triste
Coisa mais triste não há
Quando cai, cai sem vontade
Vem caindo devagar
Tão devagar vem caindo
Que dá tempo a um passarinho
De pousar nela e voar...
Coitada da bomba atômica
Que não gosta de matar!

Coitada da bomba atômica
Que não gosta de matar
Mas que ao matar mata tudo
Animal e vegetal
Que mata a vida da terra
E mata a vida do ar
Mas que também mata a guerra...
Bomba atômica que aterra!
Pomba atônita da paz!

Pomba tonta, bomba atômica
Tristeza, consolação
Flor puríssima do urânio
Desabrochada no chão
Da cor pálida do helium
E odor de radium fatal
Laelia mineral carnívora
Radiosa rosa radical.

Nunca mais, oh bomba atômica
Nunca, em tempo algum, jamais

Seja preciso que mates
 Onde houve morte demais:
 Fique apenas tua imagem
 Aterradora miragem
 Sobre as grandes catedrais:
 Guarda de uma nova era
 Arcanjo insigne da paz!

III

Bomba atômica, eu te amo! és pequenina
 E branca como a estrela vespertina
 E por branca eu te amo, e por donzela
 De dois milhões mais bélica e mais bela
 Que a donzela de Orleans; eu te amo, deusa
 Atroz, visão dos céus que me domina
 Da cabeleira loura de platina
 E das formas aerodivinais
 — Que és mulher, que és mulher e nada mais!
 Eu te amo, bomba atômica, que trazes
 Numa dança de fogo, envolta em gazes
 A desagregação tremenda que espedaça
 A matéria em energias materiais!
 Oh energia, eu te amo, igual à massa
 Pelo quadrado da velocidade
 Da luz! alta e violenta potestade
 Serena! Meu amor, desce do espaço
 Vem dormir, vem dormir no meu regaço
 Para te proteger eu me encouroço
 De canções e de estrofes magistras!
 Para te defender, levanto o braço
 Paro as radiações espaciais
 Uno-me aos líderes e aos bardos, uno-me
 Ao povo, ao mar e ao céu brado o teu nome

Para te defender, matéria dura
Que és mais linda, mais límpida e mais pura
Que a estrela matutina! Oh bomba atômica,
Que emoção não me dá ver-te suspensa
Sobre a massa que vive e se condensa
Sob a luz! Anjo meu, fora preciso
Matar, com tua graça e teu sorriso
Para vencer? Tua enérgica poesia
Fora preciso, oh deslemburada e fria
Para a paz? Tua fragílissima epiderme
Em cromáticas brancas de cristais
Rompendo? Oh átomo, oh neutrônio, oh germe
Da união que liberta da miséria!
Oh vida palpitando na matéria
Oh energia que és o que não eras
Quando o primeiro átomo incriado
Fecundou o silêncio das Esferas:
Um olhar de perdão para o passado
Uma anunciação de primaveras!

ANEXO 02**A ROSA DE HIROXIMA**

Rio de Janeiro, 1954

Pensem nas crianças

Mudas telepáticas

Pensem nas meninas

Cegas inexatas

Pensem nas mulheres

Rotas alteradas

Pensem nas feridas

Como rosas cálidas

Mas oh não se esqueçam

Da rosa da rosa

Da rosa de Hiroxima

A rosa hereditária

A rosa radioativa

Estúpida e inválida

A rosa com cirrose

A antirrosa atômica

Sem cor sem perfume

Sem rosa sem nada.

A apresentação do slide (figura 15) do professor Paulo R. S. Gomes do Instituto de Física da Universidade Federal Fluminense (IF-UFF – 21 de novembro de 2013). Esse momento é muito importante, pois mostra muitas aplicações da Física Nuclear, tais como: na medicina, na arte e arqueologia, na produção de energia elétrica dentre outras aplicações, o que contribui bastante na redução do preconceito sobre a física nuclear.

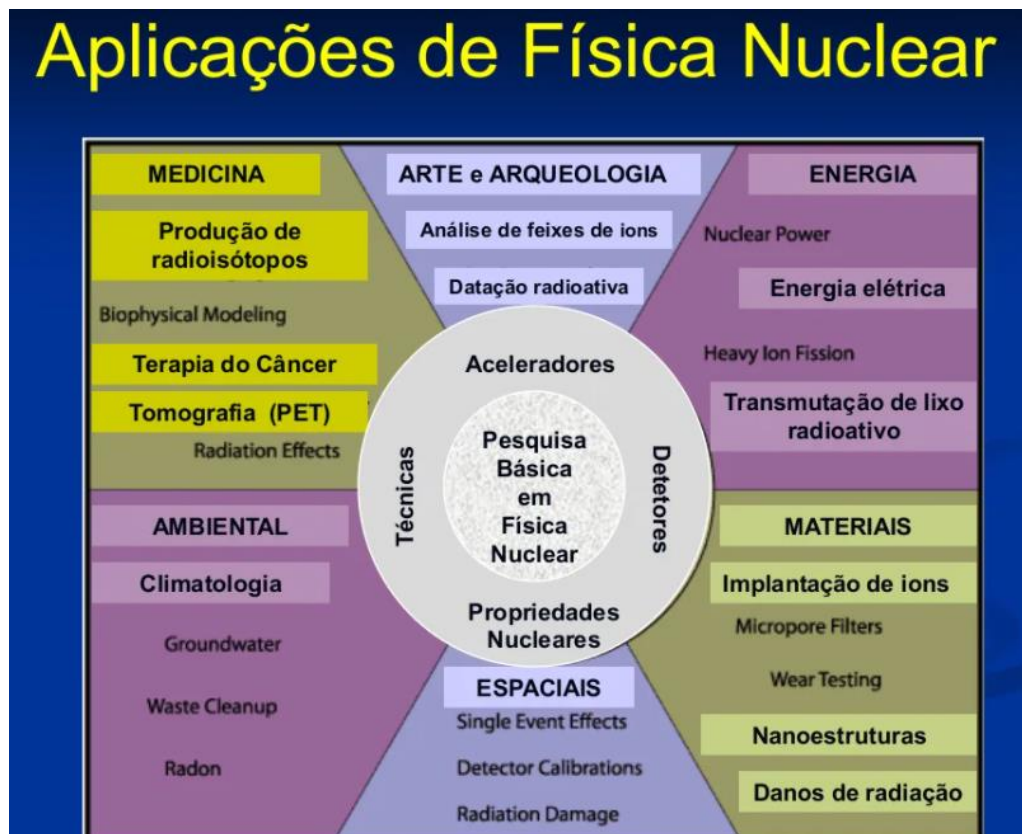


Figura 15: Aplicações de Física Nuclear.
Fonte: <https://image.slidesharecdn.com>

Após a apresentação do slide deve ser levantada questões como por exemplo: Os átomos existem? Como são os átomos? De que eles são feitos? Para que servem os átomos? Se não enxergamos os átomos, como sabemos como eles são? O que é fissão atômica? O que é fusão atômica? A Física atômica pode ser usada para o bem da população? que serviriam de base para apresentação do conteúdo propriamente dito, em nível introdutório.

Aspectos mais Gerais em Nível mais Alto de Complexidade

Foram abordados nesta aula, através de um projetor de slide e do caderno C4 da Rede Pitágoras, a evolução dos modelos atômicos ilustrada na figura 16 abaixo.

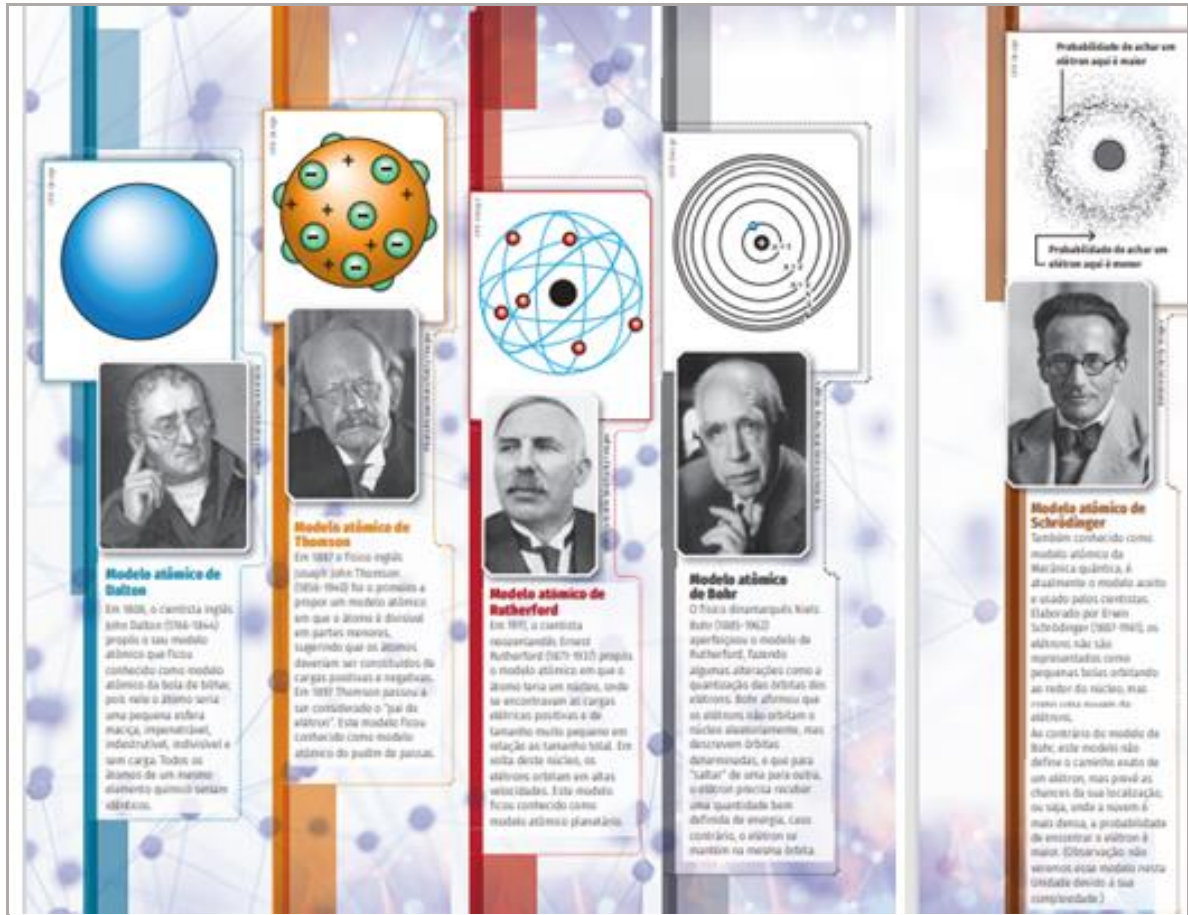


Figura 16: Modelos atômicos
Fonte: Livro Pitágoras C4

Fazer um apanhado sobre a evolução atômica, começando com os aspectos mais gerais, que deverão ser progressivamente diferenciados, visando a abordagem específica do conteúdo propriamente dito, expandindo a estrutura cognitiva a partir dos subsunçores que serviram de base para conhecimento com um nível mais alto de complexidade, mostrando que, com a evolução das teorias houve a evolução dos modelos atômicos, sendo que em determinado ponto os modelos propostos pela Física Clássica já não conseguia responder algumas perguntas. Com isso, novos modelos foram desenvolvidos, e com eles a chegada da Física Moderna.

Passo 4 & 5 - Apresentação do Conhecimento a Ser Ensinado/Aprendido & Retomar os Aspectos mais Gerais em Nível mais Alto de Complexidade

Nessa etapa como são abordados vários conceitos da FMC, sugiro, ir alternando o passo 4 (apresentação do conhecimento a ser ensinado/aprendido) com o passo 5 (retornar os aspectos mais gerais em nível mais alto de complexidade).

Apresentação do Conhecimento a Ser Ensinado/Aprendido

Nesta etapa é apresentado o conhecimento a ser ensinado/aprendido, através de uma aula expositiva e dialogada sobre os conceitos de radiação eletromagnética, radiação térmica e corpo negro. Começando com os aspectos mais gerais, que vão sendo progressivamente aprofundados, objetivando a abordagem específica do conteúdo, expandindo a estrutura cognitiva a partir dos subsunçores que serviram de base para novos conhecimentos.

Aspectos mais Gerais em Nível mais Alto de Complexidade

Busca-se neste passo o aprofundamento do conceito das radiações eletromagnéticas de Maxwell e térmicas, destacando os aspectos da absorção e da radiação do corpo negro. Momento em que se buscou estabelecer relações entre os conceitos, ideias, proposições, para que o conhecimento ganhe mais significado na estrutura cognitiva do estudante.

Apresentação do Conhecimento a Ser Ensinado/Aprendido

Nesta etapa é apresentado o conhecimento a ser ensinado/aprendido, através de uma aula expositiva e dialogada, o conceito do modelo corpuscular da luz, utilizando o simulador <https://phet.colorado.edu>, mostrado na figura 17 abaixo.

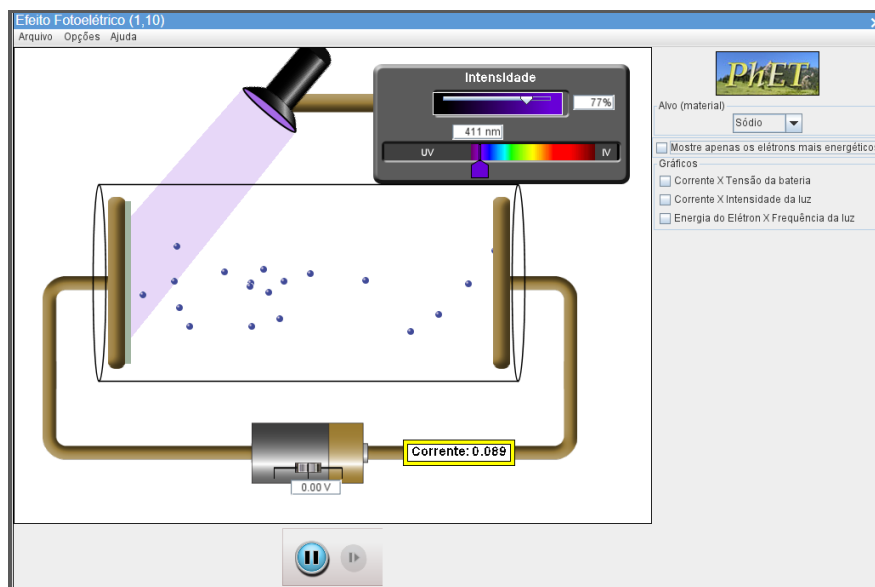


Figura 17: Simulador PHET

Fonte: <https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/photoelectric/latest/photoelectric.html>

Foi mostrado que, ao irradiar uma placa metálica com luz de baixa frequência, luz vermelha por exemplo, ela não consegue arrancar elétrons da placa. Quando a placa metálica era irradiada com luz de alta frequência, a partir da luz azul, elétrons foram arrancados da placa.

Utilizar o simulador phet colorado para projetar em uma tela branca. Alterar a frequência da luz incidida sobre uma placa de sódio e observar/discutir o que acontece à medida que se aumentava a afreqüência. Alterar também a intensidade luminosa, para frequências as quais não se arrancava elétrons e também para frequências as quais se arrancavam elétrons, observar/discutir o que acontece à medida em que se aumentava a intensidade luminosa. A figura 18, abaixo, ilustra a realização do simulador para alterar, frequência, intensidade luminosa e o tipo de metal a ser irradiado.

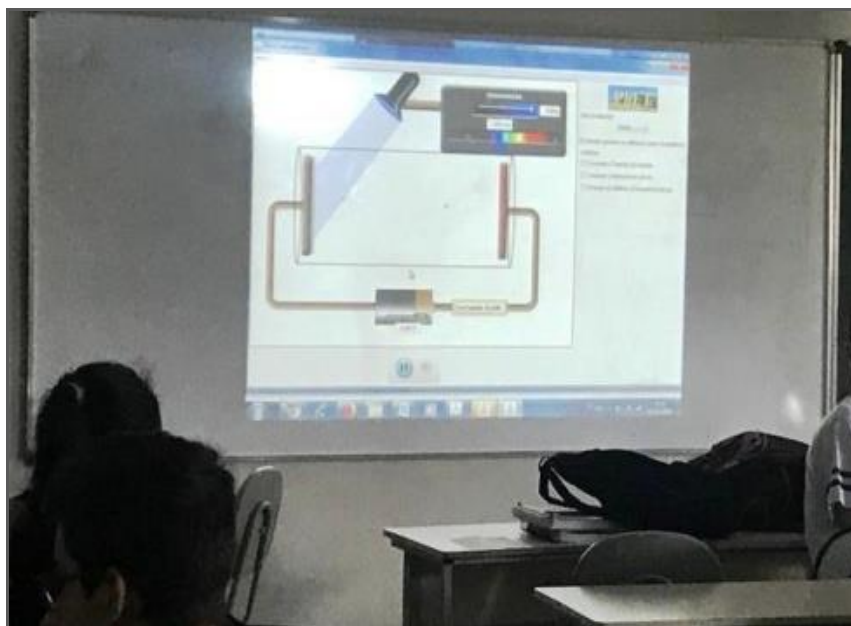


Figura 18: Utilização do Simulador PHET.

Fonte: O autor (novembro – 2019)

Aspectos mais Gerais em Nível mais Alto de Complexidade

Busca-se neste passo o aprofundamento do conceito de efeito fotoelétrico, destacando conceitos como o modelo corpuscular para a luz, função trabalho e a dualidade da luz. Nesse momento buscou-se estabelecer Interação e discussão do simulador do efeito fotoelétrico, relações entre os conceitos, ideias, proposições, para que o conhecimento ganhe mais significado na estrutura cognitiva do estudante.

Com a utilização do experimento o que se torna possível a comprovação do fenômeno. O experimento seduz o aluno a se interagir mais efetivamente com a aula, resultando em um maior rendimento por parte dos mesmos.

Nesta etapa é apresentado o conhecimento a ser ensinado/aprendido, através de uma aula expositiva e dialogada, noções e conceitos de fissão e fusão nuclear. Começando com os aspectos mais gerais, que vão sendo progressivamente aprofundados, objetivando a abordagem específica do conteúdo, expandindo a estrutura cognitiva a partir dos subsunçores que serviram de base para novos conhecimentos.

Aspectos mais Gerais em Nível mais Alto de Complexidade

Busca-se neste passo o aprofundamento dos conceitos de Física nuclear, destacando reações de fissão e fusão nucleares, além de algumas aplicações importantes. Nesse momento buscou-se estabelecer discussão sobre a fissão e a fusão nuclear. Uma aplicação da fissão em cadeia, controlada, em reatores nucleares para aquecer grandes porções de água, e o vapor gerado é utilizado para impulsionar turbinas responsáveis pela produção de energia elétrica, uma aplicação bélica é a produção de bombas atômicas. Já na fusão, foi citado o exemplo do Sol, onde a união entre dois núcleos forma um núcleo mais pesado liberando uma enorme quantidade de energia, relações entre os conceitos, ideias, proposições, para que o conhecimento ganhe mais significado na estrutura cognitiva do estudante.

Passo 6 - Concluir a Unidade (Participação em Jornada científica)

Busca-se neste passo estabelecer Interação, discussão e a socialização dos conceitos básicos da FMC, dos alunos do Nono Ano do E.F., com demais alunos do Colégio Padrão. Momento muito esperado e de muito engajamento por parte dos alunos. Os alunos podem ser divididos em grupos por temas da FMC e fazer uma apresentação para os demais alunos do colégio.

Para a jornada ficar mais dinâmica e atrativa, pode-se sugerir, a cada grupo, que fique responsável para explicar determinados conceitos básicos da FMC para demais alunos do colégio. Após a explicação, os alunos podem fazer perguntas básicas para quem ouviu a explicação, os alunos que acertarem suas respostas recebem com brinde uma bala, pirulito ou chiclete.

Na jornada científica os alunos além de expor e explicar seus trabalhos recomenda-se que visitem os trabalhos de todos outros alunos do colégio e que façam um relatório.

Passo 7 - Avaliação da Aprendizagem através da UEPS

Durante todo o processo de aplicação da UEPS podem ser realizados registros que busquem evidências da aprendizagem significativa, e como atividade final propor uma atividade avaliativa (prova/teste/apresentação) contendo questões de FMC. Essa avaliação deve ser individual para uma avaliação individual da captação e transferência de significados por cada aluno.

Passo 8 - Análise do Êxito da aplicação da UEPS

O oitavo passo tem como objetivo avaliar o desempenho dos alunos, através das evidências de aprendizagem significativa. Como resultado, deve ser observado as atividades realizadas durante todo o processo, o crescimento conceitual de cada aluno, considerando os questionamentos, realização de exercícios e apresentações, sempre buscando recursos didáticos que favoreçam o engajamento de todos os alunos.

5. DISTRIBUIÇÕES DAS AULAS E ATIVIDADES

A aplicação da UEPS foi distribuída em 18 aulas, sendo 14 ha em sala de aula e 04 em participação da jornada científica, conforme quadro abaixo:

O quadro 01 abaixo apresenta a cronologia juntamente com os passos realizados.

Aula	Descrição das atividades
01	Preparação para aplicação da UEPS: Abordagem do conceito de Mapa Conceitual; Exibição do vídeo: “Como fazer Mapas Conceituais” – Cmap Tools; Apresentação de modelos de mapas conceituais; Sondagem/conversa com a turma.
02	Situações-problema em nível introdutório: Aula invertida (Flipped Classroom) – Mapas Conceituais – Evolução dos modelos atômicos.
03	Situações-problema em nível introdutório: Conclusão da aula invertida; Apresentação dos Mapas Conceituais pelos alunos; Apanhado sobre a evolução dos modelos atômicos pelo professor.
04	Levantamento dos conhecimentos prévios – Teste de Sondagem: Aplicação do teste de sondagem; Compartilhamento do teste de sondagem.
05	Situações-problema em nível introdutório: Exibição do vídeo: “História da Bomba Atômica”; Leitura do poema: “A Rosa de Hiroshima”; Leitura do poema: “A Bomba Atômica I”; Discussão do vídeo: “História da Bomba Atômica”.
06	Apresentação do Conhecimento a Ser Ensinado/Aprendido: Aula expositiva e dialogada: Radiação eletromagnética, radiação térmica e radiação de corpo negro;

07	Retomar os Aspectos mais Gerais em Nível mais Alto de Complexidade: Aula expositiva edialogada: Radiação eletromagnética, radiação térmica e radiação de corpo negro;
08	Avaliação da Aprendizagem: Realização da atividade avaliativa 1ª, individual e somativa, sobre noções de Física Moderna (Modelos atômicos).
09	Apresentação do Conhecimento a Ser Ensinado/Aprendido: Aula expositiva e dialogada: Efeito fotoelétrico; Simulação: https://phet.colorado.edu/ do efeito fotoelétrico; Aula prática: Demonstração do efeito fotoelétrico.
10	Retomar os Aspectos mais Gerais em Nível mais Alto de Complexidade: Interação e discussão do simulador do efeito fotoelétrico.
11	Apresentação do Conhecimento a Ser Ensinado/Aprendido: Aula expositiva edialogada: Noções de Física Nuclear: Fusão nuclear e fissão nuclear.
12	Retomar os Aspectos mais Gerais em Nível mais Alto de Complexidade: Interação e discussão sobre a Física Nuclear: Aplicações nas áreas de produção de energia, medicinal e tecnológicas.
13	Retomar os Aspectos mais Gerais em Nível mais Alto de Complexidade: Interação e discussão do simulador do efeito fotoelétrico.
14 a 17	Retomar os Aspectos mais Gerais em Nível mais Alto de Complexidade: Participação na jornada científica.
18	Avaliação da Aprendizagem através da UEPS: Realização da segunda atividade avaliativa, individual, sobre noções de Física Moderna.
	Análise do Êxito da aplicação da UEPS: Realizada durante todo o processo de aplicação e de escrita da dissertação

Tabela 01: Cronograma da UEPS

Fonte: O autor

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A., M. M. **A Teoria da Aprendizagem Significativa e sua Implementação em Sala de Aula**. Brasília: Universidade de Brasília, 2006.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Platano, 2003.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1978.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, 1996. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/ldb.pdf>>. Acesso em: 18 outubro 2019.

BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio. **Parte III Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**, 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em: 20 Novembro 2019.

CARDOSO, S. O. D. O.; DICKMAN, A. G. Simulação Computacional Aliada à Teoria da Aprendizagem Significativa: Uma Ferramenta para Ensino e Aprendizagem do Efeito Fotoelétrico. **Caderno Brasileiro do Ensino de Física**, Florianópolis, v. 29, p. 891-934, Outubro 2012.

CARUSO, F.; OGURI, V. **Física Moderna - Origens Clássicas & Fundamentos Quânticos**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

COLORADOBOULDER., U. O. **PhET Interactive Simulations**. Disponível em: <<https://phet.colorado.edu>>. Acesso em: 6 novembro 2019.

COSTA, Luciano Gonsalves; BARROS, Marcelo Alves. O ensino da Física no Brasil: problemas e desafios. In: **ENDUCERE: XII Congresso Nacional de Educação. Anais**. 2015.

EISBERG, R.; R., R. **Física Quântica**. Átomos, Moléculas, Núcleos e Partículas. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

HALLIDAY, D.; RESNICK, J. W. **Óptica e Física Moderna**. Nona. ed. Rio de Janeiro: LTC, v. 4, 2012.

J.D., C. **Física**. Sexta edição. ed. Rio de Janeiro: LTC, v. 3, 2006.

LOPES, J. L. **A Estrutura Quântica da Matéria**. 2. ed. Rio de Janeiro: UFRJ, 1993.

MEDEROS, R. F. D.; SANTOS, F. M. T. D. **Introdução à Física das Radiações**. UFRGS, Porto Alegre, 2011. ISSN 5. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/ppgenfis/textos_apoio>. Acesso em: 29 Novembro 2019.

MOREIRA, Marco Antônio. Desafios no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, 2021.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: Pedagógica e Universitária Ltda, 1999.

MOREIRA, M. A. **Testos de Apoio ao Professor de Física**. UFRGS, 2013. Disponível em: <http://if.ufrgs.br/ppgenfis/textos_apoio>. Acesso em: 18 outubro 2019.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem Significativa: A Teoria de David Ausubel**. 2. ed. São Paulo: Centauro, 2001.

NOVAK, J. D. **Aprender a Aprender**. 1. ed. Lisboa: Edições Técnicas, 2006.

NUSSENZVEIG, H. M. Curso de Física Básica, **Eletromagnetismo**. São Paulo: Edgard Blücher, v. 3, 1997.

QUEVEDO, C. P.; LODI, C. Q. **Ondas eletromagnéticas**. São Paulo: Pearson, 2010.

SANTOS, C. A. O Físico e o Fóton. **Ciência Hoje**, 2015. Disponível em: <<http://cienciahoje.org.br/coluna/o-fisico-e-o-foton>>. Acesso em: 20 novembro 2020.

SERWAY, R. A.; JEWETT, J. J. W. **Óptica e Física Moderna**. São Paulo: Cengage Learning, v. 4, 2009.

VALADARES, E. D. C.; MOREIRA, M. A. Ensinado Física no Ensino Médio: Efeito Fotoelétrico, Laser e Emissão de Corpo Negro. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**., Santa Catarina, v. V.15, p. 359-372, agosto 1998. ISSN 2.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. **Ótica e Física Moderna**. São Paulo: Pearson, v. 4, 2009.

Vários Autores: Física: 9º Ano: ensino fundamental: caderno 4: manual do professor. Belo Horizonte: Editora Educacional, 2018 Rede Pitágoras.

http://www.cbpf.br/~eduhq/html/aprenda_mais/jurema/ficha_dualidadeonda.htm

Acesso em: novembro/2018

<http://radioatividadeinteressante.blogspot.com/2012/10/> Acesso em: novembro/2018

<http://www.vestiprovas.com.br/questao.php?id=9658> Acesso em: novembro/2018