

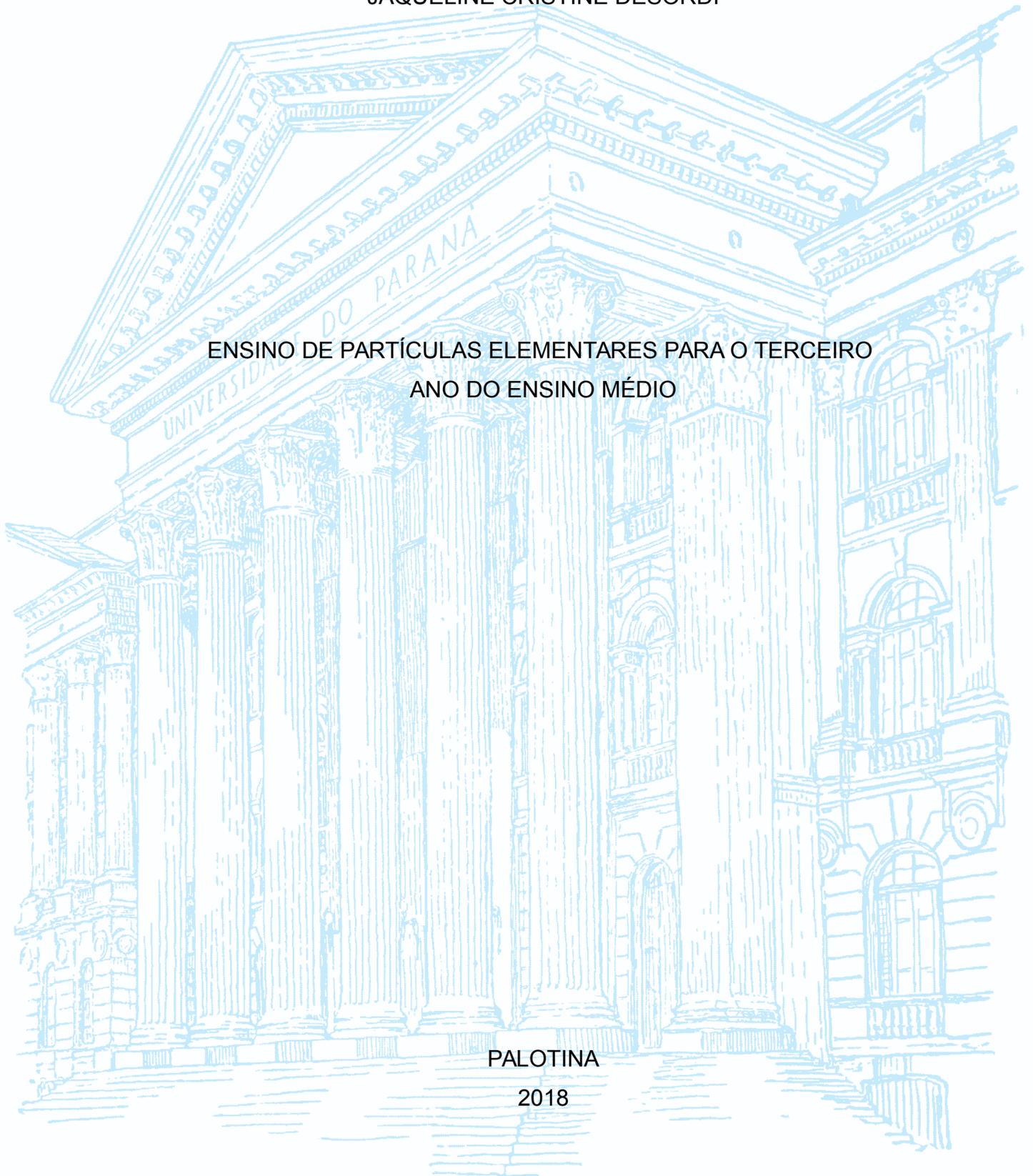
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JAQUELINE CRISTINE DESORDI

ENSINO DE PARTÍCULAS ELEMENTARES PARA O TERCEIRO
ANO DO ENSINO MÉDIO

PALOTINA

2018



JAQUELINE CRISTINE DESORDI

ENSINO DE PARTÍCULAS ELEMENTARES PARA O TERCEIRO
ANO DO ENSINO MÉDIO

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Curso de Graduação em Licenciatura em Ciências Exatas, Setor Palotina, da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Graduação em Licenciatura em Ciências Exatas.

Orientador(a): Prof(a). Dr(a). Rita de Cássia dos Anjos

Coorientador(a): Prof(a). Dr(a). Camila Tonezer

PALOTINA

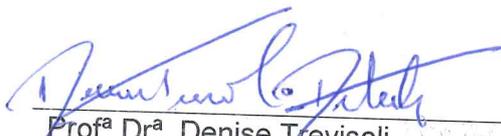
2018

TERMO DE APROVAÇÃO

JAQUELINE CRISTINE DESORDI

ENSINO DE PARTÍCULAS ELEMENTARES PARA O TERCEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO

Monografia apresentada como requisito parcial à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso, Licenciatura em Ciências Exatas, Setor Palotina, Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:


Profª Drª Denise Trevisoli
Membro da banca


Profª Drª Rosana Balzer
Membro da Banca


Profª Drª Mara Fernanda Parisoto
Membro da Banca


Prof Dr Valdir Rosa
Membro da Banca

Palotina, 12 de Dezembro de 2018.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade de chegar até aqui, de viver para aprender e pelas orações atendidas.

À minha família, pelo amor, dedicação, incentivo e confiança sempre presentes em todos os momentos da minha vida.

A minha mãe Regina Aparecida Nogueira, por sempre me incentivar na busca do crescimento, sendo exemplo de competência, garra, determinação e disciplina.

Agradeço a minha orientadora Prof. Dra. Rita de Cássia dos Anjos e a minha segunda orientadora Prof. Dra. Camila Tonezer, por acreditar que eu era capaz e pela orientação. Só tenho a agradecer aos seus ensinamentos, orientações, palavras de incentivo, paciência e dedicação. Vocês são pessoas em que busco inspirações para me tornar melhor em tudo que eu faço e farei daqui para frente. Tenho orgulho em dizer que um dia fui orientada por vocês. Muito Obrigada!

Agradeço com muito carinho o professor Arthur William de Brito Bergold, que sempre escutou e aconselhou em todos os momentos difíceis. Obrigada por lecionar aulas maravilhosas e inovadoras, eu vou levar toda essa inspiração em meu coração para minha vida e para a sala de aula.

Ao meu grande companheiro e namorado Lucas José Deolindo, por me acompanhar em todos os momentos, aconselhando e incentivando com carinho e dedicação. Obrigada por dividir comigo as angústias e alegrias. Foi bom poder contar com você!

À professora Alda Fontoura Rossetto, que foi fonte de inspiração no período do Ensino Médio para realizar o curso de Licenciatura em Ciências Exatas, e depois auxiliando em todos os momentos durante o curso de graduação. Obrigada por estar sempre disponível para dúvidas e sugestões.

Aos meus colegas, amigos e professores, que me acompanharam na vida acadêmica.

“Tenho a impressão de ter sido uma criança brincando à beira-mar, divertindo-me em descobrir uma pedrinha mais lisa ou uma concha mais bonita que as outras, enquanto o imenso oceano da verdade continua misterioso diante de meus olhos”.

(Isaac Newton)

RESUMO

Este trabalho apresenta uma Sequência Didática (SD) de conceitos da Física Moderna e Contemporânea (FMC) no Ensino de Partículas Elementares (EPE) para o terceiro ano do Ensino Médio. Além da proposta de uma SD, o trabalho apresenta um material construído e a aplicação do mesmo para a turma do terceiro ano do Ensino Médio (EM) do Colégio Estadual Santo Agostinho no Município de Palotina no estado do Paraná. A pesquisa realizada para a aplicação do EPE, está voltada às possibilidades de inserção de conteúdos presentes em alguns livros didáticos de física e química, mas que não costumam ser aplicados em sala de aula com os alunos. A proposta está estruturada em quatro aulas, com duração entre 45 a 50 minutos em cada aula, abordando algumas ferramentas e métodos diferentes do cotidiano de uma sala de aula. Entre essas ferramentas e métodos, está um jogo de cartas com as características (spin, carga, classificação, interação, massa) do Modelo Padrão das Partículas Elementares (MPPE). Para compreender o surgimento e as abordagens iniciais das questões norteadoras do que o universo é composto, foram realizadas análises de imagens e relações históricas da evolução dos conceitos das Partículas que constituem a Matéria até as Partículas Elementares do Modelo Padrão atual. Durante a aplicação da SD, também foram realizadas demonstrações de experimentos através de vídeos, com suas aplicações e sugestões da melhor forma de realização.

Palavras-chave: Ensino de Partículas Elementares. Ensino médio. Sequência Didática. Física Moderna e Contemporânea.

ABSTRACT

This work presents a Didactic Sequence (SD) of concepts of Physics Modern and Contemporary (FMC) in Elementary Particle Teaching (EPE) for the third year of high school. In addition to the proposal for a SD, the a constructed material and the application of it to the third year class of the High School (MS) of the Santo Agostinho State College in the Municipality of Palotina in the state of Paraná. The research carried out for the EPE application is focused on the possibilities of insertion of contents present in some textbooks of physics and chemistry, but which are not usually applied in the classroom with the students. The proposal is structured in four classes, lasting between 45 and 50 minutes in each class, addressing some different tools and methods of the of a classroom. Among these tools and methods is a game of letters with the characteristics (spin, load, classification, interaction, mass) of the Standard Model of the Elementary Particles (MPPE). To understand the emergence and the initial approaches to the guiding questions of what the universe is analysis of images and historical relations of of the concepts of the particles that constitute Matter to the Particles Of the current Standard Model. During the application of SD, conducted demonstrations of experiments through videos, with their applications and suggestions of the best embodiment.

Keywords: Elementary Particle Teaching. High school. Following teaching. Modern and Contemporary Physics.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - MATERIAIS DEMONSTRATIVOS PARA REALIZAR O EXPERIMENTO	18
FIGURA 2 - EXPERIMENTO DA CÂMARA DE WILSON	19
FIGURA 3 – SLIDE DA AULA	21
FIGURA 4 - IMAGEM DA MONTAGEM REALIZADA PELOS ALUNOS DO MPPE DO JOGO	24
FIGURA 5 - IMAGEM DAS RESPOSTAS DOS ALUNOS DO QUESTIONÁRIO	24
FIGURA 6 - IMAGEM DAS RESPOSTAS DOS ALUNOS DO QUESTIONÁRIO	25
FIGURA 7 - IMAGEM DAS RESPOSTAS DOS ALUNOS DO QUESTIONÁRIO	25
FIGURA 8 - QUESTÃO 13 DO QUESTIONÁRIO	25

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – RELAÇÃO PERCENTUAL DAS RESPOSTAS DOS ALUNOS NO QUESTIONÁRIO	26
GRÁFICO 2 – RELAÇÃO PERCENTUAL DAS RESPOSTAS DOS ALUNOS NO QUESTIONÁRIO	27
GRÁFICO 3 – RELAÇÃO PERCENTUAL DAS RESPOSTAS DOS ALUNOS NO QUESTIONÁRIO	27
GRÁFICO 4 – RELAÇÃO PERCENTUAL DAS RESPOSTAS DOS ALUNOS NO QUESTIONÁRIO	28
GRÁFICO 5 – RELAÇÃO PERCENTUAL DAS RESPOSTAS DOS ALUNOS NO QUESTIONÁRIO	29
GRÁFICO 6 – RELAÇÃO PERCENTUAL DAS RESPOSTAS DOS ALUNOS NO QUESTIONÁRIO	29
GRÁFICO 7 – RELAÇÃO PERCENTUAL DAS RESPOSTAS DOS ALUNOS NO QUESTIONÁRIO	30

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

EPE	- Ensino de Partículas Elementares
FMC	- Física Moderna e Contemporânea
MPPE	- Modelo Padrão das Partículas Elementares
PCN	- Parâmetros Curriculares Nacionais
SD	- Sequência Didática
EM	- Ensino Médio

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
1.1	CONTEXTO E PROBLEMA.....	11
1.2	OBJETIVOS.....	12
1.2.1	Objetivo geral	12
1.2.2	Objetivos específicos.....	12
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1	SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	13
2.2	OBSTÁCULOS DO ENSINO.....	14
2.3	MEIOS ESTRATÉGICOS.....	16
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	17
3.1	SUGESTÕES PARA DEMONSTRAÇÃO DE EXPERIMENTOS.....	18
4	DESENVOLVIMENTO.....	20
5	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	23
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	31
	REFERÊNCIAS.....	32
	APÊNDICE 1 – JOGO DE CARTAS.....	36
	APÊNDICE 2 – QUESTIONÁRIO.....	47

1 INTRODUÇÃO

Há diversas pesquisas na área de Ensino de Física que discutem a importância da inserção da Física Moderna e Contemporânea (FMC) no currículo de Física do Ensino Médio (EM), motivando os alunos e professores a terem discussões elaboradas em sala de aula (TERRAZZAN, 1992; CAVALCANTE, 1999; OSTERMANN; MOREIRA, 2001; PEREIRA; OSTERMANN, 2009; MESQUITA, 2011).

1.1 CONTEXTO E PROBLEMA

Os conteúdos voltados à FMC é um dos mais presentes no cotidiano e o menos trabalhado em sala de aula. Apesar de a literatura apresentar materiais sobre FMC, muitas vezes, segundo Ostermann e Moreira (2001) alguns dos trabalhos são densos e demandam conhecimentos prévios que, em geral, o público-alvo do presente trabalho não possui isto é, professores de Ensino Médio, não especialistas nas áreas.

Há muitos professores com dificuldades na transposição da área de FMC, por não constar como disciplina no currículo de alguns cursos durante a formação docente (MARTIN, BATISTA, 2005). Este fato gera algumas instabilidades de não saber responder as questões a seus alunos, e não ter uma direção para seguir à atualização dos acontecimentos contemporâneos sem uma base de conhecimentos.

Conforme Ostermann e Moreira (2001) uma das dificuldades que as escolas e os professores enfrentam ao abordar FMC, é entrar em um consenso sobre quais tópicos deveriam ser contemplados, pois na escola média os professores não estão preparados para abordar esse tema. Sendo assim, é preciso tentar delimitar quais tópicos de FMC devem ser abordados e elaborar as aulas de uma maneira mais crítica e com maior comprometimento com a melhoria do EM.

Há também uma preocupação desse conteúdo não ser “palpável” e não ser identificado visualmente pelos alunos. Por se tratar de estruturas microscópicas, os professores sentem receio diante desse conteúdo que não pode ser demonstrado tão facilmente, e por terem diversas características às vezes diferentes do que viram

durante o processo de aprendizagem no ensino médio. Nas escolas, estes conteúdos da FMC não são trabalhados da mesma forma que os conteúdos de Mecânica Clássica.

Segundo Terrazzan (1992, p. 210) “A grande concentração de tópicos se dá na física desenvolvida aproximadamente entre 1600 e 1850”. É comum os programas mais completos de física no 2º grau se reduzirem apenas à Cinemática, Leis de Newton, Termologia, Óptica Geométrica, Eletricidade e Circuitos Simples (MESQUITA, 2011). Como pontua Terrazzaan (1992, p. 210) “O que se pode esperar de uma física escolar que esteja tão descompassada/defasada no tempo?”. Os conteúdos de FMC estão sempre presentes no cotidiano dos alunos, mas como é uma discussão distante dos alunos do EM, há uma fobia muito grande com qualquer coisa de natureza “nuclear” ou “radioativa”, ambas baseadas na falta de conhecimento sobre o núcleo atômico e seus processos, sendo necessária a compreensão da ciência como um importante meio para entender e controlar o ambiente (MESQUITA, 2011).

Geralmente os professores seguem somente os livros didáticos, e estes não abrangem tanto os conceitos de FMC. Os livros que abrangem esses tópicos, estão na maioria das vezes estruturados nos últimos capítulos dos livros, e a abordagem é muito inadequada (SANCHES, 2006). Devido a feriados, recessos, reuniões e outros diversos acontecimentos que ocorrem em sala, e em decorrência da baixa carga horária disponível para as aulas de física em algumas escolas, muitos professores não conseguem trabalhar todos os conteúdos presentes nos livros didáticos de uma maneira abrangente e detalhada.

[...]o modo como o ensino vem sendo conduzido, com livros didáticos voltados para uma formulização/matematização padrão excessiva, excluindo fenômenos e conceitos, somado a uma carga horária reduzida e à formação deficiente dos professores, o ensino de Física continuará a desempenhar um papel pouco significativo na formação do aluno, excluindo essa disciplina de uma cognição mais ampla e de uma concepção de mundo que inclua sua cotidianidade (SANCHES, 2006,p. 6).

“Por isso, existe a necessidade da elaboração de textos mais completos e com melhor didática, para que se tornem acessíveis aos professores que irão trabalhar com esses tópicos” (BORGES, 2005, p.4).

1.2 OBJETIVOS

Com o intuito de abordar a FMC, o professor deve se perguntar “Como é feita a transposição? Que conhecimentos deverão ser ensinados?” (BRASIL. Orientações Curriculares para o Ensino Médio, 2006, p. 45). Nesse sentido, é estabelecido uma proposta de ensino, com a produção de uma Sequência Didática (SQ) e materiais didáticos que possam contemplar tais tópicos da FMC com o Ensino de Partículas Elementares (EPE), acompanhadas de um planejamento e um conjunto de orientações ao professor.

1.2.1 Objetivo geral

Elaborar e analisar uma Sequência Didática com enfoque em EPE para o Ensino Médio.

Construir Materiais Didáticos para o Ensino de Partículas Elementares no Ensino Médio.

1.2.2 Objetivos específicos

- Elaborar uma sequência Didática;
- Elaborar um jogo de cartas;
- Aplicar a Sequência Didática no contexto escolar.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Sequência Didática (SD) segundo Oliveira (2013, p. 323) “é um modo de o professor organizar as atividades de ensino em função de núcleos temáticos e procedimentais”. O método de trabalho docente deve ser, portanto, norteado por um planejamento de ensino que atue de forma direcionada e concreta para a formação do conhecimento. Nesse contexto, a adoção de uma SD se mostra como método efetivo, pois a aprendizagem por unidades atende às necessidades dos estudantes de maneira efetiva. Quando aplicado às Ciências Naturais, o uso de SD pode proporcionar aos alunos trabalhar e discutir temas científicos, utilizando ferramentas culturais próprias da comunidade científica. A análise do processo educativo deve ser realizada através de uma perspectiva processual que considere as fases de planejamento, aplicação e avaliação (GIORDAN, GUIMARÃES, MASSI, 2011).

A teoria histórico-cultural proposta por Lev Vygotsky (1896 - 1934) explica o desenvolvimento cognitivo e a aprendizagem como fenômenos humanos mediados semioticamente, evidenciando a linguagem como um instrumento fundamental de construção da subjetividade. Já no início de suas investigações sobre a relação entre educação e desenvolvimento, Vygotsky defendia que os professores tinham a função de preparar um ambiente instrutivo que propicie aos estudantes aprender partindo das suas próprias atividades. Dessa maneira, conferia à escola e ao processo educacional uma função social de extrema relevância, definindo a educação como um processo de influências e interferências planejadas, direcionadas, intencionais e conscientes nos processos naturais do desenvolvimento (SCHROEDER, FERRARI, MAESTRELLI, 2009).

Assim a SD pode ser definida como uma série metodológica sob fundamentos teóricos para o processo de ensino aprendizagem (OLIVEIRA, 2013), ela foi considerada por Machado (2010) como um conjunto de atividades que podem ser guiadas por um tema, ou por um objetivo geral, ou até através de uma produção de texto final, pois é uma maneira de ter aulas estruturadas de forma organizada e aplicada aos temas que os alunos conhecem com conteúdos desconhecidos.

2.2 OBSTÁCULOS DO ENSINO

O EPE trabalha com conteúdos complexos, por se tratar de partículas microscópicas, conforme o PCN (2000, p. 22) “investigar os mistérios do mundo submicroscópico, das partículas que compõem a matéria, pode estimular os alunos”. As noções sobre a constituição elementar da matéria pode desenvolver um estímulo no jovem, assim, ele pode criar por exemplo, novas fontes de energia, materiais, produtos e tecnologias, “contudo, para que de fato possa haver uma apropriação desses conhecimentos, as leis e princípios gerais precisam ser desenvolvidos passo a passo, a partir dos elementos próximos, práticos e vivenciais.” (PCN, 2000, p. 24).

Em uma revisão bibliográfica sobre a área de ensino de Física de Ostermann e Moreira (2001), acerca da possibilidade de inserção de tópicos de FMC, os alunos da graduação em Física, nas aulas dessa disciplina em escolas públicas e particulares concluíram que

[...] é viável ensinar FMC no EM, tanto do ponto de vista do ensino de atitudes quanto de conceitos. É um engano dizer que os alunos não têm capacidade para aprender tópicos atuais. A questão é como abordar tais tópicos [...] Se houve dificuldades de aprendizagem não foram muito diferentes das usualmente enfrentadas com conteúdos da Física Clássica [...] Os alunos podem aprendê-la se os professores estiverem adequadamente preparados e se bons materiais didáticos estiverem disponíveis.

É um desafio para o professor enfrentar diversos obstáculos da área de FMC. Segundo Lozada e Araújo (2007), o professor também deve “utilizar-se da criatividade para efetuar a transposição didática desse conteúdo para o Ensino Médio”, sendo de grande importância relacionar esse conteúdo com os alunos para que eles compreendam o contexto e notícias atuais acerca do assunto, proporcionando-lhes curiosidades e desejos de querer saber mais sobre EPE, se forem instigados a isso, a realizarem dessa forma uma busca de querer desenvolver seu processo de cognição de acontecimentos.

Além de proporcionar um estímulo, como o desejo de saber mais, também estimula às leituras fora da sala de aula por ajudar a compreender os conceitos básicos da FMC, a experimentação e suas pesquisas teóricas contribui conforme as

Diretrizes Curriculares (2013), ajuda para o desenvolvimento de atitudes científicas no seu cotidiano.

Muito além do conhecimento e da utilização de equipamentos e materiais, a prática de pesquisa propicia o desenvolvimento da atitude científica, o que significa contribuir, entre outros aspectos, para o desenvolvimento de condições de, ao longo da vida, interpretar, analisar, criticar, refletir, rejeitar ideias fechadas, aprender, buscar soluções e propor alternativas, potencializadas pela investigação e pela responsabilidade ética assumida diante das questões políticas, sociais, culturais e econômicas (BRASIL. Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica, 2013, p. 166).

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (2000, p. 24) o ensino de física trata “[...] de identificar questões e problemas a serem resolvidos, estimular a observação, classificação e organização dos fatos e fenômenos à nossa volta segundo os aspectos físicos e funcionais relevantes.” As estruturas mentais de cognição, para Piaget, são resultados de uma construção realizada pelo indivíduo a partir de sua interação com o meio fornecedor de informações, desde que esse meio seja realmente interventor e criador de problemas (ou de estímulos), e que o indivíduo tenha capacidades próprias para ser provocado a responder aos problemas (CARRETERO, 1997; BATISTA, 2004).

Para que o educando assimile os conhecimentos é preciso que entre em contato com ele; isso implica que o conhecimento lhe seja exposto; para atingir esse fim, usa-se o método expositivo. Todavia, como a recepção do conhecimento exposto é pouca para que o educando desenvolva habilidades e forme hábitos, importa que exercite esse conhecimento. Para tanto, será necessário usar o método reprodutivo, que exige o reiterado exercício do conhecimento exposto e do conseqüente modo de agir. Porém, sabemos que receber e repetir conhecimentos e modos de agir ainda é insuficiente para o ser humano. É importante que os conhecimentos, habilidades e hábitos adquiridos sejam transferíveis para as múltiplas situações existenciais que cada um de nós encontra, seja no cotidiano, seja no trabalho, seja na vida intelectual (LUCKESI, 1994, p.157).

O conhecimento é uma construção social e histórica, nesse sentido os modelos atômicos foram sofrendo formulações teóricas desde os gregos. No entanto, nas aulas de Química, muitas vezes, os professores se esquecem que a superação das dificuldades na construção do conhecimento científico tem evolução histórica e apresentam aos alunos conceitos e modelos de forma pronta e acabada, sem reflexão de sua origem e formulação (GOMES; OLIVEIRA, 2007).

2.3 MEIOS ESTRATÉGICOS

Durante a elaboração das aulas, os professores devem explorar todas as estratégias ao seu alcance e não só trabalhar com quadro e giz. Conforme Brasil - Orientações Curriculares para o Ensino Médio (2006), esses recursos não são só formas de utilização em sala de aula, mas também são táticas estratégicas para o desenvolvimento do aprendizado.

Aulas e livros, contudo, em nenhuma hipótese resumem a enorme diversidade de recursos didáticos, meios e estratégias que podem ser utilizados no ensino das Ciências e da Matemática. O uso dessa diversidade é de fundamental importância para o aprendizado porque tabelas, gráficos, desenhos, fotos, vídeos, câmeras, computadores e outros equipamentos não são só meios. [...] Determinados aspectos exigem imagens e, mais vantajosamente, imagens dinâmicas; outros necessitam de cálculos ou de tabelas de gráfico; outros podem demandar expressões analíticas, sendo sempre vantajosa a redundância de meios para garantir confiabilidade de registro e/ou reforço no aprendizado. (BRASIL. Orientações Curriculares para o Ensino Médio, 2006, p. 45).

Um trabalho elaborado por Pereira e Ostermann (2009) descreve implementação de novas estratégias didáticas que visam promover nos estudantes um melhor entendimento de temas contemporâneos. Essas estratégias envolvem mudança de enfoque, uso de tecnologias da informação e comunicação, inovações didáticas, entre outros.

Ao escolher um material o professor deve estar atento aos seus pontos fortes e fracos, pois não existe material perfeito. É importante que o professor atribua valor e seja criterioso ao escolher todos os materiais que utilizará em sala de aula, sejam eles, livros didáticos, vídeos, livros de apoio didático, afinal, o docente é corresponsável pelo seu uso ou não (SOUZA, 2011).

Conforme Borges (2002), deve-se discutir com os alunos sobre as atividades que serão desenvolvidas no processo de aprendizagem antes da SD. Solicitando aos alunos que escrevam suas previsões sobre o que deve acontecer, e realizar uma pós-atividade com discussões das observações, resultados e interpretações obtidas, tentando reconciliá-las com as previsões feitas. Realizando um momento de verificação das falhas obtidas durante o processo das atividades práticas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

No ensino de física, podem ser utilizados diversos tipos de materiais e métodos, como histórias em quadrinhos, filmes, músicas, textos, jogos, discussões em grupos, apresentações teatrais e entre outros. Um dos métodos mais atrativos e funcionais para chamar a atenção dos estudantes é a experimentação com os conteúdos. Isso facilita ao se abordar conteúdos complexos, que são difíceis de serem compreendidos. Assim “ [...] é necessário que procuremos criar oportunidades para que o ensino experimental e o ensino teórico se efetuem em concordância, permitindo ao estudante interagir o conhecimento prático e o conhecimento teórico [...]” (BORGES, 2002, p. 298).

Entre muitas discussões sobre abordagens metodológicas para a introdução de FMC no ensino médio, são consideradas três vertentes representativas: exploração dos limites dos modelos clássicos; não utilização de referências aos modelos clássicos e escolha de tópicos essenciais (TERRAZZAN, 1994; CAMARGO, 1996; PEREIRA, 1997; PAULO, 1997; ALVETTI, DELIZOICOV, 1998).

Para este trabalho, foi escolhido a terceira vertente que traz tópicos essenciais. Essa abordagem é a contribuição de Arons, da Universidade de Washington, Estados Unidos. Arons¹ (1990, apud Terrazzan, 1994) propõe que poucos conceitos de Física Moderna devam ser ensinados no EM. Em curso ou aulas introdutórias de FMC, o foco deve ser proporcionar aos alunos alguma percepção sobre conceitos como: elétrons, fótons, núcleos, estrutura atômica. Com a intenção de restringir o número de tópicos em discussões no EM, Arons (1990, apud Terrazzan, 1994) afirma que existem falhas na programação escolar pois sempre é preciso “deixar algo de fora” ao organizar-se um currículo. Na abordagem de tópicos de FMC, deve-se buscar na Física Clássica apenas o essencial, ter uma seleção de pré-requisitos para que o tópico proposto seja compreendido (OSTERMANN; MOREIRA, 2001).

Foi estruturada uma proposta de SD para ser trabalhada com EPE no ensino médio de uma maneira dinâmica. A SD foi estruturada em quatro aulas, em torno de 50 minutos de aula, com materiais e metodologias diferentes das aulas tradicionais,

1 ARONS, A. B. A guide to introductory physics teaching, New York: John Wiley, 1990.

para atrair os alunos durante as aulas de física e mostrar as possibilidades de se desenvolver o ensino e a aprendizagem na sala de aula. Essas atividades foram realizadas em etapas durante 1 mês com os alunos. As aulas são classificadas em:

1. Aula expositiva com imagem e vídeo;
2. Aula expositiva com ilustrações;
3. Dinâmica com jogo de cartas;
4. Aula expositiva com vídeos, experimento teórico e questionário.

3.1 SUGESTÕES PARA DEMONSTRAÇÃO DE EXPERIMENTOS

Para ser aplicado o experimento em sala de aula, o ideal é realizar com o Gelo Seco, pois com o Nitrogênio Líquido a espera para que se consiga ver as partículas é muito grande e inviável, devido a questão da carga horária dedicada às aulas de Física no ensino público serem muito reduzida. Nesta SD, não foi possível realizar a aplicação do experimento devido à ausência de gelo seco nas proximidades de Palotina. Para ser detectado as partículas dentro da Câmara de Nuvens, sugere-se que o experimento seja realizado em um local escuro, facilitando a observação dos rastros das partículas. No entanto, a Câmara precisa estar mergulhada no Nitrogênio líquido e não apenas em cima, como é feito com Gelo Seco. Os materiais utilizados para demonstração de como fazer o experimento estão dispostos na figura 1.

FIGURA 1 - MATERIAIS DEMONSTRATIVOS PARA REALIZAR O EXPERIMENTO



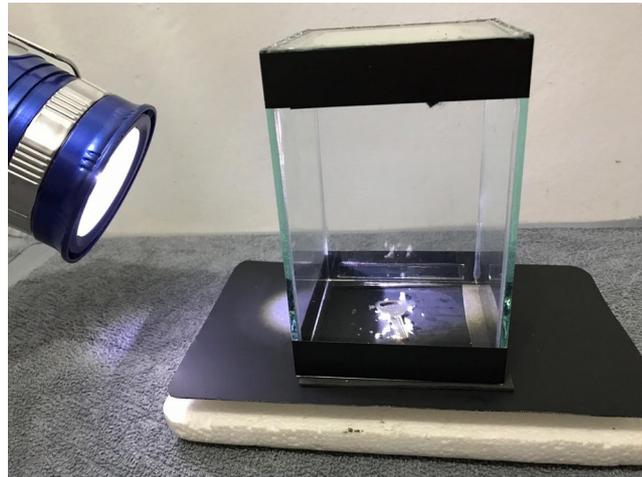
FONTE: REALIZADA PELA AUTORA

Na figura 1, pode ser observado: cuba de vidro (pode ser de aquário) ou de acrílico; tampa pequena de isopor; lanterna; feltro escuro; álcool; fita adesiva; placa metálica de alumínio (pintada de uma cor escura); castanha do Pará; uma chave (antiga); relógio com pontos luminosos e ponteiro.

Neste trabalho, foi construído uma Câmara de Wilson ou Câmara de Nuvens, só para demonstrar os materiais aos alunos. O aparato foi constituído por um recipiente fechado, no qual um vapor super-resfriado se condensa em gotículas com a passagem de um feixe de partículas carregadas (PINHEIRO, 2015).

Para o seu funcionamento, é necessário utilizar álcool (99,8%) em um feltro, que evapora e desce lentamente em direção à placa metálica, preenchendo toda caixa. Ao entrar em contato com a superfície em baixa temperatura, a densidade do vapor aumenta e ele se condensa sobre a placa. Esse processo dá início a um ciclo de convecção, onde o álcool está constantemente evaporando do feltro na parte superior da câmara e se condensando sobre a placa metálica na parte inferior. A montagem dos materiais para a realização do experimento da Câmara de nuvens estão dispostos na figura 2.

FIGURA 2 - EXPERIMENTO DA CÂMERA DE WILSON



FONTE: REALIZADA PELA AUTOR

4 DESENVOLVIMENTO

Inicialmente, na primeira aula, os alunos foram instigados a uma discussão sobre as pequenas coisas que formam o universo, propondo questões (do que a matéria é composta? quais suas características? qual sua origem?). Com base nas respostas dos alunos, foi analisado o nível de conhecimento sobre a FMC, para adequar esses conhecimentos prévios às suas futuras aulas. A análise das respostas ocorreu de maneira informal, os alunos respondiam de forma oral e após a aula foi realizado as anotações sobre discussões que ocorreram. Em outras observações em sala de aula, os alunos ao serem analisados a todo momento com gravações de áudio e com filmagens, se sentiam intimidados, então foi realizado as análises de uma maneira discreta, para não forçar os alunos a responderem as perguntas de uma maneira “forçada”, mas sim como uma conversa espontânea.

Durante a primeira aula até então, foram trabalhados os conceitos prévios dos alunos, em seguida foram apresentados os aspectos históricos sobre a evolução do Modelo do Átomo e foram discutidos através da demonstração de imagens (relacionando o modelo e suas características com os cientistas). Para finalizar a aula, foi trabalhado um vídeo curto de aproximadamente 13 minutos sobre o Modelo Atômico (TUDO SE TRANSFORMA, 2012). O Modelo do átomo nesta etapa da aula foi demonstrado através de imagens com suas estruturas, o que facilita a compreensão visual dos modelos.

Para o 2º encontro, foram retomados os conceitos da primeira etapa e apresentado aos alunos o MPPE através de ilustrações da Figura 3, com suas devidas características e tipos de classificações (massa, spin, interação, tipo de família e outras constituições de formação).

Durante essa aula também foi utilizado uma TV de tubo, que já estava na sala de aula, e um ímã de HD de um notebook que não está mais funcionando. Esses materiais permitiram demonstrar que há um acelerador de partículas na própria sala de aula. Para a formação de imagens na TV, são acelerados para a tela através do tubo do televisor (possui um vácuo parcial) um feixe de elétrons, essas partículas são direcionadas com uma trajetória através de um campo magnético.

Utilizando um ímã de HD é possível fazer com que haja uma atração ou repulsão da interação das cargas elétricas na tela da TV.

FIGURA 3 – SLIDE DA AULA



FONTE: ELABORADO PELA AUTORA

Durante o 3º encontro, os alunos foram separados em pequenos grupos e foi entregue um kit com 2 manuais de instruções e 40 cartas, com a descrição das partículas da matéria e da antimatéria, esse jogo foi elaborado pela autora. (APÊNDICE 1 – JOGO DE CARTAS, as cartas utilizadas e o manual do jogo para auxiliar os alunos). Com as instruções do manual e orientações, os alunos construíram o MPPE em famílias e identificaram as partículas que constituem o Modelo Atômico. O objetivo lúdico do jogo é a seleção que o aluno faz para identificar as Partículas elementares de cada família. Após a escolha das cartas o aluno as coloca dispostas em cima da folha sulfite, para a verificação e discussão em grupos. Esse contato com o jogo e a interação em grupos, são os objetivos didáticos, ou seja, é interação com um material divertido com colegas da sala.

Na quarta etapa o objetivo era realizar uma atividade Experimental, para demonstrar uma forma de detecção da radiação das partículas elementares. Mas não foi possível a aplicação deste trabalho, pois o ideal para realizar o processo de resfriamento da placa é com a utilização de Gelo Seco, pois mantém a temperatura constante em um período maior de tempo, permitindo que ocorra o decaimento e

observação dos rastros com maior facilidade. Em testes, só foi possível a utilização de Nitrogênio Líquido, visto que era o material que permitia resfriamento em baixa temperatura e disponibilidade nas proximidades da região de Palotina. O fornecimento do Gelo Seco na região demanda de altos custos, demora e significativa perda em transporte.

Após vários testes, com o Nitrogênio Líquido em contato com a placa no espaço dentro das bordas da tampa de isopor, percebeu-se que mergulhando a placa no Nitrogênio Líquido o processo permanecia resfriada por mais tempo. Mesmo sendo mais demorado para observar os rastros das partículas, o funcionamento se mostra relativamente bom se observado em local escuro. Devido à demora do processo, foi apresentado na sala de aula os materiais utilizados e alguns vídeos da realização do experimento (Câmara de nuvens do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e do Instituto John Adams de Ciências Aceleradoras da Universidade de Oxford) demonstrando a detecção dos rastros com o Experimento utilizando Gelo Seco. Assim se iniciou discussões sobre raios cósmicos e detecções das partículas, demonstrando que é possível construir o experimento com alguns materiais de fácil acesso, adaptando os materiais disponíveis.

Por fim, nessa quarta aula, foi entregue aos alunos um questionário (APÊNDICE – 2) com 16 questões sobre o MPPE e suas características.

5 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

A SD estruturada em quatro aulas de aproximadamente 50 minutos, foi aplicada nos dias 10, 17, 19 e 24 de outubro de 2018, para uma turma de 21 alunos do terceiro ano regular do EM, no Colégio Estadual Santo Agostinho no Município de Palotina no estado do Paraná.

Durante a primeira aula, após uma discussão das questões norteadoras sobre o que constitui o universo microscopicamente, os alunos relacionaram a evolução do átomo e sua estrutura, como já visto na disciplina de química do primeiro ano do Ensino Médio.

No início da segunda aula, foram retomados os conteúdos trabalhados na aula anterior para estabelecer conexões para os próximos conteúdos. Durante essa segunda aula, os alunos associaram algumas características das Partículas Elementares, conforme as já vistas na Mecânica Clássica, como massa, energia, unidades de medida e entre outros. A revisão do conteúdo com aulas expositivas e teóricas é necessária nas primeiras aulas.

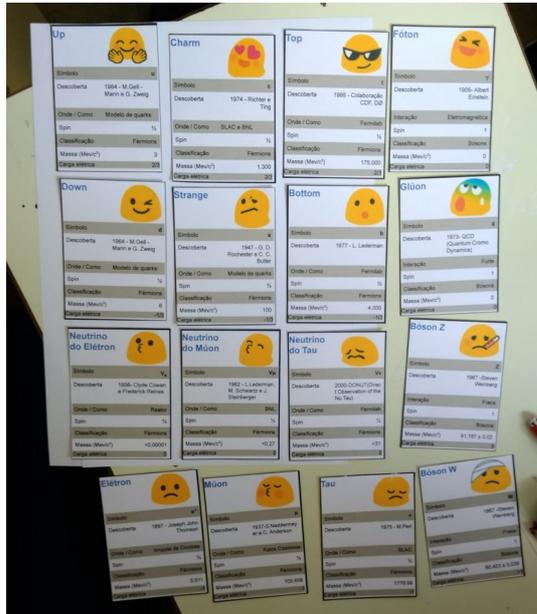
Além das aulas expositivas em sala de aula, o professor pode instigar seus alunos a relacionar esse conteúdo, em solução dos problemas de situações reais.

Além de retomar rapidamente as discussões das aulas anteriores, na terceira aula, a sala foi dividida em pequenos grupos de três pessoas que jogaram o Jogo de Cartas das Partículas elementares. Nesta etapa, os grupos trabalharam com agilidade e dedicação ao realizar discussões entre si, e também sabendo utilizar o tempo proposto para expor os resultados obtidos no jogo (FIGURA 4).

Os resultados sobre a utilização do Jogo de cartas das Partículas Elementares no processo de ensino e aprendizagem foram satisfatórios enquanto instrumento facilitador da aprendizagem do assunto de MPPE e no Modelo Atômico. Observou-se que todos colaboraram de forma espontânea e ordenada, sendo visível a empolgação e interesse entre os grupos em construir o modelo, pois acharam as instruções de fácil compreensão, e também, como sendo algo diferente do comum em sala de aula. Conforme a revisão teórica da Taxonomia de Bloom, Ferraz (2010) apresenta as características dos domínios cognitivo, afetivo e psicomotor, com essas análises dos aspectos de cada domínio, foi possível perceber que os objetivos

avaliativos deste trabalho foram atingidos, pois com o resultado da montagem realizada pelos alunos do MPPE o domínio cognitivo e afetivo dos alunos foram perceptíveis.

FIGURA 4 - IMAGEM DA MONTAGEM REALIZADA PELOS ALUNOS DO MPPE DO JOGO

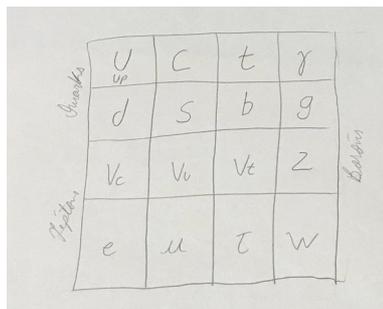


FONTE: ELABORADA PELA AUTORA

Durante a quarta aula, foi demonstrado a Câmara de Wilson (Câmara de névoa), seus materiais e sua realização experimental através de vídeos.

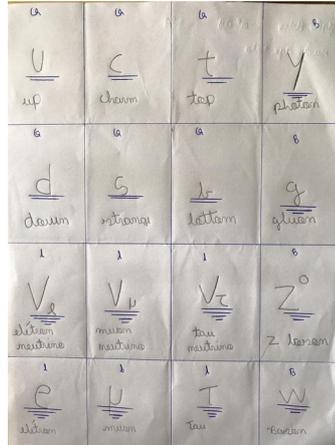
Para a aplicação e resultado das respostas no questionário (APÊNDICE 02), estavam presentes na sala de aula, 16 alunos. No qual, responderam a todas as questões sem consulta e de forma individual, além disso, representaram o MPPE em uma folha sulfite (FIGURA 5) (FIGURA 6), conforme solicitado.

FIGURA 5 – IMAGEM DAS RESPOSTAS DOS ALUNOS DO QUESTIONÁRIO



FONTE: ELABORADA PELA AUTORA

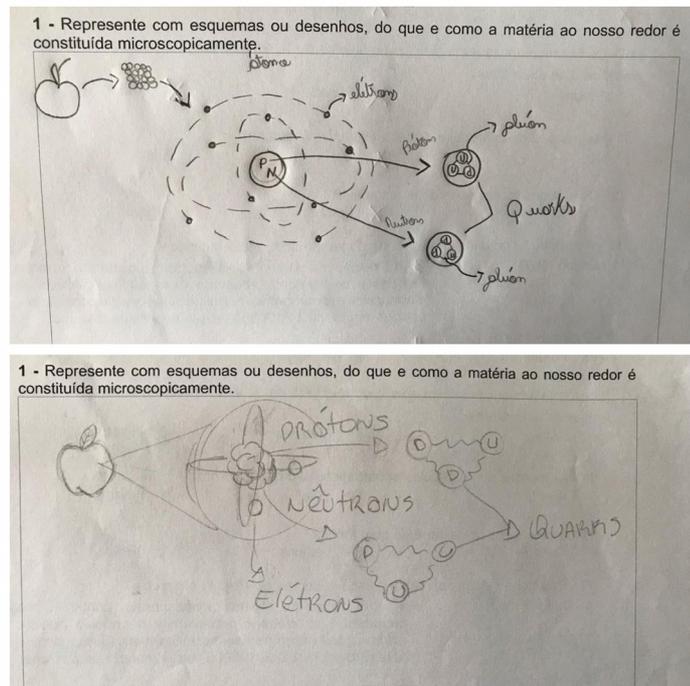
FIGURA 6 – IMAGEM DAS RESPOSTAS DOS ALUNOS DO QUESTIONÁRIO



FONTE: ELABORADA PELA AUTORA

A primeira questão do questionário, solicitava aos alunos a representação com esquemas ou desenhos da composição da matéria ao nosso redor, constituída microscopicamente, sendo a representação do Modelo Atômico. Nesta etapa do questionário, todos os alunos conseguiram compreender a questão e indicar o que era cada parte.

FIGURA 7 – IMAGEM DAS RESPOSTAS DOS ALUNOS DO QUESTIONÁRIO



FONTE: ELABORADA PELA AUTORA

Conforme o Gráfico 1, que representa a relação percentual das respostas da questão 13 (FIGURA 8) do questionário aplicado aos alunos na quarta aula, durante a pesquisa, 10 alunos (62,50%) associaram as colunas corretamente, enquanto 6 alunos (37,50%) confundiram dois Modelos, o Modelo de Bohr com o Modelo de Schrodinger, por haver muitas semelhanças de características entre si. O gráfico apresenta a relação das colunas que foram associadas pelos alunos.

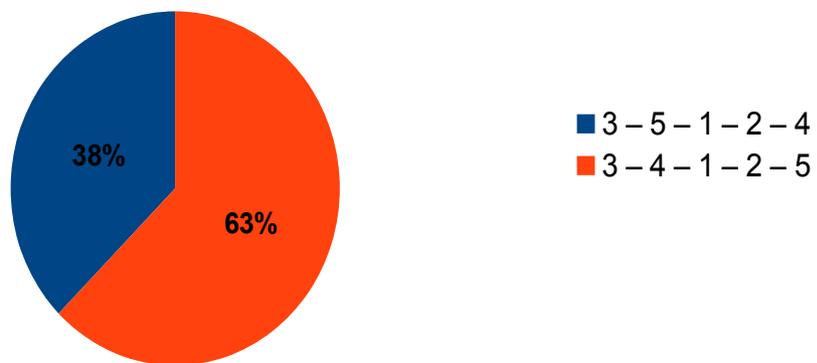
FIGURA 8 – QUESTÃO 13 DO QUESTIONÁRIO

1 - Dalton (1803)	() O núcleo do átomo foi descoberto, contendo prótons, nêutrons e os elétrons orbitavam esse núcleo positivo. As informações experimentais permitiram-lhe ainda concluir que o núcleo era cerca de 100000 vezes menor que o átomo.
2 - Thomson (1903)	() As camadas eletrônicas foram descobertas. Quando o elétron absorve ou emite energia, ele transita de uma órbita para outra.
3 - Rutherford (1911)	() A matéria era constituída por partículas indivisíveis e indestrutíveis. Os átomos de um mesmo elemento químico são idênticos e possuem o mesmo peso.
4 - Bohr (1913)	() O átomo passou a ser divisível, ficou conhecido como pudim de passas, pois estava estruturado em uma esfera com carga elétrica positiva e no seu encontravam-se distribuídos os elétrons.
5 - Schrödinger (1926)	() Foi possível calcular através de uma equação diferencial, a energia de um sistema quântico. A cada valor de energia calculado, corresponde uma função de onda solução da equação.

FONTE: ELABORADA PELA AUTORA

GRÁFICO 1 – RELAÇÃO PERCENTUAL DAS RESPOSTAS DOS ALUNOS NO QUESTIONÁRIO

Relação das colunas sobre a linha do tempo do Modelo Atômico

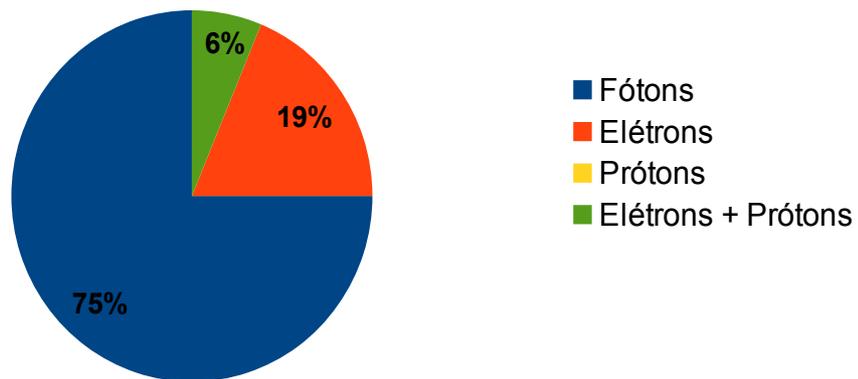


FONTE: ELABORADO PELA AUTORA

O gráfico 2 apresenta a questão 9 do questionário, no qual 12 (75%) alunos marcaram corretamente que os Bósons (spin inteiro) são representados por Fótons, mas nem todos acertaram, 3 alunos (19%) colocaram que a representação é por elétrons e um aluno marcou duas opções, os Fótons e Elétrons.

GRÁFICO 2 - RELAÇÃO PERCENTUAL DAS RESPOSTAS DOS ALUNOS NO QUESTIONÁRIO

Bósons possuem spin inteiro, eles são representados por:

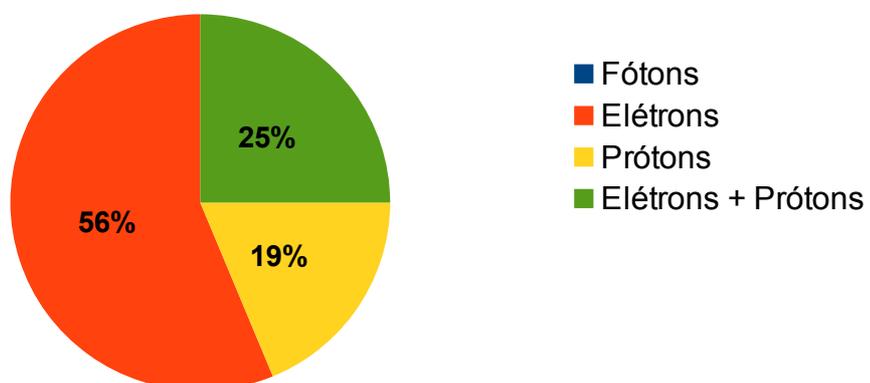


FONTE: ELABORADO PELA AUTORA

A questão 10 do questionário, relaciona os conceitos da questão 9. A maioria dos alunos 9 (56%) e 3 (19%) responderam parcialmente correto conforme mostra o gráfico 3. Somente 4 (25%) dos alunos marcaram que os Férmions (spin $\frac{1}{2}$ ou múltiplos de $\frac{1}{2}$) são representados por Elétrons e Prótons.

GRÁFICO 3 – RELAÇÃO PERCENTUAL DAS RESPOSTAS DOS ALUNOS NO QUESTIONÁRIO

Os férmions possuem spin $\frac{1}{2}$ ou múltiplos de $\frac{1}{2}$, eles são representados por:



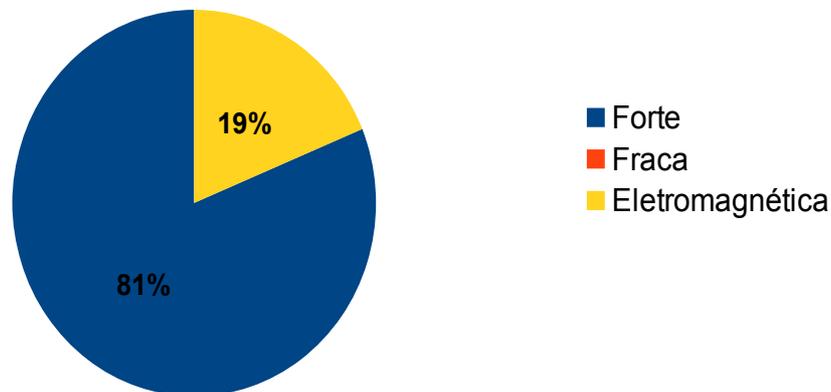
FONTE: ELABORADO PELA AUTORA

Embora esse conteúdo das características do Modelo Atômico seja trabalhado durante o primeiro ano do EM da disciplina Química e relativamente revisado durante a aplicação da SD, esperava-se que os resultados dos gráficos 2 e 3 apresentassem um total índice de acerto, pelo fato dos alunos já terem estudado outros aspectos de maior complexidade das partículas atômicas, como por exemplo, os orbitais e os números quânticos, e também apresentassem uma maior capacidade de abstração e conceitos mais claros, o que não foi encontrado durante essa etapa.

A melhor descrição do comportamento dos quarks no interior dos hádrons é a de estarem “grudados” uns aos outros por uma espécie de “cola elástica” chamada glúon, um bóson mediador para intermediar a interação forte entre os quarks (ABDALLA, 2006). O resultado dessa representação, está descrita no Gráfico 4 da questão 7, no qual 13 alunos (81%) marcaram corretamente que os Quarks estão submetidos à interação Forte, 3 alunos (19%) confundiram essa questão e marcaram que a interação é Eletromagnética.

GRÁFICO 4 – RELAÇÃO PERCENTUAL DAS RESPOSTAS DOS ALUNOS NO QUESTIONÁRIO

Os Quarks são Partículas Elementares que fazem interação:



FONTE: ELABORADO PELA AUTORA

O gráfico 5 também é sobre os tipos de interação, mas representa a questão 8 das partículas de luz, ou seja, os Fótons. Essa questão teve muitas opiniões diferentes na sala, pois 6 alunos (38%) marcaram corretamente que a interação é Eletromagnética, mas 6 alunos (38%) colocaram que a interação é fraca e 4 alunos (25%) indicaram a interação forte.

GRÁFICO 5 – RELAÇÃO PERCENTUAL DAS RESPOSTAS DOS ALUNOS NO QUESTIONÁRIO

Os fótons são partículas elementares que fazem interação:



FONTE: ELABORADO PELA AUTORA

Valadares e Moreira (1998) afirmam que “é imprescindível que o estudante do segundo grau conheça os fundamentos da tecnologia atual, já que ela atua diretamente em sua vida e certamente definirá o seu futuro profissional”. Assim surge a importância de se introduzir conceitos básicos de FMC. Hoje em dia é possível adquirir por preços bem acessíveis um ímã de HD de algum computador ou notebook que não será mais utilizado, uma TV de tubo, e fazer uma ponte entre a física da sala de aula e a física do cotidiano. O gráfico 6, apresenta que todos os 16 alunos (100%) conseguiram relacionar os conceitos desenvolvidos durante as aulas de física, com alguns aspectos muito próximos do cotidiano. Assinalando a opção correta (Televisor de tubo), na qual, a questão pede um acelerador de Partículas que há dentro de casa. Mostrando assim, domínio do conteúdo básico, com um conhecimento mais específico de aceleração de partículas e seu funcionamento.

GRÁFICO 6 – RELAÇÃO PERCENTUAL DAS RESPOSTAS DOS ALUNOS NO QUESTIONÁRIO

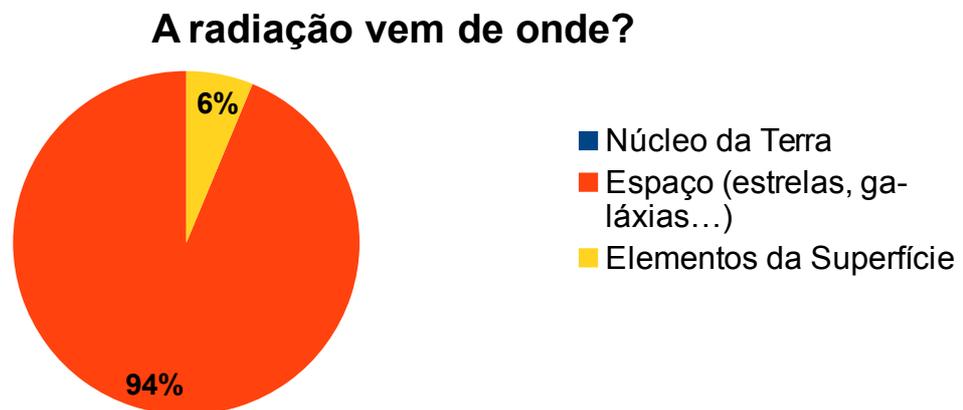
Um acelerador de Partículas que você têm em casa.



FONTE: ELABORADO PELA AUTORA

Existem partículas provenientes do espaço denominadas de Raios Cósmico, essas partículas são altamente energéticas, sub-atômicas com velocidades próximas à da luz (ANJOS, 2014). As partículas vão desintegrando-se em Chuveiros atmosféricos extensos. Conforme Abdala (2006), essas “pequeninas” vão “bombardeando” um caminho, formando novas partículas, quando passam por esses instrumentos de detecção, elas são assim registradas e identificadas. Essas descrições demonstram no Gráfico 7, que os alunos responderam de maneira clara da onde a radiação chegava. Dos 16 alunos, 15 (94%) marcaram de maneira correta que a radiação provém do Espaço, somente 1 dos alunos (6%), assinalou incorretamente a opção de que a radiação vem de Elementos da Superfície.

GRÁFICO 7 – RELAÇÃO PERCENTUAL DAS RESPOSTAS DOS ALUNOS NO QUESTIONÁRIO



FONTE: ELABORADO PELA AUTORA

A descoberta dos Raios Cósmicos só foi possível devido aos estudos e experiências realizadas em 1912 por Victor Hess² (1912, apud ANJOS, 2014), físico austríaco que utilizou um balão para investigar a condutividade elétrica na atmosfera. Hess descobriu que a ionização aumentava rapidamente com a altitude (~ 5 km), com isso comprovou que a radiação ionizante era de fora da Terra.

Os alunos sentiram-se mais atraídos pelos jogos e pela demonstração da atividade experimental. A relação de conceitos teóricos durante a realização prática, facilita no desenvolvimento de aprendizagem dos alunos, conforme demonstrado nos resultados da análise gráfica, das repostas dos alunos no questionário realizado na última aula de aplicação da SD.

² HESS, V. F. Über beobachtungen der durchdringenden strahlung bei sieben freiballonfahrten. Physikalische Zeitschrift, v. 13, p. 1084, 1912.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há vários artefatos tecnológicos que permitem introduzir em sala de aula novos enfoques da física. Além disso, é possível construir uma série de modelos e protótipos de dispositivos que ilustram os princípios da FMC e suas aplicações práticas. Com isso o estudante passa a ter uma motivação a mais, já que ele passa a ver o mundo com outros olhos (VALADARES, MOREIRA, 1998).

Durante as aulas, mesmo não sendo possível realizar o Experimento Prático dentro da sala de aula, trazer os materiais e explicar aos alunos os processos de como realizar e identificar o decaimento de partículas com materiais de fácil acesso já os incentiva a querer tentar executar tarefas fora de sala e buscar novas questões e sugestões para discutir durante as aulas. Essa afirmação só foi possível com o *feedback* dos alunos, que além das respostas orais em sala, também responderam uma das questões do questionário aplicado na última aula da SD. Os alunos gostaram da demonstração do experimento, outros alunos gostaram do jogo e a interação com os colegas. Deste modo, percebemos a importância que o jogo também trouxe sob os alunos, pois é algo interativo.

Paulo³ (1997, apud Ostermann e Morreira, 2016) afirma ser muito importante a introdução de FMC, pois ela faz parte do cotidiano da sociedade contemporânea. Assim quando o aluno possuir noções de tópicos de FMC, ele vai conseguir relacionar esses conceitos com o mundo que o cerca. França, Marcondes e Carmo (2009) consideram que a aprendizagem desses conceitos é importante para a construção de uma visão da estrutura da matéria, a qual deve subsidiar o entendimento das propriedades das partículas. O papel do professor de física na educação é desenvolver a ciência em sala de aula, saber a ensinar, instigar e fazer com que os estudantes se sintam interessados em aprender e desvendar desafios teóricos e práticos da física. Ser professor dessa área é tentar romper esse paradigma de preconceitos que os alunos carregam dos conteúdos serem algo tenebroso, fazê-los perceber a interdisciplinaridade que ocorre entre as disciplinas e que todas estão interligadas entre si, como todas as ciências, mesmo parecendo constantemente que a disciplina de física é só cálculo.

3 PAULO, I. J. C. de. **Elementos para uma proposta de inserção de tópicos de física moderna no ensino de nível médio**. Cuiabá: Instituto de Educação – UFMT, 1997. Diss. Mestr. Educação.

REFERÊNCIAS

ABDALLA, M. C. B. **O discreto charme das partículas elementares**. São Paulo: Unesp, 2006, 344p.

ANJOS, R. C. **Propagação de raios cósmicos extragaláticos**. 2014. 211 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014.

ALVETTI, M. A. S.; DELIZOICOV, D. **Ensino de física moderna e contemporânea e a Revista Ciência**. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, Florianópolis. Atas. Florianópolis: Imprensa UFSC, 1998. 3p, [Seção de Pôsteres]. 1 CD-ROM.

BATISTA, I. L. **O ENSINO DE TEORIAS FÍSICAS MEDIANTE UMA ESTRUTURA HISTÓRICO-FILOSÓFICA**. *Ciência & Educação*, v. 10, n. 3, p. 461-476, 2004.

BRASIL. Ministério da Educação -MEC, Secretaria de Educação Básica. **Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica**. Diretoria de Currículos e Educação Integral. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**. Vol.2 – Brasília: Ministério da Educação, 2006.

BORGES, A. T. **NOVOS RUMOS PARA O LABORATÓRIO ESCOLAR DE CIÊNCIAS**. *Cad. Brás. Ens. Fís.*, v. 19, n.3: p.291-313, dez. 2002.

BORGES, M. D. **Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio: uma experiência didática com a Teoria da Relatividade Restrita**. 2005.

CAMARGO, A. J. **A introdução de física moderna no 2º grau: obstáculos e possibilidades**. Florianópolis: Curso de Pós-Graduação em Educação - UFSC, 1996. Diss. maestr. Educação.

CAVALCANTE, M. A. **O ensino de uma nova física e o exercício da cidadania**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 21, n. 4, p. 550-551, dez. 1999.

CARRETERO, Mario. **Construir e Ensinar as Ciências Sociais/hist.** São Paulo: Artmed, 1997.

FRANÇA, A. C. G.; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro; CARMO, M.P. **Estrutura atômica e formação dos íons: uma análise das ideias dos alunos do 3º ano do ensino médio.** Química Nova na Escola, v. 31, n. 4, p. 275-282, 2009.

FERRAZ, A. P. C. M. et al. **Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais.** Gest. Prod., São Carlos, v. 17, n. 2, p. 421-431, 2010.

GIORDAN, M.; GUIMARÃES, Y. A. F.; MASSI, L. **Uma análise das abordagens investigativas de trabalhos sobre sequências didáticas: tendências no ensino de ciências.** ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISAS EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, v. 8, 2011.

GOMES, H. J. P.; OLIVEIRA, O. B. **Obstáculos epistemológicos no ensino de ciências: um estudo sobre suas influências nas concepções de átomo.** Ciências & Cognição, v. 12, 2007.

LOZADA, C. O.; ARAÚJO, M. S. T. **Ensino de Física de Partículas Elementares no Ensino Médio: as perspectivas dos professores em relação ao ensino do Modelo Padrão.** In: XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2007, São Luís – MA. Anais do XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2007. v. 1. p. 1-10.

LUCKESI, C.C. **Filosofia da Educação.** São Paulo: Cortez, 1994.

MACHADO, Anna Rachel; CRISTOVÃO, Vera Lúcia Lopes. **A construção de modelos didáticos de gêneros: aportes e questionamentos para o ensino de gêneros.** Linguagem em (Dis) curso, v. 6, n. 3, p. 547-573, 2010.

MARTIN, G.F.S.; BATISTA, I.L. **O ensino de Física de Partículas Elementares nas Licenciaturas em Física.** IX EPEF, 2005.

MESQUITA, Marcelo David Silva de. **Matéria e radiação: uma abordagem contextualizada ao ensino de física.** 2011. 101 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências)—Universidade de Brasília, 2011.

MORTIMER, E. F. **Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências**. UFMG, 2000.

OLIVEIRA, Maria Marly. **Sequência didática interativa no processo de formação de professores**. Editora Vozes Limitada, 2013.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. **Atualização do currículo de física na escola de nível médio: um estudo dessa problemática na perspectiva de uma experiência em sala de aula e da formação inicial de professores**. Caderno Catarinense de Ensino Física, Florianópolis, v. 18, n. 2, p. 135-151, ago. 2001.

OSTERMANN, Fernanda; MOREIRA, Marco Antonio. **Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa “Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio”**. Investigações em ensino de ciências, v. 5, n. 1, p. 23-48, 2016.

PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS – ENSINO MÉDIO (PCN). **Ciências da Natureza, matemática e suas Tecnologias – Física**. Brasília: MEC/INEP, 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em: 28 jul. 2018

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação do Paraná (SEED-PR), Departamento de Educação Básica (DEB). **Caderno de Orientações para Utilização do Laboratório Escolar de Ciências da Natureza da Rede Estadual de Ensino do Paraná**. Paraná: SEED-PR/DEB., p 10. 2013.

PEREIRA, A. P; OSTERMANN, F. **SOBRE O ENSINO DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA: UMA REVISÃO DA PRODUÇÃO ACADÊMICA RECENTE**. Investigações em Ensino de Ciências. Porto Alegre. Vol.14, n.3, p. 393-420, 2009.

PEREIRA, O. da S. **Raios cósmicos: introduzindo física moderna no 2º grau**. São Paulo: Instituto de Física e Faculdade de Educação – USP, 1997. Diss. maestr. Ensino de Ciências.

PINHEIRO, L. A. **A câmara de nuvens: uma abordagem integrada entre a Física Clássica e a Física Moderna**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 32, n. 2, p. 517-528, 2015.

SANCHES, M. B. **A FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO MÉDIO: QUAL SUA PRESENÇA EM SALA DE AULA.** 2006. Tese de Doutorado. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2006, 112 pp.

SCHROEDER, E.; FERRARI, N.; MAESTRELLI, S. R. P. **A construção dos conceitos científicos em aulas de ciências: contribuições da teoria histórico-cultural do desenvolvimento.** VII ENPEC Florianópolis, SC, 2009.

SOUZA, F. G. F. **FÍSICA DE PARTÍCULAS NO ENSINO MÉDIO: UMA ANÁLISE DE MATERIAIS PARA APOIO DIDÁTICO.** Trabalho de Graduação em Licenciatura em Física – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2011.

TERRAZZAN, E. A. **A inserção da física moderna e contemporânea no ensino de física na escola de 2º Grau.** Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v. 9, n. 3, p. 209-214, dez. 1992.

_____. **Perspectivas para a inserção de física moderna na escola média.** São Paulo: Curso de Pós-Graduação em Educação - USP, 1994. Tese.

TUDO SE TRANSFORMA - **História da Química, História dos Modelos Atômicos.** Produção audiovisual produzida pela PUC Rio em parceria com o Ministério da Educação, 2012 (13m 30s). Disponível em: <http://research.ccead.puc-rio.br/sites/reas/video/tudo-se-transforma-historia-da-quimica-historia-dos-modelos-atomicos/>. Acessado em: 15 de Agosto de 2018.

VALADARES, E. DE C.; MOREIRA, A. M. **Ensinando física moderna no ensino médio: efeito fotoelétrico, laser e emissão de corpo negro.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v.15, n.2, p.359-372. 1998.

VYGOTSKY, L. S.; LURIA, A. R.; LEONTIEV, A. N. **Aprendizagem e desenvolvimento intelectual na idade escolar.** In: Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem. 5. ed. São Paulo : Ícone, 1994.

APÊNDICE 01 – JOGO DE CARTAS

Manual do Jogo
Contém
<ul style="list-style-type: none"> • 40 cartas - cada carta descreve as características gerais e específicas das partículas que constituem o universo; • 1 folha sulfite em branco; • 2 Manuais para o jogo.
1 - Instruções
<ul style="list-style-type: none"> • A intenção do jogo é construir o Modelo Padrão das Partículas Elementares; • O jogo pode ser individual ou realizado em pequenos grupos; • Cada integrante do grupo deve analisar as características gerais e específicas de cada carta que descreve as partículas; • A folha sulfite pode auxiliar de base para serem colocadas as cartas e construir o modelo padrão; • Após escolher as 16 cartas dentre as 40, coloque-as de acordo com cada família (Quarks, Léptons e Mediadores); • O tempo aproximado do jogo é de 15 minutos.
2 - Instruções
<ul style="list-style-type: none"> • A intenção do jogo é identificar as partículas que constituem o Modelo Atômico; • O jogo pode ser individual ou realizado em pequenos grupos; • Cada integrante do grupo deve analisar as características gerais e específicas de cada carta que descreve as partículas; • Dentre as 40 cartas, deve-se escolher as cartas que constituem as partículas do Modelo atômico. Coloque-as de acordo com a ordem e característica de formação até as Partículas Elementares. • Utilize a folha sulfite para auxiliar de base para serem colocadas as cartas separadas. • O tempo aproximado do jogo é de 10 minutos.

Elétron



Símbolo	e^{-1}
Descoberta	1897 - Joseph John Thomson
Onde / Como	Ampola de Crookes
Spin	$\frac{1}{2}$
Classificação	Férmions
Massa (Mev/c ²)	0,511
Carga elétrica	-1

Múon



Símbolo	μ
Descoberta	1937-S.Neddermeyer e C. Anderson
Onde / Como	Raios Cósmicos
Spin	$\frac{1}{2}$
Classificação	Férmions
Massa (Mev/c ²)	105,658
Carga elétrica	-1

Tau



Símbolo	τ
Descoberta	1975 - M.Perl
Onde / Como	SLAC
Spin	$\frac{1}{2}$
Classificação	Férmions
Massa (Mev/c ²)	1776,99
Carga elétrica	-1

Down



Símbolo	d
Descoberta	1964 - M.Gell-Mann e G. Zweig
Onde / Como	Modelo de quarks
Spin	$\frac{1}{2}$
Classificação	Férmions
Massa (Mev/c ²)	6
Carga elétrica	-1/3

Neutrino do Elétron



Símbolo	ν_e
Descoberta	1956- Clyde Cowan e Frederick Reines
Onde / Como	Reator
Spin	$\frac{1}{2}$
Classificação	Férmions
Massa (Mev/c ²)	<0,00001
Carga elétrica	0

Neutrino do Múon



Símbolo	ν_μ
Descoberta	1962 - L.Lederman, M. Schwartz e J. Steinberger
Onde / Como	BNL
Spin	$\frac{1}{2}$
Classificação	Férmions
Massa (Mev/c ²)	<0,27
Carga elétrica	0

Neutrino do Tau



Símbolo	ν_τ
Descoberta	2000-DONUT(Direct Observation of the Nu Tau)
Onde / Como	Fermilab
Spin	$\frac{1}{2}$
Classificação	Férmions
Massa (Mev/c ²)	<31
Carga elétrica	0

Up



Símbolo	u
Descoberta	1964 - M.Gell-Mann e G. Zweig
Onde / Como	Modelo de quarks
Spin	$\frac{1}{2}$
Classificação	Férmions
Massa (Mev/c ²)	3
Carga elétrica	2/3



Charm



Símbolo	c
Descoberta	1974 - Richter e Ting
Onde / Como	SLAC e BNL
Spin	1/2
Classificação	Férmions
Massa (Mev/c ²)	1.300
Carga elétrica	2/3

Top



Símbolo	t
Descoberta	1995 - Colaboração CDF, DØ
Onde / Como	Fermilab
Spin	1/2
Classificação	Férmions
Massa (Mev/c ²)	175.000
Carga elétrica	2/3

Bottom



Símbolo	b
Descoberta	1977 - L. Lederman
Onde / Como	Fermilab
Spin	1/2
Classificação	Férmions
Massa (Mev/c ²)	4.300
Carga elétrica	-1/3

Strange



Símbolo	s
Descoberta	1947 - G. D. Rochester e C. C. Butler
Onde / Como	Modelo de quarks
Spin	1/2
Classificação	Férmions
Massa (Mev/c ²)	100
Carga elétrica	-1/3

Bóson W



Símbolo	W
Descoberta	1967 - Steven Weinberg
Interação	Fraca
Spin	1
Classificação	Bósons
Massa (Mev/c ²)	80,423 ± 0,039
Carga elétrica	+1

Glúon



Símbolo	g
Descoberta	1973- QCD (Quantum Chromo Dynamics)
Interação	Forte
Spin	1
Classificação	Bósons
Massa (Mev/c ²)	0
Carga elétrica	0

Fóton



Símbolo	γ
Descoberta	1905- Albert Einstein
Interação	Eletromagnética
Spin	1
Classificação	Bósons
Massa (Mev/c ²)	0
Carga elétrica	0

Bóson Z



Símbolo	Z
Descoberta	1967 - Steven Weinberg
Interação	Fraca
Spin	1
Classificação	Bósons
Massa (Mev/c ²)	91,187 ± 0,02
Carga elétrica	0

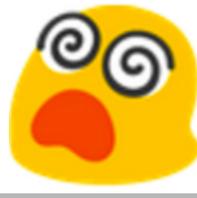


Káon



Símbolo	K^+
Descoberta	1947
Onde / Como	Raios Cósmicos
Spin	0
Classificação	Bósons
Massa (Mev/c ²)	493,7
Estranheza	+1
Carga elétrica	+1

Bóson do Higgs



Símbolo	H
Descoberta	1964
Onde / Como	A ser descoberto
Spin	- - -
Classificação	- - -
Massa (Gev/c ²)	~ 110
Estranheza	- - -
Carga elétrica	- - -

Píon



Símbolo	π^0
Descoberta	1950 - Cecil Powell
Onde / Como	Acelerador Cósmico
Spin	0
Classificação	Bósons
Massa(Mev/c ²)	135,0
Estranheza	
Carga elétrica	0

Káon



Símbolo	K^0
Descoberta	1947
Onde / Como	Raios Cósmicos
Spin	0
Classificação	Bósons
Massa(Mev/c ²)	498,0
Estranheza	+1
Carga elétrica	0

Pósitron



Símbolo	e^+
Descoberta	1931 - Carl David Anderson
Onde / Como	Câmara de Wilson / Câmara de nuvens
Spin	½
Classificação	Férmions
Massa (Mev/c ²)	0,511
Carga elétrica	+1

Nêutron



Símbolo	n
Descoberta	1932 - James Chadwick
Onde / Como	Polônio como fonte de partículas α
Spin	½
Classificação	Férmions
Massa (Mev/c ²)	939,55
Carga elétrica	0

Píon



Símbolo	π^+
Descoberta	1947-Giuseppe Occhialini, Cecil Powell,César Lattes
Onde / Como	Acelerador Cósmico
Spin	0
Classificação	Bósons
Massa(Mev/c ²)	140,0
Carga elétrica	+1

Píon



Símbolo	π^-
Descoberta	1947-Giuseppe Occhialini, Cecil Powell,César Lattes
Onde / Como	Acelerador Cósmico
Spin	0
Classificação	Bósons
Massa(Mev/c ²)	140,0
Carga elétrica	-1

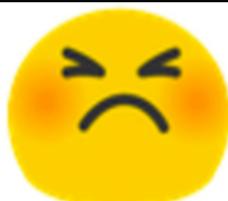


Antimúon



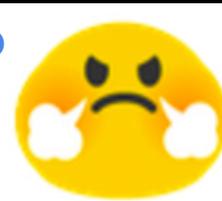
Símbolo	$\bar{\mu}$
Descoberta	1937
Onde / Como	- - -
Spin	$\frac{1}{2}$
Classificação	Férmions
Massa (Mev/c ²)	105,7
Carga elétrica	+1

Antitau



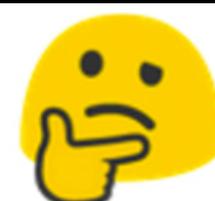
Símbolo	$\bar{\tau}$
Descoberta	1975
Onde / Como	- - -
Spin	$\frac{1}{2}$
Classificação	Férmions
Massa (Gev/c ²)	1.777
Carga elétrica	+1

Antineutrino do Elétron



Símbolo	$\bar{\nu}_e$
Descoberta	1956
Onde / Como	- - -
Spin	$\frac{1}{2}$
Classificação	Férmions
Massa (ev/c ²)	<3
Carga elétrica	0

Antineutrino do Múon



Símbolo	$\bar{\nu}_\mu$
Descoberta	1962
Onde / Como	- - -
Spin	$\frac{1}{2}$
Classificação	Férmions
Massa (Mev/c ²)	<0,17
Carga elétrica	0

Antineutrino do Tau



Símbolo	$\bar{\nu}_\tau$
Descoberta	2000
Onde / Como	- - -
Spin	$\frac{1}{2}$
Classificação	Férmions
Massa (Mev/c ²)	<18
Carga elétrica	0

Antipróton



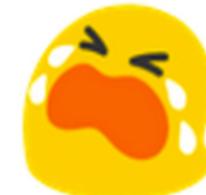
Símbolo	\bar{p}
Descoberta	1955
Onde / Como	- - -
Spin	$\frac{1}{2}$
Classificação	Férmions
Massa (Mev/c ²)	938,3
Carga elétrica	-1

Antinêutron



Símbolo	\bar{n}
Descoberta	1956
Onde / Como	- - -
Spin	$\frac{1}{2}$
Classificação	Férmions
Massa (Gev/c ²)	939,6
Carga elétrica	0

Antilambda



Símbolo	$\bar{\Lambda}$
Descoberta	1958
Onde / Como	- - -
Spin	$\frac{1}{2}$
Classificação	Férmions
Massa (Gev/c ²)	1.115
Carga elétrica	0



Lambda



Símbolo	Λ^0
Descoberta	1951
Onde / Como	Câmara de bolhas
Spin	$\frac{1}{2}$
Classificação	Férmions
Massa (Gev/c ²)	1.115,6
Estranheza	-1
Carga elétrica	0

Sigma



Símbolo	Σ^+
Descoberta	1953
Onde / Como	Raios Cósmicos
Spin	$\frac{1}{2}$
Classificação	Férmions
Massa (Gev/c ²)	1.189,4
Estranheza	-1
Carga elétrica	+1

Sigma



Símbolo	Σ^-
Descoberta	1953
Onde / Como	Raios Cósmicos
Spin	$\frac{1}{2}$
Classificação	Férmions
Massa (Gev/c ²)	1.197,3
Estranheza	-1
Carga elétrica	-1

Sigma



Símbolo	Σ^0
Descoberta	1956
Onde / Como	Raios Cósmicos
Spin	$\frac{1}{2}$
Classificação	Férmions
Massa (Gev/c ²)	1.192,5
Estranheza	-1
Carga elétrica	0

Xi



Símbolo	Ξ^0
Descoberta	1959
Onde / Como	Raios Cósmicos
Spin	$\frac{1}{2}$
Classificação	Férmions
Massa (Gev/c ²)	1.315
Estranheza	-2
Carga elétrica	0

Xi



Símbolo	Ξ^-
Descoberta	1953
Onde / Como	Raios Cósmicos
Spin	$\frac{1}{2}$
Classificação	Férmions
Massa (Gev/c ²)	1.321
Estranheza	-2
Carga elétrica	-1

Ômega



Símbolo	Ω^-
Descoberta	1964
Onde / Como	
Spin	$\frac{1}{2}$
Classificação	Férmions
Massa (Gev/c ²)	1.672
Estranheza	-3
Carga elétrica	-1

Próton



Símbolo	p
Descoberta	1919 - Ernest Rutherford
Onde / Como	Desintegração Artificial
Spin	$\frac{1}{2}$
Classificação	Férmions
Massa (Mev/c ²)	938,26
Carga elétrica	+1



APÊNDICE 02 – QUESTIONÁRIO

Professor(a): Jaqueline Cristine Desordi

Data: ___/___/___

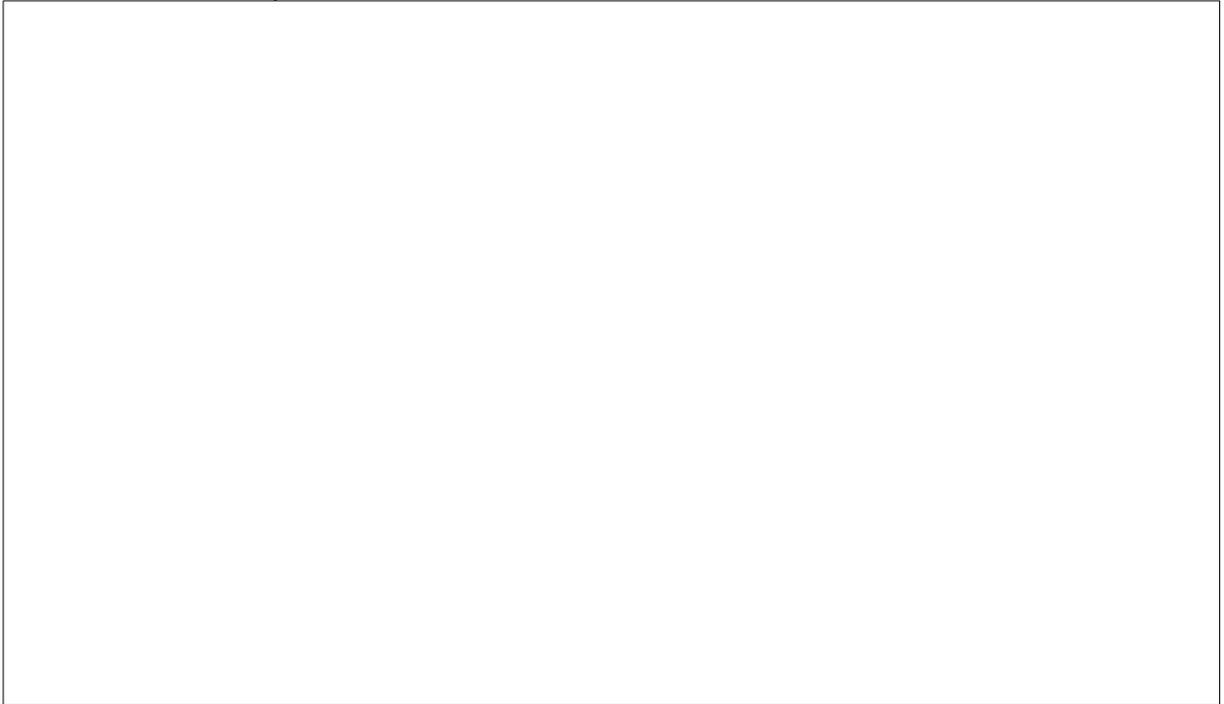
Aluno(a): _____

N ° _____

Ano/Série: 3°

Questionário

1 - Represente com esquemas ou desenhos, do que e como a matéria ao nosso redor é constituída microscopicamente.



2 - O que são Partículas elementares e Partículas não elementares?

3 - As partículas elementares são divididas em três famílias, quais são elas?

Assinale a alternativa correta:

4 - A radiação vem de onde?

- () Núcleo da Terra
() Espaço (estrelas, galáxias...)
() Elementos da superfície da Terra

5 - As partículas elementares são constituídas por:

- () Água - Ar - Terra – Fogo
() Quarks – Léptons – Mediadores
() Elétrons – Prótons – Nêutrons

6 - Um acelerador de partículas que você têm em sua casa.

- () Televisor de tubo () Controle remoto () Máquina de lavar

7 - Os Quarks são partículas elementares que fazem interação:

() Forte () Fraca () Eletromagnética

8 - Os Fótons são partículas elementares que fazem interação:

() Forte () Fraca () Eletromagnética

9 - Os Bósons possuem spin inteiro, eles são representados por: (pode ser mais de uma alternativa).

() Fótons () Elétrons () Prótons

10 - Os Férmions possuem spin $\frac{1}{2}$ ou múltiplos de $\frac{1}{2}$, eles são representados por: (pode ser mais de uma alternativa).

() Fótons () Elétrons () Prótons

11 - As massas das partículas subatômicas são dadas em:

() Kg () eV/c^2 () mol

12 - Os elétrons fazem parte de qual família?

() Quarks () Léptons () Píons

13 - Relacione as colunas sobre a linha do tempo do Modelo atômico:

1 - Dalton (1803)	() O núcleo do átomo foi descoberto, contendo prótons, nêutrons e os elétrons orbitavam esse núcleo positivo. As informações experimentais permitiram-lhe ainda concluir que o núcleo era cerca de 100000 vezes menor que o átomo.
2 - Thomson (1903)	() As camadas eletrônicas foram descobertas. Quando o elétron absorve ou emite energia, ele transita de uma órbita para outra.
3 - Rutherford (1911)	() A matéria era constituída por partículas indivisíveis e indestrutíveis. Os átomos de um mesmo elemento químico são idênticos e possuem o mesmo peso.
4 - Bohr (1913)	() O átomo passou a ser divisível, ficou conhecido como pudim de passas, pois estava estruturado em uma esfera com carga elétrica positiva e no seu encontravam-se distribuídos os elétrons.
5 - Schrodinger (1926)	() Foi possível calcular através de uma equação diferencial, a energia de um sistema quântico. A cada valor de energia calculado, corresponde uma função de onda solução da equação.

14 - Qual atividade você mais gostou? Por quê?

15 - Qual atividade menos gostou? Por quê?

16 - Indique uma sugestão para as aulas de Partículas Elementares.
