

Protetualidade Física

Uma sequência didática de física
de partículas para o ensino médio



Periodicojs
EDITORA ACADÊMICA

Jackson Pinheiro

Protexualidade Física

Uma sequência didática de física de partículas para o ensino médio



Periodicosjs
EDITORA ACADÊMICA

Jackson Pinheiro

Conselho Editorial

Abas Rezaey

Izabel Ferreira de Miranda

Ana Maria Brandão

Leides Barroso Azevedo Moura

Fernado Ribeiro Bessa

Luiz Fernando Bessa

Filipe Lins dos Santos

Manuel Carlos Silva

Flor de María Sánchez Aguirre

Renísia Cristina Garcia Filice

Isabel Menacho Vargas

Rosana Boullosa

Projeto Gráfico, editoração, capa

Editora Acadêmica Periodicojs

Idioma

Português

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

P967 Protexualidade Física: Uma sequência didática de física de partículas para o ensino médio. / Cicero Jackson Pinheiro Beserra – João Pessoa: Periodicojs editora, 2025.

E-book: il. color.

Inclui bibliografia

ISBN: 978-65-6010-139-5

1. Física. 2. Ensino médio. I. Beserra, Cicero Jackson Pinheiro. II. Título.

CDD 530.7

Elaborada por Dayse de França Barbosa CRB 15-553

Índice para catálogo sistemático:

1. Física: 530.7



Filipe Lins dos Santos
Presidente e Editor Sênior da Periodicojs

CNPJ: 39.865.437/0001-23

Rua Josias Lopes Braga, n. 437, Bancários, João Pessoa - PB - Brasil

website: www.periodicojs.com.br

instagram: [@periodicojs](https://www.instagram.com/periodicojs)

Prefácio



A coleção de ebooks intitulada de Estudos Avançados em Saúde e Natureza tem como propósito primordial a divulgação e publicação de trabalhos de qualidade nas áreas das ciências da saúde, exatas, naturais e biológicas que são avaliados no sistema duplo cego.

Foi pensando nisso que a coleção de ebooks destinou uma seção específica para dar ênfase e divulgação a trabalhos de professores, alunos, pesquisadores e estudiosos das áreas das ciências da saúde, exatas, naturais ou biológicas. O objetivo dessa seção é unir o debate interdisciplinar com temas e debates específicos da área mencionada. Desse modo, em tempos que a produção científica requer cada vez mais qualidade e amplitude de abertura para diversos leitores se apropriarem dos estudos acadêmicos, criamos essa seção com o objetivo de metodologicamente democratizar o estudo, pesquisa e

ensino na área das diversas ciências.

Esse novo volume tem uma proposta fundamental ao analisar de maneira didática como apresentar o conhecimento da física de partícula a estudantes de ensino médio, permitindo um aprofundamento da temática para esses estudantes.

Filipe Lins dos Santos

Editor Sênior da Editora Acadêmica Periodicojs



Sumário



Capítulo 1

INTRODUÇÃO E REFERÊNCIAL TEÓRICO

8

Capítulo 2

FISICA DE PARTICULAS

39

Capítulo 3

PROTEXTUALIDADE FÍSICA

92

Considerações finais

123

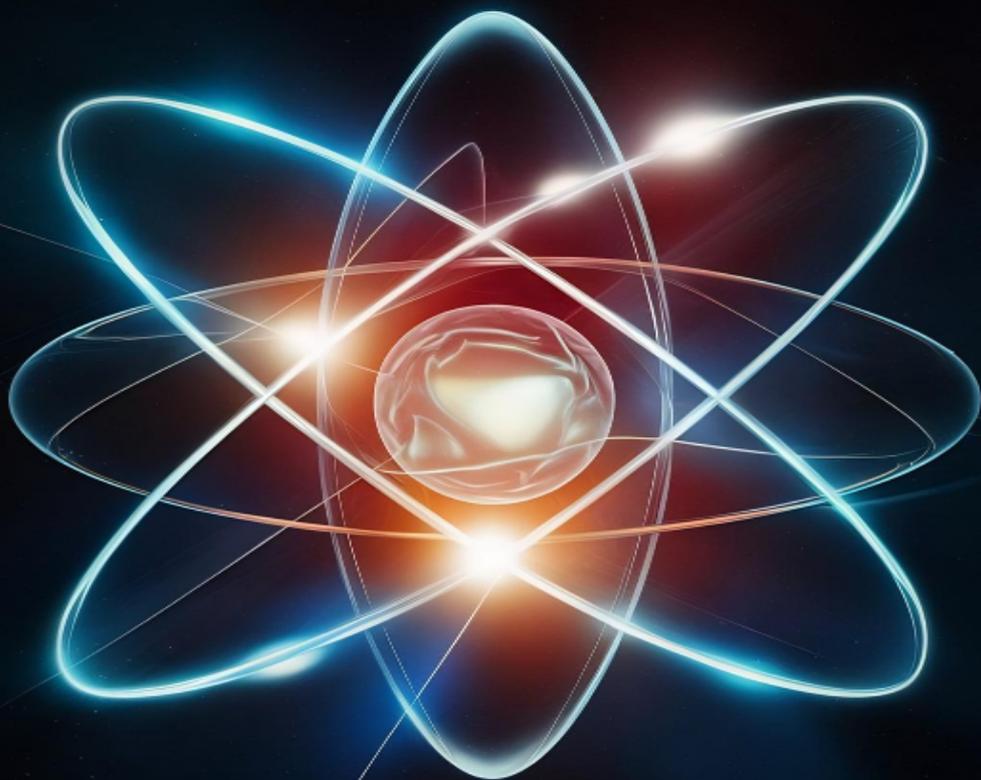


Referências Bibliográficas

131



Capítulo 1



INTRODUÇÃO E REFERÊNCIAL TEÓRICO

O ensino de Física, além dos entraves comuns às demais áreas do conhecimento, sofre outra dificuldade que é o devido entendimento. Para esta investigação, interessamos propor uma temática, com a perspectiva de despertar o interesse do educando. Neste sentido, percorreremos o caminho que responderá à pergunta: como uma S.D (Sequência Didática) pode proporcionar a compreensão da Física de Partículas, no Ensino Médio?

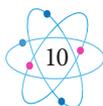
Tratar-se-á de uma investigação que objetiva a incorporação de uma temática que começa a ser manifestada nas aulas de física do ensino médio. A física de Partículas, planejada de uma forma que viabilize sua incorporação, através da Sequência Didática denominada Protexualidade, é o destaque deste projeto. Ao valorizar a Física de partículas, vislumbrando a possibilidade de despertar o interesse dos agentes pedagógicos do ensino médio, apresentamos o Centro Europeu para Pesquisas Nucleares (CERN), uma Organização Europeia para a pesquisa Nuclear com o objetivo de despertar o interesse didático pela temática.



Com a sequência didática Protexualidade vislumbramos a aplicação do conhecimento de física de partículas, utilizando as informações oriundas do CERN para alimentar a ferramenta pedagógica que possibilita o desenvolvimento e a utilização de física de partículas. Desenvolvemos a investigação através de uma abordagem qualitativa, ao verificar a interação entre os conceitos trazidos pelos alunos com os conceitos descobertos pelo CERN.

Os experimentos do acelerador de partículas Grande Colisor de Hádrons (LHC), no (CERN), foram idealizados para medirem as propriedades das partículas, das interações fundamentais e para checarem a física além do Modelo Padrão em uma escala de energia até então não explorada, de modo controlado. Espera-se que estes experimentos ajudem a compreender melhor o Universo. Por outro lado, intencionamos viabilizar um modelo que possa ser seguido pelos professores do ensino médio, com a finalidade de valorizar a temática.

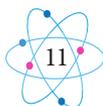
Quando falamos em aprendizagem estamos



envolvendo toda a comunidade escolar, os docentes, discentes, núcleo gestor e família, além do conhecimento em ciência que envolve um conjunto de proposições sistematizadas e correlacionadas a um determinado problema. Esse conhecimento tem que ser usado para o bem comum da sociedade, e a escola tem o papel de discutir e disseminar esse conhecimento. “A escola existe, pois, para propiciar a aquisição dos instrumentos que possibilitam o acesso ao saber elaborado (ciência), bem como o acesso aos rudimentos desse saber” (SAVIANI,2003, p. 15).

Segundo Fernandes (2006), no momento inicial dessa metodologia de ensino, “O importante neste momento é despertar o interesse do aluno a partir do tema gerador.

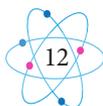
A motivação do aluno, é óbvio, depende do conjunto de atitudes da professora, porém, a atitude em si, não constitui uma garantia de êxito. Há de se considerar as peculiaridades de cada aluno no que diz respeito ao envolvimento com o assunto”. Neste sentido foi proposto a protextualidade física.



A Protexualidade é uma sequência didática, baseada nos princípios da Pedagogia Histórico-Crítica, que tem como precursor o Professor Demerval Saviani. A protexualidade, segundo Fernandes (2006),

É um conjunto de aulas que integrará o desenvolvimento de uma temática específica, da educação matemática. Este início depende essencialmente de uma ação pedagógica denominada de problematização. Em outras palavras, trata-se do momento em que a professora apresenta uma ou mais questões onde a resposta depende do aprofundamento da temática principal. Esta temática, por sua vez, é parte integrante do currículo escolar, especificamente da disciplina Matemática. Outras temáticas poderão surgir, dando origem a temática secundária, onde está poderá ser tratada em outra disciplina escolar (FERNANDES, 2006, p.4).

Ao utilizar recursos, por exemplo, vídeos, experimentos e textos, demonstra-se a utilização prática de física de partículas com o conhecimento produzido no



CERN.

A protextualidade é uma sequência didática que emergiu nos estudos do professor George Pimentel Fernandes. Ela têm o intuito de estimular a pesquisa aplicada em educação e incentivar a prática do uso de teorias de aprendizagem. No desenvolvimento desta investigação aplicamos a Protextualidade, conduzida e mediada pelo professor na sua prática de docente. Apresentamos um vídeo sobre física de partículas no CERN, textos sobre física de partículas e um documentário de uma viagem ao CERN. Também, foram mostrados dois mapas conceituais, para uma melhor assimilação do conhecimento em estudo. Ademais, realizamos pré-testes e pós-testes, com o intuito de avaliar os conhecimentos adquiridos pelos aprendizes.

Na transmissão de conhecimentos não foi levado em consideração a resolução de exercícios, como geralmente é feito. Trabalharemos conteúdos de física de forma a despertar o interesse do educando e a real aprendizagem dos conhecimentos. Desta forma, proporciona-se um aprendizado com significado na vida do estudante.



O conteúdo abordado para aplicação da S.D foi Física de Partículas. Trata-se, portanto, de um conteúdo não contemplado na grade curricular na maior parte das escolas brasileiras, por ser um conteúdo pouco cobrado no ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio) e nos vestibulares que ainda existem. Também considerado um conteúdo complexo e que fica no final dos livros didáticos; conseqüentemente, é pouco explorado.

Ao aplicar a S.D, no ensino de física, intencionamos favorecer e dar uma nova perspectiva ao ensino da física de partículas, para os professores. Desta feita, embora tenhamos ciência que outros fatores interferem no ensino de física, argumentamos na mudança de postura dos atuais educadores, a qual é necessária para a construção do conhecimento baseado em uma seqüência didática.

PEDAGOGIA

A palavra pedagogia vem do grego paidagogós, paidos (“criança”) e gogía (“conduzir” ou “acompanhar”),



também está relacionada na história, como o escravo que conduzia as crianças. Dentre as várias ciências, a Pedagogia tem como finalidade transmitir um conjunto de saberes, com didática e educação, através de um conjunto de técnicas que facilitem a aprendizagem, como nos mostra CAMBI (1999, p.38). O pedagogo é aquele que estuda a ciência Pedagogia.

Sendo a aprendizagem um fenômeno contínuo ao longo da vida, da infância até a velhice, alguns pensadores deram grandes contribuições para ajudar na formação do conhecimento em específico para as crianças. Algumas teorias serão elencadas no decorrer desse capítulo.

Dentro do estudo da Psicologia, estudiosos entendem que a aprendizagem se desenvolve ao longo da vida. A teoria comportamentalista, também chamada de behaviorista foi defendida por John B. Watson (1878-1958), norte americano, pelo russo Ivan Petrovich Pavlov (1849-1936), e por Burrhus Frederic Skinner (1904-1990), segundo Fernanda Osterman, a respeito de Teoria da Aprendizagem.

A teoria Histórico-Cultural tem suas origens nos trabalhos de Lev Semenovich Vigotski (1896-1934),



que postula uma dialética das interações entre o homem e o meio, e a mediação social no desenvolvimento das funções psicológicas. Os “sistemas de representação da realidade” são socialmente estabelecidos, entre eles a linguagem, sistema simbólico básico que une todos os seres humanos. (OLIVEIRA, 1997, p. 36). A relação de convivência e a interação social determina as várias maneiras de agir, conforme Oliveira: “Os indivíduos vão construir seu sistema de signos, o qual consistirá numa espécie de ‘código’ para decifração do mundo” (OLIVEIRA, 1997, p. 37).

Para Vigotski e seus colaboradores, o desenvolvimento é impulsionado pela linguagem. Vigotski (1991) relatou na sua obra *Pensamento e Linguagem* essa relação da linguagem e a influencia no desenvolvimento do pensamento. Para ele, seria por meio da linguagem que o sujeito teria a possibilidade de transformar o concreto em abstrato, de migrar do âmbito do real para o simbólico, permitindo que o sujeito possa formular representações desse real.



A experiência prática mostra também que é impossível e estéril ensinar os conceitos de uma forma direta. Um professor que tenta conseguir isto habitualmente mais não consegue da criança do que um verbalismo vazio, um positivismo que simula um conhecimento dos conceitos correspondentes, mas que na realidade só encobre um vácuo. (VIGOTSKI, 1991, p.16)

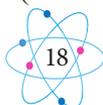
O autor considera que a consciência é gerada no social, a partir das relações que os homens estabelecem entre si; portanto, pela mediação da linguagem ele procura “Caracterizar os aspectos tipicamente humanos do comportamento e elaborar hipóteses de como essas características se formaram ao longo da história humana e de como se desenvolvem durante toda a vida de um indivíduo” (VIGOTSKI 1991, p. 21).

Na teoria de Vigotski, a escola aprimora os conhecimentos, sendo a aprendizagem um processo contínuo e a educação um qualificador dessa aprendizagem, para isso o professor deve trabalhar as relações sociais levando



em consideração o meio ao qual o aluno está inserido e a continuidade de seu trabalho deve ser condicionada à capacidade de desenvolvimento do mesmo. Um ponto da teoria é o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), onde a aprendizagem acontece no intervalo entre o conhecimento real e o conhecimento potencial. Segundo Edson Schroeder e Nadir Ferrari,

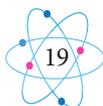
A ideia de ZDP nos remete à imagem de uma zona de construção, caracterizada, essencialmente, por seus sistemas interativos que produzem avanços no desenvolvimento subjetivo. Na Zona de Desenvolvimento Potencial, como já vimos, a criança interage com os adultos ou seus pares no sentido de obter auxílio para que possa resolver as tarefas que se apresentam - é uma etapa em que a cooperação entra em evidência. No nível intersíquico, portanto, observamos as interações entre os sujeitos, mediadas pelos sistemas culturais de representação, tendo-se, na linguagem, o instrumento mais importante ao processo, além da utilização dos instrumentos e dos signos não verbais (SCHRÖEDER, 2009, p.07).



Assim sendo, ZDP, que é a distância entre os dois níveis de desenvolvimento (potencial ou proximal), é o período que a criança fica utilizando uma ajuda até que seja capaz de realizar determinada atividade sozinha. Por isso Vigotski afirma que [...] “aquilo que é zona de desenvolvimento proximal hoje será o nível de desenvolvimento real amanhã – ou seja, aquilo que uma criança pode fazer com assistência hoje, ela será capaz de fazer sozinha amanhã” (VIGOTSKY, 1991, p. 98). Para auxiliar na resolução de algum problema, segundo Vigotski

[...] a distância entre o nível de desenvolvimento atual determinado pela resolução independente de problemas e o nível de desenvolvimento potencial determinado pela resolução de problemas sob orientação ou em colaboração com parceiros mais capazes (VIGOTKI, 1987, p.211).

Seria neste campo que a educação atuaria, estimulando a aquisição do potencial, partindo do



conhecimento da ZDP do aprendiz, para assim intervir. O conhecimento potencial, ao ser alcançado, passa a ser o conhecimento real e a ZDP redefinida a partir do que seria o novo potencial.

PEDAGOGIA HISTÓRICO-CRÍTICA

A Pedagogia, desde quando descoberta como ciência, vem sendo difundida e aprimorada ao longo dos tempos. Alguns estudiosos deixaram em destaque a importância do tema e as ideias sobre as ações da pedagogia.

Trabalhando nos preceitos de Vigotski, a pedagogia histórico-crítica surgiu no início dos anos de 1980, com o professor, filósofo e pedagogo Demerval Saviani. Trabalhou na universidade Federal de São Carlos e depois na PUC de São Paulo. Em 1988, participou da elaboração de um anteprojeto da LDB, Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Saviani é um respeitado e renomado educador, que vivenciou o período de mudanças no nosso país, como a transição na educação durante a consolidação do período



democrático que vivemos na atualidade, acompanhado das transformações da sociedade, da história, da educação brasileira. Ele acentuou os pontos positivos e negativos que as modificações no processo educacional refletiram no dia a dia, mas com uma visão progressista sobre a educação. Foi fomentador da teoria histórico-crítica que tem como objetivo principal a transmissão de conhecimentos significativos que contribuam para a formação de indivíduos críticos e emancipados, assegurando a inclusão social dos educandos (MARSIGUILIA, 2017, p. 02).

Para Saviani, (2011,)

A pedagogia histórico-crítica surgiu no início dos anos de 1980 como uma resposta à necessidade amplamente sentida entre os educadores brasileiros de superação dos limites tanto das pedagogias não críticas, representadas pelas concepções tradicionais, escolanovista e tecnicista, como das visões crítico-reprodutivistas, expressas na teoria da escola como aparelho ideológico do Estado, na teoria da reprodução e na teoria da escola dualista.



A pedagogia histórico crítica, surge num contexto em que o país brasileiro está passando por séria transformações no âmbito econômico, político e sócia, com uma perspectiva de mudar a educação voltada até então para as classes dominantes e assim favorecer os mais necessitados.

Temos também a confirmação de que a aprendizagem é um processo pelo qual os conhecimentos são adquiridos.

Saviani (1996) destaca que a educação é um fator essencial para a transformação social a partir da seguinte abordagem:

A educação, enquanto fator de equalização social será, pois um instrumento de correção da marginalidade na medida em que cumprir a função de ajustar, de adaptar os indivíduos à sociedade, incutindo neles o sentimento de aceitação dos demais e pelos demais (SAVIANI, 1996, p.21).



Nesta perspectiva, o papel do professor é essencial no processo de aprendizagem, não sendo um transmissor diretamente, mas sim um mediador dos conhecimentos. O professor tem o papel de mediar os conhecimentos com os alunos, porém, para isso, o aluno tem que estar pré-disposto a aprender e utilizar os conhecimentos prévios como âncora para os novos conhecimentos. Segundo Saviani:

O professor agiria como um estimulador e orientador da aprendizagem cuja iniciativa principal caberia aos próprios alunos. Tal aprendizagem seria uma decorrência espontânea do ambiente estimulante e da relação viva que se estabeleceria entre os alunos e entre estes e o professor (SAVIANI, 1996, p. 21).

O ofício de ser professor, juntamente com a escola é dar subsídios para uma boa aprendizagem, facilitando, assim, o ensino e a aprendizagem. Passaremos no próximo item a abordar a Transposição didática enquanto alternativa desse processo.

A Pedagogia Histórico-Crítica tem preceitos



marxistas, ou seja, seus preceitos são vinculados às ideias do Socialismo de Marx, que é um conjunto de ideias filosóficas, econômicas, políticas e sociais. O Marxismo compreende o homem como um ser social e histórico e se baseia nas concepções no materialismo dialético da História. A vida social é interpretada segundo o modo de produção e a luta de classe que ela desencadeia, segundo Trópia (2005).

Com a Pedagogia Histórico-Crítica, Saviani nos mostra que o desenvolvimento de uma educação comprometida com os problemas sociais é uma necessidade latente, explicando que o papel da escola, que compreende professores, núcleo gestor e comunidade escolar é o de socializar o conhecimento científico, produzido ao longo da história, através do ensino aos que são excluídos pela sociedade, em especial pela sociedade capitalista. Essa corrente pedagógica ajudava, portanto, a reparar esse erro. A educação, para Saviani (2008), tem responsabilidades para com os frutos do trabalho humano, pois é nesta relação que a espécie humana se diferencia das demais espécies existentes na natureza, com suas necessidades, e a educação



socializa as técnicas, as teorias e os métodos (SAVIANI, 2008).

Em outros termos, o que eu quero traduzir com a expressão pedagogia histórico-crítica é o empenho em compreender a questão educacional com base no desenvolvimento histórico objetivo. Portanto, a concepção pressuposta nesta visão da pedagogia histórico-crítica é o materialismo histórico dialético, ou seja, a compreensão da história a partir do desenvolvimento material, da determinação das condições materiais da existência humana. (SAVIANI, 2008, p. 75):

A pedagogia Histórico-Crítica tem no seu alicerce as ideias desenvolvidas com o marxismo; assim, busca uma superação dos grilhões impostos pelo sistema capitalista, no qual o capital (e a sua busca constante) é a principal ferramenta, excluindo o homem e suas relações. Para Saviani,

[...] a nível de pensamento de esquerda, o marxismo constitui, sem dúvida, a manifestação mais vigo-



rosa. Nessas circunstâncias, configurou-se uma espécie de “moda marxista” que motivou várias das adesões ao marxismo no campo educacional. Lutando contra essas formas de modismo pedagógico confrontei-me, então, com o modismo marxista que implica em uma adesão acrítica e, por vezes, sectária, a esta corrente de pensamento. Situei-me, pois, explicitamente no terreno do materialismo histórico afirmando-o como base teórica de minha concepção educacional contra as interpretações reducionistas e dogmáticas que a moda estimulava (SAVIANI, 2000, p. 1).

Viu-se que a concepção educacional da Pedagogia Histórico-Crítica segue a vertente marxista, principalmente no que diz respeito ao materialismo histórico. Nesse sentido, a referida proposta pedagógica evidencia a relação entre a educação e o trabalho, através da concepção marxista, ressaltando a importância da fundamentação teórica de acordo com a perspectiva histórico-dialética, em que a

Pedagogia Histórico-Crítica é o



empenho em compreender a questão educacional a partir do desenvolvimento histórico objetivo. Portanto, a concepção pressuposta nesta visão da Pedagogia Histórico-Crítica é o materialismo histórico, ou seja, a compreensão da história a partir do desenvolvimento material, da determinação das condições materiais da existência humana (SAVIANI, 2000, p. 102).

Assim a Pedagogia Histórico-Crítica e o marxismo, em que a primeira se ocupa basicamente da educação, e o segundo, da relação homem- trabalho (e suas contradições), é possível compreender que talvez a finalidade do homem, quando do trabalho, não seja a educação, haja vista que, para muitos que seguem uma relação homem-trabalho citada acima, a educação seja apenas requisito a ser preenchido, conclusão que pode ser identificada na colocação de Saviani. O qual deixa expresso que a educação tem uma finalidade para o homem, o trabalho. E como nos mostra Saviani, “dizer, pois, que a educação é um fenômeno próprio dos seres humanos significa afirmar que ela é, ao mesmo tempo,



uma exigência do e para o processo de trabalho, bem como é, ela própria, um processo de trabalho” (SAVIANI, 2000: p. 15). Conseqüentemente a educação não apenas para transmitir certos conhecimentos básicos de ligar ou desligar uma máquina, como é a real intensão de muitos empresários, mais a educação como um transmissor de conhecimentos que leva o trabalhador a pensar aquela máquina como envolvida num sistema envolvendo o ser-humano e o meio ambiente.

A educação tem como finalidade o trabalho, que para a Pedagogia Histórico-Crítica, requer um saber específico, ou seja a educação como forma de transformar o operário de chão de fábrica interagindo com o mundo que o rodeia e as relações sociais ao qual está inserido.

[...] o saber que diretamente interessa à educação é aquele que emerge como resultado do processo de aprendizagem, como resultado do trabalho educativo. Entretanto, para chegar a esse resultado a educação tem que partir tem que tomar como referência, como matéria-prima de sua atividade, o saber objetivo pro-



duzido historicamente (SAVIANI, 2000: p.13).

A finalidade da escola é a transmissão de um conhecimento sistematizado, ela é compreendida como sendo insubstituível e incontestável, por ter, diferente das outras instituições, um papel essencial para a sociedade moderna. E qual é esse papel?

Segundo a Pedagogia Histórico-Crítica, “[...] a escola tem o papel de possibilitar o acesso das novas gerações ao mundo do saber sistematizado, do saber metódico, científico. Ela necessita organizar processos, descobrir formas adequadas a essa finalidade” (SAVIANI, 2000: p.89). Então, para esta linha de pensamento, a escola permite o acesso necessário, mas não exaustivo, aos que querem e conseguem enxergar o aprender das ciências que são ensinadas, formando suas opiniões por vezes críticas.

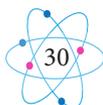
Essa Pedagogia estabelece o quanto à escola é importante para a sociedade, não só no presente, mas também no futuro para as novas gerações, por isso ela se faz necessária para um melhor ensino-aprendizagem. Isso



porque se tivemos, em tempos pretéritos, contato, enquanto alunos, com métodos arcaicos de ensino, e com a ciência pouco avançada sobre o que ensinar, hoje com tanta qualificação acessível a profissionais de ensino que utilizam meios didáticos e linguísticos de melhor compreensão, os alunos da atual geração e do futuro possuem, todos, oportunidade de serem melhores cidadãos e profissionais.

A proposta pedagógica histórico-crítica pode ser resumida em características elencadas a seguir: a primeira, diz respeito a sua fundamentação teórica baseada no materialismo histórico, portanto, pertencente à concepção marxista; a segunda é a concepção do saber específico dessa proposta, o saber objetivo; na terceira, encontra-se a finalidade da escola, sendo esta a transmissão do saber, e a quarta é o papel da escola perante a sociedade, segundo Gasparin (2012, p.7).

A proposta educacional da pedagogia histórico-crítica é traduzida por Gasparin em uma didática, que pode ser utilizada por todas as disciplinas, em que os docentes

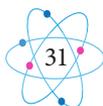


pretendem proporcionar um aprendizado do conhecimento científico de maneira crítica (GASPARIN,2005).

Nesse sentido, os conteúdos escolares possuem uma finalidade social, isso significa, que,

[...] esses conteúdos sejam integrados e aplicados teórica e praticamente no dia-a-dia do educando [...]. Essa nova postura implica trabalhar os conteúdos de forma contextualizada em todas as áreas do conhecimento” (GASPARIN,2005, p.2).

A Pedagogia Histórico-Crítica, como perspectiva didática para o Ensino, em especial do ensino de Física, constitui elemento norteador da prática do trabalho pedagógico desenvolvido: “O ponto de partida do novo método não será a escola, nem a sala de aula, mas a realidade social mais ampla” (GASPARIN, 2002: p. 3). Logo, a educação não deve ser restrita apenas à sala de aula, limitada pelos muros da escola, mas deve contemplar o mundo em que o discente está inserido, pois o ser social



influencia diretamente na aprendizagem.

A PROTEXTUALIDADE

A protextualidade é uma sequência didática, desenvolvida inicialmente em 2006 pelo professor George Pimentel Fernandes em seus estudos direcionados pela pedagogia histórico-crítica, inicialmente para o ramo da matemática, porém pode ser utilizada em qualquer área de estudo.

Como nos mostra Fernandes,

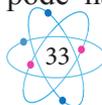
O importante neste momento é despertar o interesse do aluno a partir do tema gerador. A motivação do aluno, é óbvio, depende do conjunto de atitudes da professora, porém, a atitude em si, não constitui uma garantia de êxito. Há de se considerar as peculiaridades de cada aluno no que diz respeito ao envolvimento com o assunto (FERNANDES, 2006, p. 4).



Segundo Fernandes, a protextualidade envolve quatro aspectos:

- A necessidade de despertar o aluno para a temática definida. A primeira questão é como despertar o aluno, visto que, o professor tem várias dificuldades.
- Apresentar a temática principal como um problema. Trata-se de um questionamento de natureza pedagógica que aponta para a necessidade do aluno absorver o conhecimento proposto.
- Enunciar um questionamento que vislumbre as diversas facetas da problemática. A compreensão e assimilação do conhecimento não é uma coisa simples de se obter, segundo Fernandes,

É preciso compreender que uma única área do conhecimento humano pode não contemplar todas as



perguntas vinculadas à problemática. Desta forma, surgirão os temas secundários, que poderão gerar outros problemas para serem respondidos por outras áreas do conhecimento humano (história, geografia, etc.).

- É imprescindível que o aluno seja capaz de realizar suas tarefas. Ele tem que ser capaz de fazer sem a ajuda de qualquer pessoa, o fazer não apenas de executar uma tarefa qualquer, mais sim identificar assimilando o conhecimento.

METODOLOGIA

Foi aplicada uma sequência didática (protextualidade física) com duração de 15 horas/aula, numa turma de 20 alunos: 1º, 2º e 3º anos do ensino médio de uma escola estadual, com alunos entre 15 a 18 anos de idade, com a finalidade de levá-los a compreender a importância



da física de partículas no seu cotidiano e fazer uma relação com a tecnologia que os cerca nos mais variados campos da ciência. Buscou-se demonstrar uma física de partículas simples e interessante, buscando instigar a curiosidade dos alunos.

As ações das etapas são independentes entre si, sendo coerentes com a fundamentação teórica da pedagogia histórico-crítica.

As etapas podem ser melhor descritas no quadro abaixo.



Quadro 1: Ações metodológicas

Introdução e Apresentação	Temas e problematização	Instrumentalização Sondagem (P.T.I)	Aula propriamente Dita (A.P.D)	Analogia entre o objetivo proposto e a (A.P.D)	Produção Textual Final (P.T.F)
Conversa: verificar como identificam a origem da física de partículas, sua utilização, características e suas aplicações em diversas áreas das ciências.	Texto: “Partícula, partícula e mais partículas.” E “Uma pausa para refletir”. Questionamentos refletindo sobre implicações para além daquelas mencionadas na etapa anterior	a) Questionário: Em busca dos conhecimentos prévios.	a) apresentando o PHET b) Foram apresentados os conceitos de física de partículas e o que é o CERN, na forma de vídeo c) apresentado um documentário, que foi realizado no próprio CERN.	Analisar a relação entre o objetivo proposto inicialmente e a A.P.D.	Foi apresentado novamente as questões que refletem diretamente a temática principal.

A protextualidade, segundo Fernandes,

Trata-se de um conjunto de ações pedagógicas que visa à apreensão dos conceitos matemáticos. Considera a perspectiva de manter uma relação com as condições de vida do ser humano, porém, não se limita ao sensitivo. Valoriza a expressão oral, o uso de recursos didáticos e o trabalho pedagógico desenvolvido pela professora. Em nenhum momento despreza o conhecimento matemático e sua histórica produção (FERNANDES, 2006, p.09).

Nesse sentido, concordamos com uso da Protexualidade Física, que é uma sequência didática, voltada para a disciplina de física. Para Fernandes,

A Protexualidade matemática é uma proposta pedagógica para as séries iniciais do Ensino Fundamental que valoriza a produção textual dos agentes envolvidos. Inicialmente, é proposto um problema que mantém uma estreita relação com uma temática matemática (o tema gerador) (FERNANDES



2006, p.01).

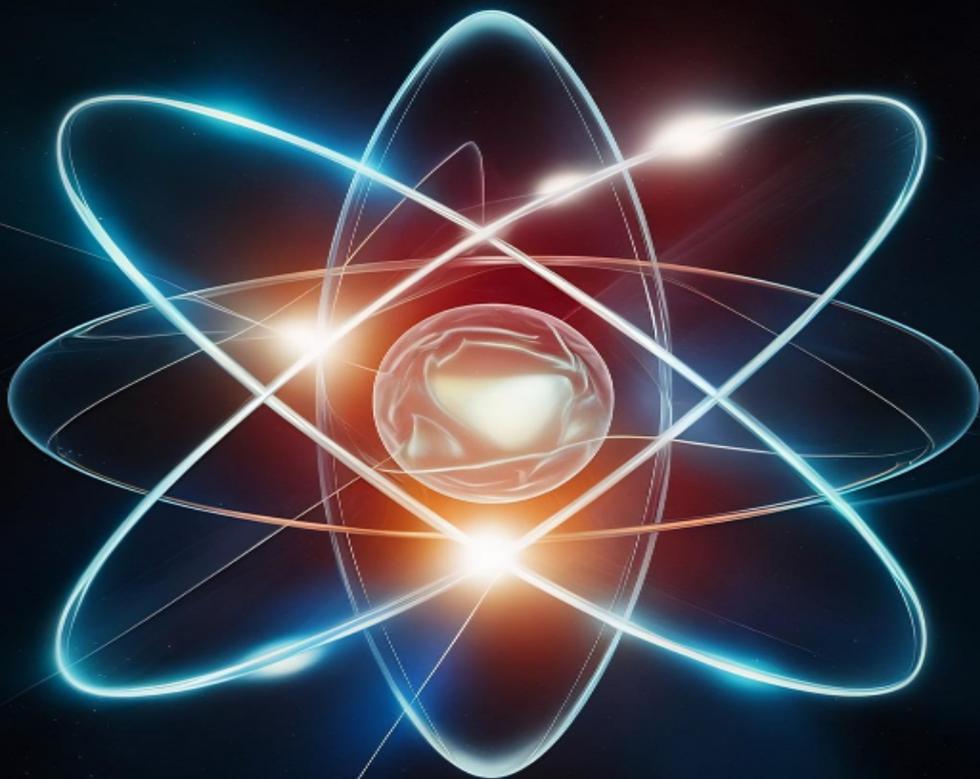
Trata de um conjunto de ações pedagógicas que visa à apreensão dos conceitos físicos. Valoriza a expressão oral, o uso de recursos didáticos e o trabalho pedagógico desenvolvido pelo professor. Em nenhum momento despreza o conhecimento físico e sua produção histórica.

Cada aula contempla essa estrutura, partindo sempre de uma problematização para se discutir o tópico, e prosseguindo com o uso de mídias (simulações, softwares, vídeos etc.) que favoreçam uma maior assimilação da mensagem intencionada e a interpretação dessa mensagem, uma vez que essa metodologia e a sistematização de uso de mídia (s) nem sempre são utilizadas.



Capítulo

2



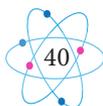
FISICA DE PARTICULAS

Examinamos as propriedades e as classificações das várias partículas subatômicas conhecidas e as interações fundamentais que regem seus comportamentos, assim como o modelo atual das partículas elementares, no qual se acredita que toda matéria seja constituída a partir de apenas famílias de partículas: Quarks e Léptons e as mediadoras.

Não podíamos começar a abordar o átomo sem nos remeter aos precursores desta teoria. Leucipo de Mileto nasceu por volta de 500 a.C. e seu discípulo Demócrito de Abdera nasceu por volta de 460 a.C. Ambos apresentaram uma teoria reunida em textos sob o título “a obra de Abdera”. A obra refere-se à teoria do átomo ou, como chamamos atualmente, teoria atomística, como nos mostram os livros de história. Ponczek, nos relata.

O átomo (do grego a-tomos, o não divisível, não mais cortável) é, para esses filósofos, o elemento primordial da Natureza. São indivisíveis, maciços, indestrutíveis, eternos e invisíveis, podendo ser concebidos somente pelo pensamento, nunca percebidos pelos sentidos.

A phýsis, que significa natureza, é composta por



um número ilimitado de átomos. Os átomos podem existir de formas variadas e habitam um vazio, o chamado “limbo”, como nos mostra o professor Ponczek, na obra “Deus ou seja a natureza”.

Os átomos se juntam e se separam, formando seres que percebemos pelos sentidos do movimento. Na teoria atomística, só existem átomos e vazios, mas há também uma natureza transitória, mutável e ilusória, porque mesmo que apreendamos as mutações das coisas, no fundo, os elementos primordiais que constituem essa realidade são inalteráveis.

Contudo, as mutações e as mudanças são explicadas pela junção e separação de elementos primordiais, que só conhecemos pelo pensamento. Não significa dizer que os sentidos provoquem as ilusões, mas que o que sabemos pela percepção, por ser transitório, não significa que o saber estaria em conhecer as formas dos átomos. Eles podem ser quadrados, retangulares, circulares; para se compreender como cada uma destas designam uma qualidade dos objetos que percebemos (como por exemplo, um átomo



triangular determinar uma cor ou um sabor).

Foi a partir da releitura desses pensadores que as pesquisas culminaram com a descoberta do átomo pelos cientistas do século XIX, como John Dalton (formado em Química, nasceu no condado de Cumbria, Inglaterra, em 1766, e faleceu na cidade de Manchester em 1844). Sua vida foi voltada à pesquisa científica e ao magistério, e deu contribuições em diversas áreas do conhecimento científico.

A teoria atômica proposta por Dalton foi baseada em experimentos, mas devido às limitações tecnológicas da época nenhum desses experimentos conseguiu desvendar o átomo claramente, por isso ele determinava que o átomo era a menor parte da matéria. Dias nos mostra estas teorias de Dalton.

A teoria de Dalton se resume mais em postulados do que em comprovações. Vejamos alguns deles:

- O átomo tem forma esférica (com uma forma de bola de bilhar) e é maciço;
- Os átomos são indivisíveis, não podem ser



quebrados;

- Os átomos são indestrutíveis;
- Um elemento químico é um conjunto de átomos que tem mesmo tamanho e mesma massa;
- O que pode diferenciar os átomos é o peso relativo dos átomos;
- Uma substância química composta é formada pela combinação de átomos diferentes;
- Substâncias químicas diferentes são formadas pela combinação de átomos diferentes.

Dalton classificou o seu modelo atômico comparando com uma bola de bilhar e representou-o por símbolos esféricos, como representado na Figura 1.

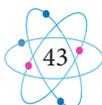


Figura 1 Átomos representado pelas teorias de Dalton. off
site

Fonte: Dias, 2015, p.5

O modelo atômico de Thomson foi proposto em 1898 pelo físico inglês Joseph John Thomson, ou como é conhecido, J.J. Thomson, também experimentalista por vocação, após diversas evidências experimentais sobre a existência do elétron, derrubou assim a teoria do Dalton, pois o átomo não era mais uma esfera maciça e indivisível.

Thomson, a partir de experiências, montou seu modelo provando a existência do elétron, que era partículas com cargas negativas no átomo, ou seja o átomo possui partículas subatômicas. Ele propôs seu modelo atômico com base nas descobertas relacionadas à radioatividade, realizadas com o tubo de raios catódicos construído pelos cientistas Geissler e Crookes, como mostra a Figura 2.



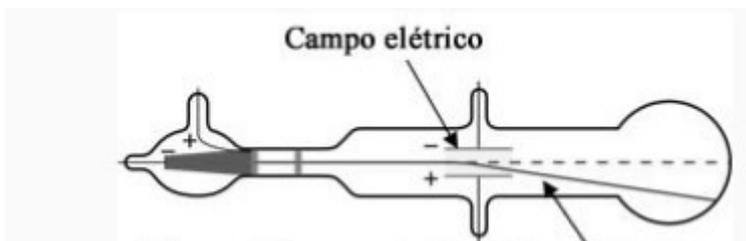


Figura 2 Raios catódicos sendo desviados devido à atração pelo polo positivo. off site

Fonte: Fogaça, 2015, p. 03

Quando um gás rarefeito é submetido a uma baixa pressão e a uma alta tensão elétrica, como por exemplo, uma tensão de 15.000 Volts, produz um feixe de luz, composto por cargas elétricas, uma parte com carga negativa, que é o cátodo, e outra com carga positiva, que é o ânodo. Thomson chegou à conclusão que, quando os átomos do material gasoso no interior do tubo eram submetidos a uma alta tensão, seus elétrons eram arrancados e direcionados até a placa positive. Fogaça nos mostra as relações e interações de Dalton.

Vejamos algumas considerações propostas por



Thomson, com o experimento dos raios catódicos:

- O átomo é uma esfera, porém não é maciça tal como proposta pelo modelo de Dalton;
- O átomo é neutro, já que toda matéria é neutra;
- Como existem elétrons no átomo, que possui carga negativa, deve haver partículas positivas para que a resultante final seja nula;
- Os elétrons não estão fixos nos átomos, podendo ser transferidos para outros em determinadas situações;
- O átomo era considerado como um fluido de cargas positivas onde estariam distribuídos os elétrons que teriam cargas negativas;
- Thomson associou o seu modelo a um pudim de passas, que são os elétrons.

Como os elétrons estão espalhados apresentando a mesma carga, existe entre eles uma repulsão mútua, o que



faz com que estejam distribuídos uniformemente na esfera, como mostra a figura 3.

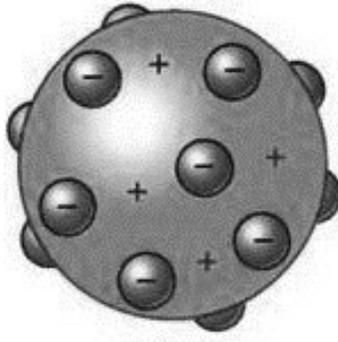


Figura 3 Modelo atômico de Thomson off site

Fonte: Torres, 2013, p. 02

O físico e cientista neozelandês Ernest Rutherford apresentou à comunidade científica o seu modelo atômico, batizado com o seu nome. O modelo de Rutherford, também chamado de modelo do sistema solar, foi considerado o modelo que deu grande contribuição histórica, pois estimulou toda a evolução do conhecimento sobre as peças que compõem a matéria, o átomo.

O modelo atômico de Rutherford iniciou-se a partir do estudo das propriedades dos raios X e das emissões



radioativas, utilizando a radiação sobre um artefato que era uma folha de ouro, este utilizado devido às suas propriedades que não reagem facilmente. Torres nos revela a teoria do modelo atômico de Rutherford.

O Experimento realizado por Rutherford constitui basicamente na sua organização, como mostra a figura 4.

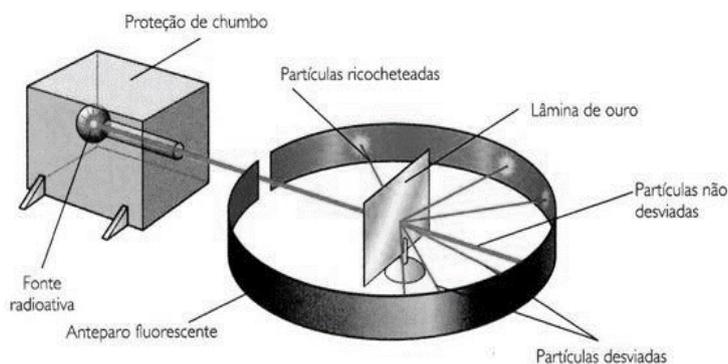


Figura 1 - Experimento de Rutherford < <http://www.coladaweb.com/quimica/quimica-geral/modelo-atomico-rutherford> >

- Componente a - uma amostra do elemento químico radioativo polônio (emissor de radiação alfa), colocada em um bloco de chumbo. No bloco havia um pequeno orifício

por onde ocorria a passagem da radiação;

- Componente b: lâmina fina de ouro posicionada à frente da caixa de chumbo;
- Componente c: Placa metálica recoberta com material fluorescente, no caso foi usado o sulfeto de zinco, posicionado atrás, ao lado e um pouco à frente da lâmina de ouro.

A ideia de Thomson era que, ao passar pela fina folha de ouro, todas as emissões alfas apresentariam comportamento semelhante nos esperados desvios de seu caminho, devido ao fato de o modelo de Thomson afirmar ter o átomo a forma de uma esfera maciça (sem espaços).

Rutherford descartou a natureza maciça do átomo, pois pelo experimento isso não podia acontecer: o núcleo seria muito pequeno e muito mais denso que a periferia do átomo.

Rutherford concluiu que o átomo seria composto de um núcleo pequeno e denso, tendo uma eletrosfera repleta de elétrons. Como os elétrons possuem massa quase

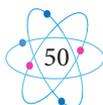


desprezível, tal fato explicaria o seu nulo poder de deflexão das partículas alfa. Podemos fazer uma analogia: em escala de grandeza, o que mais se aproxima do átomo é uma bolinha de gude (núcleo) colocada no meio de um grande estádio de futebol. Toda a área externa à bola de gude seria a eletrosfera, Ricardo Feltre nos mostra as camadas eletrônica.

A ciência dos átomos, no início do século XX, sofria uma série de transformações profundas, devido a grandes descobertas por notáveis cientistas que descobriam novas peças desse grande quebra cabeça que a ciência tenta explicar.

Inicialmente, esse novo modelo explicava a contento a reflexão das partículas alfa (α), embora entrasse em conflito com princípios da Física das partículas. Em determinado momento, cientistas questionaram como a eletrosfera manteria os elétrons em órbita e por que, após certo tempo, estes elétrons não perderiam energia, caindo assim no núcleo do átomo.

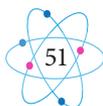
Robert Bunsen, em meados do século XIX,



realizava estudos do espectro eletromagnético, os quais indicaram uma possível elucidação dessas questões propostas por físicos e que não foram respondidas pelo modelo de Rutherford. Bunsen e seu colaborador, Gustav Kirchhoff, estavam estudando espectros de emissão de diversos gases e notaram que, além de não haver repetição no padrão das linhas espectrais, elas eram separadas por espaços vazios.

Esse fenômeno chamou a atenção de um grande físico dinamarquês: Niels Bohr. Segundo Bohr, a teoria proposta por Max Planck para o comportamento da luz (teoria dos quanta/quantização da energia) poderia dirimir as dúvidas que pairavam sobre o modelo atômico de Rutherford, além de explicar os espectros lineares de emissão atômica, observados por Bunsen.

Bohr, mesmo discordando da teoria inicial de Planck, utilizou desta ideia para solucionar diversos problemas existentes. Bohr afirmara que as órbitas presentes na eletrosfera possuíam um nível mínimo de energia, responsável pela manutenção dos elétrons em suas órbitas,



impedindo assim que os mesmos perdessem energia e caíssem no núcleo. Estando os elétrons em órbitas circulares (em relação ao núcleo), estes manteriam o nível mínimo de energia necessário a este movimento, denominando-se este nível mínimo de energia o estado fundamental do átomo.

A ideia de Bohr explicava o fenômeno dos espectros e respondia à questão por que o átomo se mantém estável. A mecânica das órbitas também propunha que níveis mais distantes do núcleo apresentam maiores valores de energia.

O modelo atômico de Bohr previa a existência de órbitas, em cuja permanência o elétron não seria possível, chamando-as de órbitas proibidas presentes entre os níveis conhecidos de energia, Ricardo Feltre detalha o modelo atômico de Bohr.

O modelo de Bohr apresentava limitações quando se tratava de elementos diferentes do hidrogênio, pois não conseguia explicar o espectro de raia, formado por elementos com mais elétrons. Em relação a isso, Sommerfeld propõe alterações ao modelo atômico de Bohr, como mostra a figura 5.



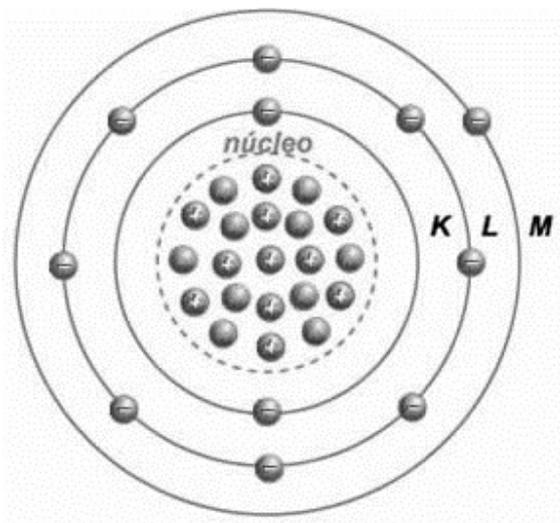


Figura 2 – Modelo Atômico de Bohr

<<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/o-atomo-bohr.htm>>

Com essas observações, Bohr não criou um modelo, e sim aperfeiçoou o modelo atômico de Rutherford conhecido como modelo do sistema planetário, em que os elétrons se organizam na eletrosfera na forma de camadas. Vejamos os postulados de Bohr:

- Os elétrons são representados em sete



(7) camadas eletrônicas, classificadas pelas letras maiúsculas: K, L, M, N, O, P e Q. À medida que as camadas se afastam do núcleo, aumenta assim a energia dos elétrons nelas localizados.

- As camadas da eletrosfera representam os níveis de energia da eletrosfera. Assim, as camadas K, L, M, N, O, P e Q constituem os 1º, 2º, 3º, 4º, 5º, 6º e 7º níveis de energia, respectivamente.
- O modelo atômico de Bohr se assemelha à órbita de um planeta, daí o nome “sistema planetário”.

O Fóton

O fóton, como qualquer partícula, possui certa quantidade de energia, e há relação energia (E) e frequência (f). Essa relação obedece à relação de proporcionalidade e está relacionada a uma constante, a constante de Planck (h),



dada pela equação abaixo:

$$E = hf$$

Tanto a frequência como a constante de proporcionalidade deve ser expressa através da característica angular, assim temos que:

$$\omega = 2\pi f$$

$$\hbar = h/2\pi$$

Isso nos leva a determinar a energia do fóton pela equação:

$$E = \hbar \times \omega$$

Um fóton surge quando ocorre a transição de um elétron e de um átomo entre dois estados energias diferentes: o elétron ao passar de uma camada mais interna para uma mais externa ao receber energia, e se retornar para o estado



inicial, emite a energia correspondente a essa diferença. Segundo o Serway (1998, p. 1099)

O fóton não tem massa de repouso, ele não pode estar em repouso, pois surge com velocidade; lembramos que no instante que ele nasce é lhe constituído como tendo a velocidade da luz.

Assim, como temos conhecidas a massa e a velocidade do fóton, pode-se determinar o seu impulso:

$$E^2 = m^2 c^4 + p^2 c^2$$
$$p = mc = \frac{hf}{c} = h\lambda$$

Logo, quanto maior for a frequência, maior será a energia, maior é o impulso do fóton e mais evidentes são as propriedades corpusculares da luz. Então, os cientistas puderam comprovar que a fontes de luz emitidas de diferentes cores possuem fótons, porções de energias correspondentes com as características daquela frequência.

A descoberta da terceira partícula fundamental fora



feita pelo físico britânico Chadwick em 1932, resolvendo os problemas de radiação alfa encontrados no modelo atômico de Rutherford. A descoberta de tal partícula, conhecida como nêutron, foi de extrema dificuldade, pois a partícula não possui carga elétrica.

Podemos concluir que os átomos consistem de núcleos muito pequenos e extremamente densos, rodeados por elétrons os quais formam a eletrosfera, a distâncias grandes dos núcleos, e também que todo átomo contém prótons e nêutrons.

A partir de 1945, foram descobertas novas partículas em experiências envolvendo colisões de alta energia entre partículas conhecidas. Desta forma, viu-se que os prótons e os nêutrons, por exemplo, não são, de fato, partículas elementares, mas sim constituídas das outras partículas (quarks) fortemente acopladas.

Mésons e o início da física de partículas

Na década de 1930, os físicos tinham uma noção



simplificada da estrutura da matéria. Os blocos fundamentais eram o próton, o elétron e o nêutron. Outras três partículas tinham sido descobertas na época: o fóton, o neutrino e o pósitron. Essas seis partículas eram consideradas os constituintes fundamentais da matéria. Contudo, questões intrigavam os físicos, como, por exemplo: como vários prótons, muito próximos entre si, em qualquer núcleo, deveriam repelir-se fortemente uns aos outros devido a suas cargas de mesmo sinal, e qual é a natureza que explica essa força que mantém o núcleo junto?

O físico japonês Hideki Yukawa, em 1934, propôs uma das primeiras teorias para explicar a natureza da força nuclear forte, que mais tarde lhe traria o prêmio Nobel de física. No modelo estrutural moderno das interações eletromagnéticas, as partículas interagem pela troca de fótons. Yukawa utilizou essa ideia para explicar que uma nova partícula, cuja troca se dava entre os núcleos, nos núcleos produziria a força nuclear forte. Também estabeleceu que o alcance da força é inversamente proporcional à massa dessa partícula e previu que a massa



seria de aproximadamente 300 vezes a massa do elétron. Como a nova partícula teria uma massa entre a do elétron e do próton, foi chamado de méson (do grego meso, que significa “médio”). Os físicos tentaram experimentalmente explicar as teorias de Yukawa ao estudar os raios cósmicos que entram na atmosfera da Terra. Em 1937, Carl Anderson e seus colaboradores descobriram uma partícula com cerca de 207 vezes a massa do elétron. Contudo, experiências mostraram fraca interação com a matéria e, portanto, não poderia ser a portadora da força nuclear fraca. Eles então propuseram a existência dos mésons com massas diferentes. Raymond nos mostra as relações do fóton.

A partícula descoberta por Anderson em 1937, que se pensou ser o méson de Yukawa, não era realmente um méson. Em vez disso, ela participa apenas nas interações fraca e eletromagnética, e é chamada hoje de múon (μ).

As Antipartículas

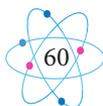
O grande físico teórico britânico Paul Dirac, em



1829, após várias contribuições para o desenvolvimento da Mecânica Quântica, descobriu que existia uma partícula parecida com o elétron, cujo símbolo é (e^-), porém tal partícula possuía carga diferente, ou seja, era uma partícula com carga positiva. Através dos estudos realizados pelo cientista Carl Anderson (1932) sobre a radiação cósmica, foi descoberto o pósitron, cujo símbolo é (e^+).

Mediante vários estudos relacionados à nova partícula descoberta na época, alguns físicos, um pouco mais tarde, reconheceram a existência de uma antipartícula para cada partícula existente. Eles concluíram que os membros desses pares possuem o mesmo spin, mesma massa, cargas elétricas opostas e números quânticos de sinais contrários.

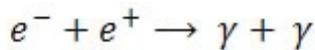
O nome “partículas”, usado inicialmente, significava partículas mais comuns, as mesmas que conhecemos hoje como, por exemplo, os prótons e os nêutrons. Já o nome antipartícula era utilizado para designar partículas mais raras. Hoje sabemos que os nomes “partícula” e “antipartícula” passaram a ser usados baseando-se em certas leis da conservação e são usados para referir-se a



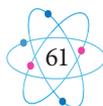
partículas. Raymond nos identifica as antipartículas.

Geralmente os físicos representam uma antipartícula empregando uma barra sobre o símbolo da partícula a qual faz menção. Desta forma, podemos, por exemplo, expressar o símbolo do próton e o símbolo do antipróton da seguinte maneira: p é o símbolo do próton, e \bar{p} (lê-se “p barra”) é o símbolo do antipróton.

Caso fizéssemos colidir com duas partículas, uma partícula e sua antipartícula, veríamos que as mesmas desapareceriam, fazendo com que a energia que possuíam antes da colisão assumisse novas formas. Caso tivéssemos aniquilação mútua de um elétron e um pósitron, veríamos que são produzidos dois raios gama:



A interação entre duas partículas pode ser ilustrada em uma representação gráfica chamada de diagrama de Feynman, desenvolvida pelo físico norte-americano. Figura 3 e 4.



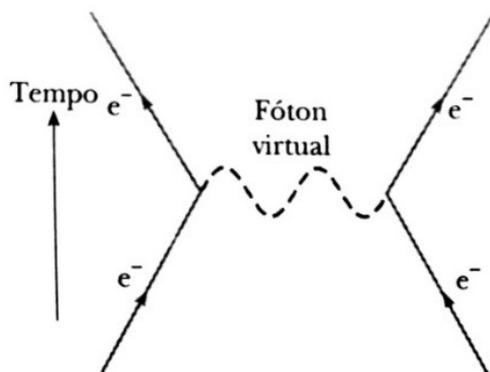


Figura 3- Richard P. Feynman. Representa um diagrama desses para a interação eletromagnética entre dois elétrons. <<https://filosofisicablog.wordpress.com/2017/01/19/a-estranha-teoria-de-luz-e-materia>>.

O chamado fóton virtual, que é a interação elétron – elétron, o fóton que transfere energia e o momento de um elétron para o outro, pois durante a interação ele desaparece sem ser detectado. Os fótons virtuais obedecem à lei de conservação da energia, pois pelo princípio da incerteza, tem um tempo de vida Δt muito curto, que faz a incerteza da energia do sistema composto por dois elétrons e pelo fóton ser maior do que a energia do fóton.

Vamos considerar agora um pión fazendo a mediação da força nuclear entre um próton e um nêutron como no modelo de Yukawa, figura 2. A energia de repouso necessária para criar um pión de massa é dada pela equação de Einstein . Assim como acontece com o fóton, a simples existência do pión violaria a lei da conservação da energia se a partícula existisse por um tempo maior que , (pelo princípio da incerteza), no qual Δt é o tempo necessário para o pión transformar-se de um núcleo para o outro núcleo. Portanto,

$$\Delta t \approx \frac{\hbar}{2\Delta E_R} = \frac{\hbar}{2m_\pi c^2} \quad \text{Equação [1]}$$



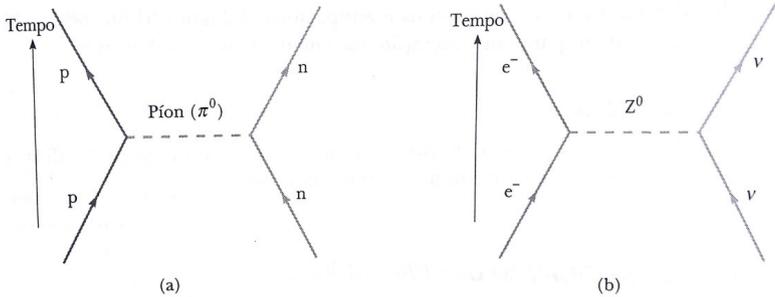


Figura 4 - (a) Diagrama de Feynman representando um próton e um nêutron interagindo pela força nuclear com um pión. (b) Diagrama de Feynman representando um próton e um nêutron interagindo pela força nuclear comum bóson Z^0 mediando a força. SERWAY. Raymond A. Princípios de Física Volume 4

Como o pión não pode deslocar-se mais rápido que a velocidade da luz, a distância máxima que ele pode percorrer em um tempo Δt é $c\Delta t$, que é o produto velocidade em função do tempo. Assim, como nos mostra Raymond,

$$d = c\Delta t \approx \frac{\hbar}{2m_{\pi}c} \quad \text{Equação [2]}$$

Assim, conhecendo que o valor da força nuclear, que é da ordem de 10^{-15} fm e utilizando esse valor para d na equação [2], podemos então estimar a energia de repouso do pión como sendo

$$m_{\pi}c^2 \approx \frac{\hbar c}{2d} = \frac{(1,055 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}) (3,00 \times 10^8 \text{ m/s})}{2 \cdot (1 \times 10^{-15} \text{ m})}$$
$$= 1,6 \times 10^{-11} \text{ J} \approx 100 \text{ MeV}$$

Esse é um valor muito próximo à ordem de grandeza das massas observadas dos pions, que nos dá confiança no modelo de partícula de tempo.

Classificação de partículas

Os físicos, na década de 1960, classificavam todas as partículas que não eram partículas de campo em duas grandes categorias: Hádrons e Léptons, de acordo com suas interações. Os léptons acreditava-se que eram elementares, mas os hádrons não eram elementares. O modelo naquela época foi classificado como uma “colcha de retalhos” pela



sua confusa e desorganizada disposição, como mostra a tabela [1].



Algumas Partículas e Suas Propriedades

Categoria	Nome da Partícula	Simbolo	Antipartícula	Massa (MeV/c ²)	B	L _e	L _μ	L _τ	S	Vida(s) Média(s)	Principais Modos de Decaimento ^a
Léptons	Elétron	e ⁻	e ⁺	0,511	0	+1	0	0	0	Estável	
	Elétron neutrino	ν _e	ν̄ _e	< 7 × 10 ⁻⁶	0	+1	0	0	0	Estável	
	Míon	μ ⁻	μ ⁺	105,7	0	0	+1	0	0	2,20 × 10 ⁻⁶	e ⁻ ν̄ _e ν _μ
	Míon neutrino	ν _μ	ν̄ _μ	< 0,3	0	0	+1	0	0	Estável	
	Tau	τ ⁻	τ ⁺	1 784	0	0	0	+1	0	< 4 × 10 ⁻¹³	μ ⁻ ν̄ _μ ν̄ _τ , e ⁻ ν̄ _e ν̄ _τ
	Tau neutrino	ν _τ	ν̄ _τ	< 30	0	0	0	+1	0	Estável	
Hádrons Mésons	Píon	π ⁺	π ⁻	139,6	0	0	0	0	0	2,60 × 10 ⁻⁸	μ ⁺ ν _μ
	Káon	π ⁰	Self	135,0	0	0	0	0	0	0,83 × 10 ⁻¹⁶	2γ
		K ⁺	K ⁻	493,7	0	0	0	+1	0	1,24 × 10 ⁻⁸	μ ⁺ ν _μ , π ⁺ π ⁰
		K _S ⁰	K̄ _S ⁰	497,7	0	0	0	+1	0	0,89 × 10 ⁻¹⁰	π ⁺ π ⁻ , 2π ⁰
	Káon	K _L ⁰	K̄ _L ⁰	497,7	0	0	0	+1	0	5,2 × 10 ⁻⁸	π ⁺ e ⁻ ν̄ _e , 3π ⁰
											π ⁻ μ ⁺ ν̄ _μ
Bárions	Éta	η	Self	548,8	0	0	0	0	0	< 10 ⁻¹⁸	2γ, 3π
	Próton	p	Self	938	0	0	0	0	0	2,2 × 10 ⁻²¹	ηπ ⁺ π ⁻
	Neútron	n	Self	938,3	+1	0	0	0	0	Estável	
	Lambda	Λ ⁰	Λ̄ ⁰	939,6	+1	0	0	0	0	920	pe ⁻ ν̄ _e
		Σ ⁺	Σ ⁻	1 115,6	+1	0	0	0	-1	2,6 × 10 ⁻¹⁰	pπ ⁻ , nπ ⁰
	Sigma	Σ ⁰	Σ ⁻	1 189,4	+1	0	0	0	-1	0,80 × 10 ⁻¹⁰	pπ ⁰ , nπ ⁺
Σ ⁻		Σ ⁺	1 192,5	+1	0	0	0	-1	6 × 10 ⁻²⁰	A ⁰ γ	
Xi	Ξ ⁰	Ξ ⁻	1 197,3	+1	0	0	0	-1	1,5 × 10 ⁻¹⁰	nπ ⁻	
	Ξ ⁻	Ξ ⁰	1 315	+1	0	0	0	-2	2,9 × 10 ⁻¹⁰	A ⁰ π ⁰	
Omega	Ω ⁻	Ω ⁺	1 321	+1	0	0	0	-2	1,64 × 10 ⁻¹⁰	A ⁰ π ⁻	
			1 672	+1	0	0	0	-3	0,82 × 10 ⁻¹⁰	Ξ ⁰ π ⁰ , A ⁰ K ⁻	

^a As notações nesta coluna, tais como pπ⁻, nπ⁰, significam dois possíveis modos de decaimento. Neste caso, os dois decaimentos possíveis são A⁰ → p + π⁻, e A⁰ → n + π⁰.

Tabela 1 , Algumas partículas e suas propriedades. SERWAY. Raymond A. Princípios de Física Volume 4



Hádrons

Os hádrons são as partículas que interagem por meio de forças nucleares, que foram divididas em duas classes: mésons e bárions, diferenciadas por sua massa e seu spin.

Os mésons possuem spin nulo (0) ou inteiro (1).

Sabe-se que todos os mésons sofrem um decaimento em produtos finais que incluem, elétrons, pósitrons, neutrinos e fótons. Os píons são os mais leves mésons conhecidos, eles possuem massa cerca de $140 \text{ MeV}/c^2$ e todos tem spin zero.

Os bárions (a palavra bárion vem do grego que significa “pesado”), a segunda classe de hádrons, tem sempre massa iguais ou superiores a massa do próton, e seus spins tem sempre um valor fracionário ($1/2$ ou $3/2$).

Léptons

Os léptons (a palavra deriva do grego leptos,



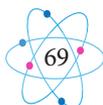
que significa “pequeno” ou “leve”), formam um grupo de partículas que atua nas interações eletromoleculares e fracas. Todos os léptons possuem spin $\frac{1}{2}$. Embora os hádrons apresentem tamanhos e estruturas, os léptons parecem ser partículas realmente elementares sem estrutura. Atualmente os físicos acreditam na existência de apenas seis léptons: O elétron; o múon; o tau; e um neutrino associado com cada um.

$$\begin{pmatrix} e^{-1} \\ \nu_e \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} \mu^{-} \\ \nu_{\mu} \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} \tau^{-} \\ \nu_{\tau} \end{pmatrix}$$

O lépton tau, que foi descoberto em 1975, tem massa aproximadamente igual a duas vezes a massa do próton. Foi descoberto pelo Fermi National Accelerator Laboratory (Fermilab), figura[3], em julho de 2000. Foi descoberto que para cada um desses seis léptons, possuem uma antipartícula.



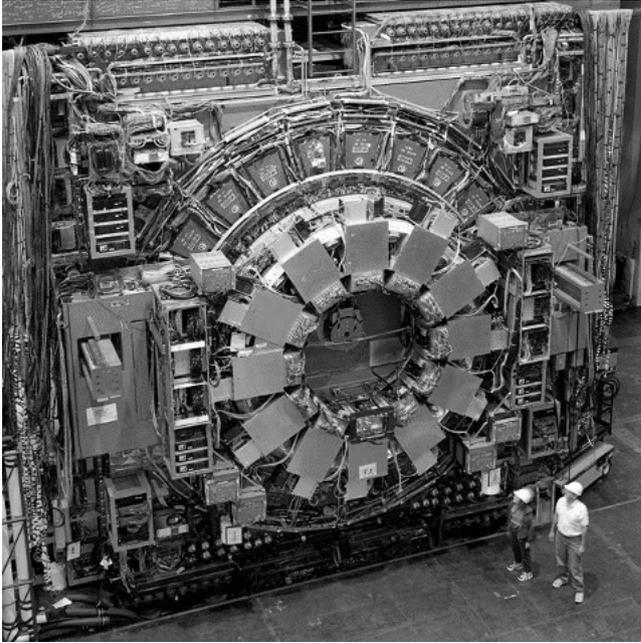


Figura5 - Fermi National Accelerator Laboratory (Fermilab), próximo de Chicago. <<https://www.wired.com/2010/10/tevatron-higgs-extension>>

Múons

Houve previsão da descoberta do pión , mas demorou um pouco para ser observado. Os prótons e os nêutrons estão contidos dentro do núcleo atômico. Se o



próton é positivo, como vários deles ficariam juntos, se a força elétrica entre duas partículas positivas é repulsiva? Por que ficava coeso? Esses questionamentos perduraram por vários anos. Há única maneira de explicar o núcleo atômico com suas partículas próximas, seria através da existência de uma força ainda mais forte do que a repulsão elétrica. O físico japonês Hideki Yukawa, foi o primeiro a formular uma teoria, que chamou de força forte. Yukawa, na década de 1930, postulou que deveria existir o pión, algo funcionasse como uma cola (funciona como uma partícula mediadora da força forte). A troca desses píons, entre os nêutrons e os prótons, seria responsável por mantê-los presos no núcleo atômico. Isso foi previsto na década de 1930, mas só foi observado em 1947: o brasileiro César Lattes e um grupo de cientistas conseguiram provar esta teoria. O pión é um parente do próton e do nêutron, feito de um quark e de um antiquark, a antimatéria do quark.

O múon foi descoberto em 1937. Quando ele foi descoberto, pensou-se que era o pión, que já estava sendo esperado. O múon não sentia a força forte. Hoje sabemos



que o múon é um irmão do elétron. Ele é igualzinho ao elétron em todos os aspectos, mas tem uma massa maior.

Neutrino

Os Neutrinos são partículas neutras, ou seja, sem carga elétrica, extremamente pequenas e com massa tão insignificante que após sua descoberta acreditou-se que não possuíam massa. Devido a essas características, os neutrinos dificilmente interagem com a matéria. Isso os torna muito difícil de detectar, como nos mostra o professor Moysés (1999).

Segundo a professora Carla Göbel, professora do Departamento de Física da PUC-Rio, “Os neutrinos são partículas muito esquisitas. O neutrino é o par do elétron, da mesma maneira que o quark “d” é o par do quark “u”. Eles fazem parte da mesma família. O neutrino não tem carga elétrica e também não tem massa.



Encontrando padrões nas Partículas

Uma das alternativas que os físicos usam para ajudar na compreensão da natureza é encontrar padrões nos dados existentes. Como exemplo, podemos citar no uso dessa ferramenta foi o desenvolvimento da tabela periódica dos elementos na química, classificando os elementos seguindo um padrão de qualidades semelhantes. Na física o número de partículas e ressonâncias observadas é ainda maior que o número de elementos, então foram propostos vários esquemas de classificação para agrupar as partículas em famílias.

Considerando os oito primeiros bárions encontrados na tabela [1], podemos considerar essas partículas como pertencendo a um grupo baseado no fato de que todos possuem spin $\frac{1}{2}$. Se criarmos uma representação gráfica da estranheza em função da carga para esses bárions utilizando um sistema de coordenadas oblíquas, como mostra a figura [9.a], observamos um padrão, que são seis bárions formando um hexágono regular e os dois restantes em seu centro.



Considere agora os nove mésons a seguir do spin nulo, π^+ , π^0 , π^- , K^+ , K^0 , K^- , η , η' , e a antipartícula \bar{K}^0 . A figura [9.b] é um gráfico da estranheza em função da carga para essa família.

O número bariônico, também conhecido como número bariônico, é um número quântico invariante ou nulo. Pode ser definido como a terça parte do número de quarks menos o número de antiquarks, representado pela fórmula abaixo:

$$B = \frac{N_q - N_{\bar{q}}}{3}$$

Onde

N_q é o número de quarks, e

$N_{\bar{q}}$ é o número de antiquarks

O número leptônico é um número quântico que não varia. Aos seis tipos de léptons atribuí um número leptônico de +1, enquanto para cada um dos seis antiléptons é atribuído um número leptônico de valor -1.



A Estranheza, representada pela letra S, é a propriedade das partículas, expressa como um número quântico que descreve a decomposição das partículas em reações fortes e eletromagnéticas, claro que isso ocorre em um curto intervalo de tempo. A estranheza das partículas é definida como: $S = N_{\bar{s}} - N_s$, representa o número de antiquarks estranho (\bar{s}), N_s representa o número de quarks estranho.

A classificação da palavra “estranho” ou “estranheza” deriva do descobrimento dos quarks e foi adotado depois de seu descobrimento para preservar a continuidade da frase; “a estranheza das antipartículas estão referidas a +1 e as partículas a -1” como foi a definição original. Para todos os números quânticos de sabor de quarks, tem por convenção que a carga de sabor e a carga elétrica de um quark, têm o mesmo sinal. Com isso, qualquer sabor levado por um méson carregado tem o mesmo sinal e assim a carga.

Para os oito bárions de spin:



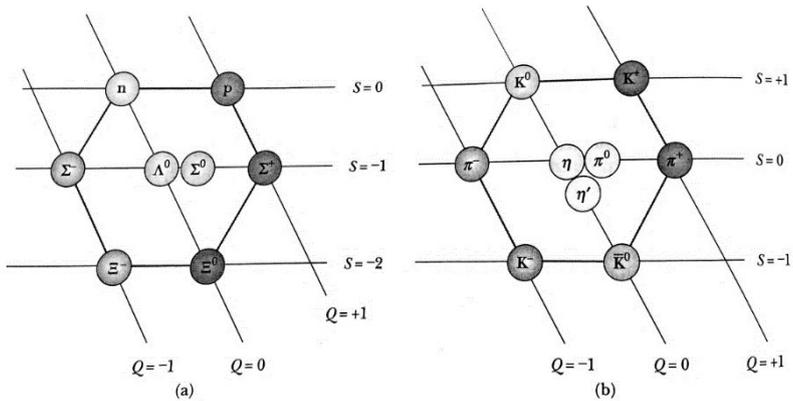


Figura 6 – (a) O padrão hexagonal de via óctupla para oito bárions de spin 1/2. (b) O padrão óctuplo para os nove mésons de spin zero. SERWAY, Raymond A. Princípios de Física Volume 4

Os Quarks

Os físicos Gell-Man e George Zweig, em 1963, propuseram independentemente que os hádrons apresentavam uma estrutura mais elementar. De acordo com os seus modelos estruturais, todos os hádrons eram sistemas compostos de dois ou três constituintes fundamentais chamados quarks. (Gell-Man tomou a palavra quark

emprestada da passagem “Three quarks for muster mark”, que significa três quarks para a marca de reunião, do livro *Finnegan’s Wake*, de James Joyce). O modelo propõe que existem três tipos de quarks, representados pelos símbolos u, d e s. A essas letras são dados a nomes arbitrários up (para cima), down(para baixo) e strange (estranho). Os vários tipos de quarks são chamados de sabores. Os bárions são constituídos de três quarks, enquanto os mésons são constituídos de um quark e um antiquark, como mostra a Figura [10]

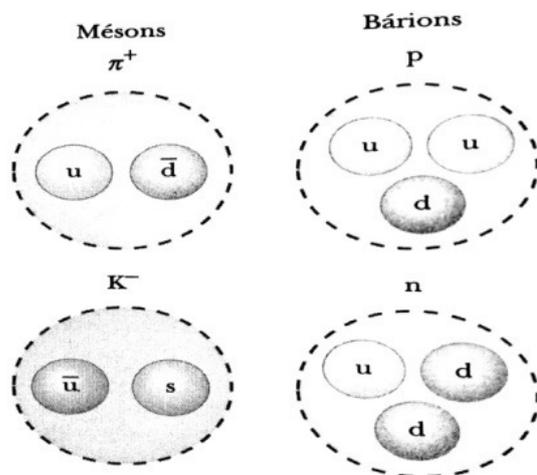


Figura 7 - Composições de quarks de dois mênsons e dois

Os bárions já eram conhecidos como: (prótons, nêutrons, sigma, lambda) e alguns mésons (píon, káon). Foi proposto a existência de uma nova quantidade para explicar certas interações entre partículas, e em 1953, Gell-Mann e Nishijima melhoraram a ideia, eles propuseram que existiria, além da carga elétrica, número bariônico, número leptônico, haveria também outra propriedade que Gell-Mann chamou de “estranheza”. Esta nova propriedade era como a carga elétrica: a carga elétrica total sempre se conserva, assim se você criar uma quantidade de cargas negativas as mesmas quantidades de cargas positivas devem ser criadas de forma que há a conservação da carga total.

Da mesma maneira bárions (número bariônico positivo) e antibárions (número bariônico negativo) eram sempre criados em forma que o número bariônico (total) era conservado. O mesmo para os léptons. Gell-Mann e Nishijima propuseram que a estranheza era conservada em



qualquer interação forte (também chamada de força nuclear forte), mas era violada na interação fraca (força nuclear fraca, por exemplo, no decaimento beta).

A Tabela Periódica, proposta por um grande químico em 1868, Dmitri Ivanovich Mendeleev, organizou os átomos segundo um padrão. Na física, quem propôs algo semelhante com as partículas elementares, foi o físico Murray Gell-Mann. Gell-Mann introduziu o que ficou conhecido por Eightfold Way (“Caminho do Octeto”), como está representado na figura 11, em 1961, usando a propriedade da estranheza, outro cientista, Ne’eman, também propôs independentemente o mesmo esquema na mesma época. Assim como Mendeleev que deixou posições vazias na sua tabela, dedicada a elementos que eram desconhecidos, o Caminho do Octeto também previa a existência de bárions e mésons até então desconhecidos. Foram detectados mais de 40 bárions e mais de 32 mésons.



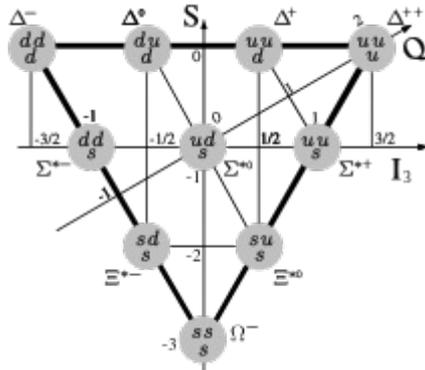


Figura 11 - Arranjo decúplexo dos bárions com rotação 3/2

<https://de.wikipedia.org/wiki/Eightfold_Way>

O modelo de quarks assegura que:

- Os bárions são compostos por 3 quarks (e os antibárions por 3 antiquarks)
- Os mésons são compostos por 1 quark e 1 antiquark.

No SLAC (Acelerador Linear de Stanford) em 1973, publicou um artigo com resultados confirmando que os prótons têm 3 constituintes. A experiência seguiu as mesmas ideias da experiência de Rutherford de 1911. Rutherford

já sabia que uma partícula α é na verdade um átomo de hélio sem 2 elétrons. Ele lançava um feixe de partículas α atravessar um alvo que era uma folha metálica finíssima. Apenas um pequeno número de partículas α é defletido, então as cargas positivas deveriam estar concentradas numa região pequena do espaço, o núcleo do átomo. A mesma ideia foi usada para analisar os constituintes dos prótons: desde vez o feixe foi de prótons e o alvo eram os prótons. Outros experimentos foram realizados mais tarde: com feixe de elétrons se chocando com os prótons, ou ainda feixe de elétrons se chocando com feixes de pósitrons produzindo à custa da energia cinética quark e antiquark com grande energia que se transformam em muitos hádrons. No Raymond (1998, p.1214).

Com a ausência de quarks livres e a contradição com o Princípio da Exclusão de Pauli, deixaram o modelo de quarks no esquecimento até 1974, quando então foi detectado um novo méson o J/ψ (junção dos nomes méson J e méson ψ). Observou-se primeiramente no acelerador de Brookhaven. O físico Samuel Chao Chung Ting, norte



americano com descendência chinesa, chamou de méson J, mas Ting demorou vários meses para divulgar o ocorrido. No grande acelerador de partículas SLAC encontraram de forma independente o mesmo méson. Burton Richter o chamou de méson ψ . Ele era formado pelo quark c e antiquark c.

Foram encontrados novos hádrons de 1974 a 1983 que são: bárions e mésons, Uma propriedade dos quarks intrigante, é a que eles possuem múltiplos fracionários de carga eletrônica e. Os quarks u, d e s possuem cargas respectivamente $+\frac{2}{3}e$, $-\frac{1}{3}e$, e $-\frac{1}{3}e$. E essas propriedades são ilustradas na tabela [6].

Gell-Mann e Zweig determinaram a composição de todos os hádrons apresentando seus modelos por ser especificada por três regras simples:

- Um méson é a junção de um quark e de um antiquark, que lhe dá um número bariônico nulo, como necessário;
- Um bárion é a junção de três quarks;



- Um antibárion é junção de três antiquarks.

Modelo Padrão

As partículas elementares são distribuídas em três categorias: léptons, quarks e partículas de campo. Quark e léptons tem spin $\frac{1}{2}$ e, portanto são classificados como férmions, já as partículas de campo tem spin que pode variar de 1 ou acima disto, que são bósons.

Lembrando que a força fraca é medida pelos bósons W^+ , W^- , e Z^0 . Diz-se que essas partículas têm carga fraca, da mesma forma que os quarks têm cargas cromáticas. Assim cada partícula pode ter massa, carga elétrica, carga cromática e carga fraca. Lembrando que uma ou mais dessas propriedades pode ser nula.

Em 1979, Sheldon Glashow, Abdus Salam e Steven Weinberg ganharam o prêmio Nobel de Física por unificarem as interações eletromagnética e fraca. Neste contexto foi mostrado que quando as interações elétricas e fracas possuem a mesma intensidade. O prêmio Nobel de



Física de 1984 foi concedido a Carlo Rubbia e a Simon van der Meer pelo trabalho na descoberta de três novas partículas os bósons (W^\pm e Z^0) que desempenham um papel fundamental na teoria eletrofraca.

A combinação da teoria eletrofraca e da Cromodinâmica Quântica (CQD); (quarks têm a propriedade cor; chromos em grego significa cor) da interação forte que constitui o que se denomina na física de altas energias de Modelo padrão, como mostra a figura [12].

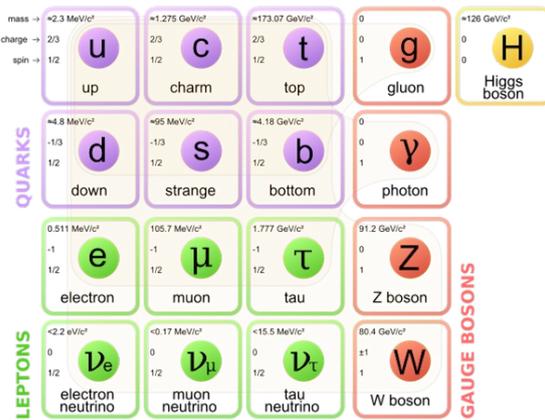


Figura 8 - O Modelo Padrão de Partículas. Em vermelho, as partículas mediadoras da força nuclear forte, o glúon, do eletromagnetismo, o fóton, e da força nuclear fraca, os bósons Z e W. Junto com o gráviton da gravitação,

elas compõem as quatro forças fundamentais da natureza conhecidas até hoje. <<http://www.saense.com.br/tag/fisica-de-altas-energia>>

Os físicos sabem que o modelo-Padrão não responde a todas as questões existentes, mais responde alguns questionamentos que a física vem tentando solucionar há várias décadas. Como, por exemplo, o problema de saber porque o fóton não tem massa, enquanto os bósons W e Z tem. Por causa dessa diferença de massa, as forças eletromagnética e fraca são bem diferentes a baixas energias, mas a tem natureza similares em energias muito elevadas.

Em 2008 entrou em funcionamento, na fronteira entre a França e a Suíça, o Grande Colisor de Hádrons (LHC), o maior acelerador de partículas até então construído pelo homem, e o mais energeticamente potente, um marco para os físicos devido à grandiosidade de investimentos e pessoas do mundo inteiro trabalhando juntas, esquecendo ideologias sociais, raciais e religiosas, tudo em prol de melhorias



da ciência. Sua meta não era recriar o Big Bang (grande explosão que deu início a tudo que existe no universo) e sim recriar as condições do universo poucos minutos após o big bang, com o intuito de compreender seu mecanismo e estudar os componentes mais fundamentais da natureza. Para tal o LHC utiliza colisão de feixe de prótons altamente energéticos que circulam numa circunferência de 27 km de comprimento e tem uma profundidade de 100m abaixo da superfície. Segundo informações do CERN 2015.

Quando as partículas colidem no interior de gigantescos experimentos, são quatro: Álice, LhcB, Atlas e o CMS, detectores de partículas, as subpartículas que nascem desta colisão disseminam-se por todas as partes e são então apanhados por estes aparelhos, os quais são compostos por vários sensores sobrepostos, com a finalidade de mensurar a carga energética gerada e de investigar sua trajetória.

Bóson de Higgs

Os físicos acreditam que é uma partícula subatômica



mediadora, responsável por dar massa às demais. O que os alunos aprendem no colégio do ensino fundamental e médio sobre prótons e nêutrons, na verdade não é somente isso, existe uma infinidade de informações que hoje em dia já sabemos. Os cientistas formulam teorias para entender melhor como as partículas subatômicas formam os átomos, a matéria e as forças que agem sobre ela. Uma das principais teorias é a do Modelo Padrão que já foi mencionado aqui e a descoberta do bóson serviu para comprová-la. A comprovação dessa partícula vinha sendo perseguida desde 1964, através de experimentos e dois físicos: o belga François Englert e ao britânico Peter Higgs, eles já tinham descoberto sua existência através de equações, porém em 2012, finalmente um experimento atestou (com 99,9999...% de certeza) sua existência. A descoberta foi importante, porque a confirmação de um modelo hipotético abre novos horizontes para desvendar os mistérios de funcionamento do Universo e até a existência de novas partículas. Porém isso é só o começo, pois o Modelo Padrão só explica 4,6% do conteúdo do Universo. Tudo isso com base nos relatos



que o autor obteve do CERN, passadas pelo professor Pedro Abreu da Universidade de Lisboa- Portugal.

A comunidade científica acredita que após o Big Bang, parte da energia irradiada se transformou em gelo, formando um éter que envolveu tudo o que há no Universo.

O Campo de Higgs no qual o bóson de Higgs faz parte, criou uma espécie de substância no limbo do espaço e fez com que as partículas interagissem umas com as outras. Quando o bóson entra em contato com outras partículas, ele causa um efeito de atração ou repulsão entre elas. Assim as partículas ganham massa, combinando suas afinidades e assim formando os átomos, segundo informações do CERN.

Tanto o Englert, quanto o Higgs publicaram artigos sobre a existência do que hoje conhecemos como bóson de Higgs em 1964, eles trabalhavam de forma independente e se encontraram pela primeira vez apenas no anúncio da descoberta da partícula em 2012. Eles foram agraciados com o Prêmio Nobel de Física em 2013, já que é proibido dar o prêmio a equipamentos, nos quais o bóson foi detectado no CERN pelo experimento CMS e pelo experimento Atlas,



simultaneamente. Segundo informações do CERN.

O apelido “partícula de Deus” veio em 1993, de um livro sobre o tema que teve o título trocado. Escrita pelo ganhador do Nobel de Física Leon Lederman, a obra se chamaria *The Goddamn Particle* (“A Partícula Maldita”), em referência à dificuldade de encontrar o bóson. Mas o editor não curtiu a palavra “maldita” (“damn”) e lançou como *The God Particle*. Embora a alcunha tenha ajudado a popularizar o tema, muitos físicos a criticam por sugerir o envolvimento de algo divino ou místico.

A dificuldade em observar o bóson é enorme: ele só aparece em níveis de energia realmente altos e se transforma em outras partículas muito rapidamente. Por isso foi preciso construir o LHC (Grande Colisor de Hádrons), como mostra a figura 13. Cientistas mediram os níveis de energia e interação entre as partículas após a colisão e compararam com as hipóteses já formuladas – os resultados “bateram”, o que ele comprova segundo o modelo padrão, o universo é formado por 17 partículas básicas: o bóson, 6 quarks, 6 léptons e 4 partículas mediadoras.



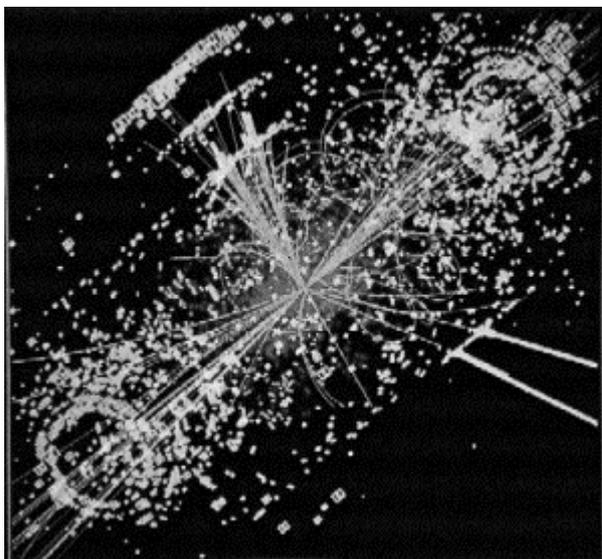


Figura 9 - Simulação de uma colisão no LHC

http://www.apolo11.com/invencoes_descobertas.php?posic=dat_20080430-091301.inc

No dia 30 de março de 2010 os cientistas conseguiram, pela primeira vez, levar este Colisor à tão almejada atividade, simulando assim o contexto cósmico logo após o Big Bang, os primeiros momentos de vida do Universo. Ainda não foi possível, porém, alcançar o estágio de exame definitivo do Bóson de Higgs.

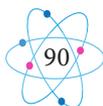


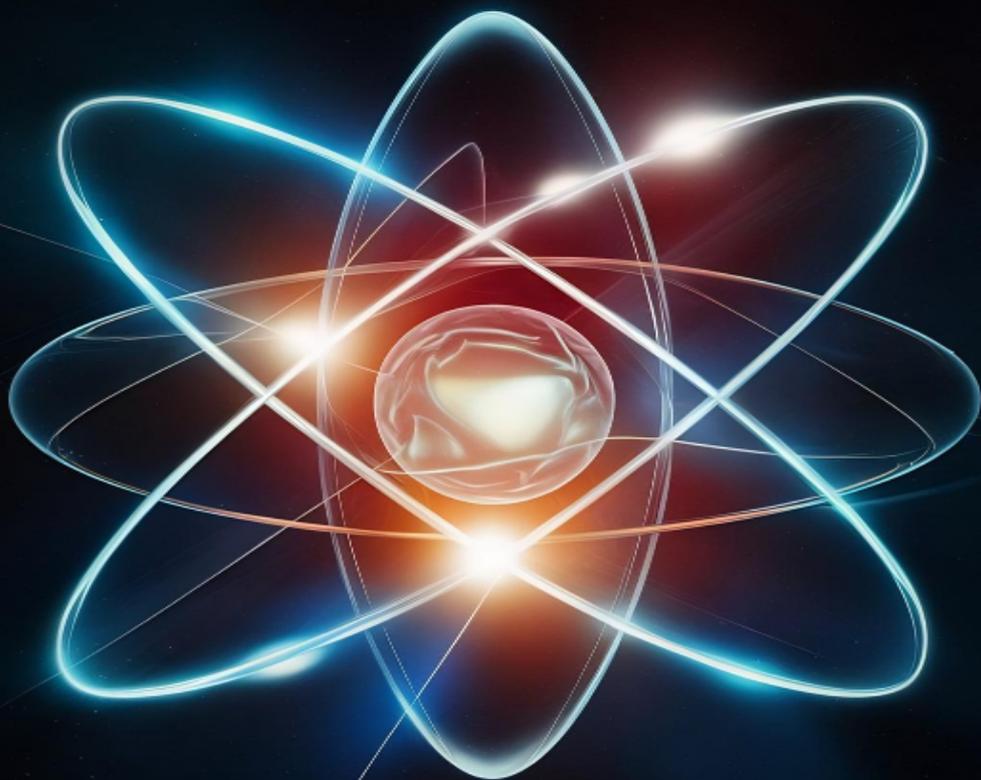


Figura 10 - O grande Colisor de Hádrons (LHC) - foto do
Autor

Nos últimos anos foram construídos muitos aceleradores poderosos de partículas em todo o mundo, como por exemplo O GRANDE COLISOR DE HÁDRONS (LHC) figura [13] tornando possível a observação de colisões de partículas com energias muito elevadas e observadas com experimentos(detectores), como exemplo o Solenoide de Múon Compacto CMS, ambos encontrados no (Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire), conhecida como CERN e assim poder observá-las, o seu rastro Figura[12] e suas características.

Capítulo

3



PROTEXTUALIDADE FÍSICA

A pesquisa foi realizada em uma abordagem qualitativa, uma vez que não se limita a concepção de que a realidade só pode ser compreendida com base na análise de dados estatísticos, coletados mediante o uso de instrumentos padronizados. O interesse central da pesquisa está na observação, compreensão e interpretação do objeto de estudo pelo pesquisador.

Para se iniciar uma pesquisa, Asti Vera (1979) defende a ideia que o estágio inicial para um estudo é o problema pois sem ele não há razão de realizar a pesquisa.

A coleta de dados aconteceu mediante registro e observações de fatos, a aplicação de questionários e a realização de entrevistas. Depois, a análise e observação do modo como ocorre a interação aluno-aluno, aluno-professor e aluno-conhecimento. Foram aplicados dois questionários, um no início da para se diagnosticar os conhecimentos prévios e assim dar um ponto de partida para inserir novos assuntos, através de textos e vídeos previamente selecionados para a realização da S.D. Já o segundo foi aplicado no final e será composto pelas questões sobre o conteúdo para uma



melhor análise e compreensão dos resultados.

Durante o processo de análise dos questionários e elaboração de novas questões, deve-se ter os seguintes cuidados: verificar se a pergunta é importante para a pesquisa (MARCONI & LAKATOS, 1996), analisar se existe necessidade de ter mais de uma pergunta sobre o assunto (MATTAR,1996) e verificar se os participantes tem o conhecimento técnico necessário para responder a questão (BOYD & WETFALL, 1964; MARCONI & LAKATOS, 1996).

Foram feitos registros através de vídeos, gravações de áudios e registro fotográfico, procedimentos devidamente acordados com os seus conhecimentos e conhecimentos dos responsáveis, quando estes forem menores de idade, resguardando o direito de imagem com os discentes, para uma melhor análise das informações coletadas, como é mostrado em anexo.

A intervenção foi desenvolvida no mês de setembro de 2017, na Escola de Ensino Médio de Tempo Integro Dona Maria Amélia Bezerra (E.E.M.T.I. Dona Maria Amélia



Bezerra), situada na Avenida Castelo Branco S/N -Pirajá, na cidade de Juazeiro do Norte- CE, Ceará, Brasil. A referida instituição funciona em tempo integral, das 7:10h às 17:00 horas, e à noite de 19:10h as 21:40, e atende alunos Ensino Médio. A escola Maria Amélia, recebe jovens de vários bairros circunvizinhos de Juazeiro. Os alunos não recebem gratuitamente fardamento, mais recebem gratuitamente o material didático, transporte (em parceria com os municípios) e três refeições diárias - um almoço e dois lanches. A estrutura física, adequada, pois era uma escola regular que foi transformada em Tempo Integral, possui 12 salas de aulas com condicionador de ar em algumas salas, outras não, pois está se adequando ainda, haja visto que foi transformada em escola de Tempo Integral em 2017, quadra coberta, sala de professores, sala de multimeios, direção e coordenação que faz parte do bloco administrativo, refeitório que está em construção, laboratórios de ciência (Química, Física e Biologia), laboratório de Informática. A escola possui quatro turmas de 1º ano (T.I) e seis turmas de 2º e seis turmas de 3º ano (regular), em média 45 alunos



por turma, nos turnos manhã, tarde e noite, por enquanto até o ensino regular acabar e ficar somente T.I, pois a escola está em transição. Para a intervenção do projeto escolheu-se alunos do 1º ano, 2º ano e 3º ano, sendo selecionados 20 alunos aleatórios pela escolha de interesse deles. A opção se deve pelo fato de a intervenção ser realizada na modalidade de minicurso com direito a certificado no fim, foi realizada no contra turno, para não prejudicar os conteúdos das disciplinas da escola.

Apresentamos o problema para a turma e instigamos os alunos com perguntas de equipamentos do seu cotidiano, que eles ou viram ou ouviram falar como controle remoto de televisão, controle de portão de garagem, máquinas de raio X, forno de micro-ondas, laseres e etc.



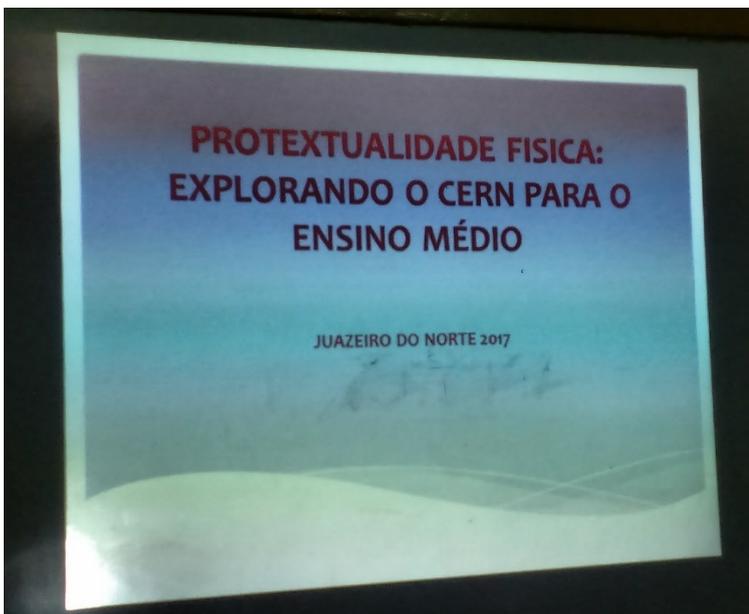


Figura 3 – Protextualidade Física

Fonte: Autor

1º INTRODUÇÃO

Iniciou com perguntas e questionamentos a respeito do que era física de partículas e qual a sua utilização no dia a dia do aluno, indagações surgiram para saber o funcionamento do controle remoto de portão elétrico, de Tv. Surgiu a partir daí o entendimento do que era a partícula



Fóton.

2º. TEMAS e PROBLEMATIZAÇÃO.

Foram passados dois textos para uma melhor assimilação dos conteúdos. Os textos escolhidos foram do livro: Fundamentos de Física. Óptica e Física Moderna - Volume 4. Escrito por: David Halliday, Robert Resnick e Jearl Walker. A escolha do livro foi por ser um livro de fácil compreensão, mesmo sendo um livro do ensino superior, a sua clareza dos conteúdos poderia ser apresentados aos alunos do ensino médio, algumas equações de fácil compreensão e o texto mencionar o assunto em destaque.

Partícula, Partícula e mais partículas.

Na década de 1930, muitos cientistas acreditavam que o problema da estrutura básica da matéria estava muito próximo de ser resolvido. O átomo era constituído



por apenas três partículas: o elétron, o próton e o nêutron. A física quântica podia explicar a estrutura do átomo e o decaimento alfa das substâncias radioativas. Os mistérios do decaimento beta tinham sido aparentemente resolvidos depois que Enrico Fermi postulara a existência de uma nova partícula, o neutrino. Havia a esperança de que a aplicação da teoria quântica aos prótons e aos nêutrons levasse em breve a um modelo para a estrutura do núcleo. O que mais havia para explicar?

A euforia não durou muito tempo. Antes do final da década, começou um período de descoberta de novas partículas que perdura até hoje. As novas partículas têm nomes e símbolos como múon, pión, káon e sigma, todas as novas partículas são instáveis, isto é, transformam-se espontaneamente em outras partículas segundo as mesmas leis que regem o comportamento dos núcleos instáveis. Assim, se partículas de um certo tipo estão presentes em um instante $t = 0$, é dado pela equação:

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$



e a taxa de decaimento R é dada pela equação:

$$R = R_0 e^{-\lambda t}$$

Em que R_0 é a taxa de decaimento no instante $t = 0$.

A meia vida $T_{1/2}$, a constante de decaimento λ e a meia vida τ estão relacionadas na equação:

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \tau \ln 2.$$

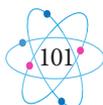
A meia-vida das novas partículas varia de 10^{-6} a 10^{-23} s. Algumas têm um tempo de vida tão curto que não podem ser detectadas diretamente, sendo identificadas apenas através dos produtos de decaimento. As novas partículas são quase sempre produzidas em colisões frontais entre prótons ou elétrons de alta energia produzidos em aceleradores situados em laboratórios como o Brookhaven National Laboratory (perto de Nova York), o Fermilab (perto de Chicago), o CERN (perto de Genebra), o SLAC (perto de San Francisco) e o DESY (perto de Hamburgo). Foram



descobertas com o auxílio de detectores cuja sofisticação aumentou até se tornarem tão grandes e complexos como os próprios aceleradores de partículas de algumas décadas atrás. Hoje em dia são conhecidas centenas de partículas. Para batizá-las, os físicos esgotaram as letras do alfabeto grego e a maioria é conhecida apenas pelo número de ordem em um catálogo de partículas que é publicado regularmente. Para tentar fazer sentido dessa profusão de partículas, os cientistas procuram classificá-las de acordo com critérios simples. O resultado é conhecido como Modelo-Padrão de partículas.

Uma Pausa para Refletir

Vamos colocar o que aprendemos na devida perspectiva. Se estamos interessados apenas na estrutura dos objetos que nos cercam, podemos passar muito bem apenas com o elétron, o neutrino, o nêutron e o próton. Como disse alguém, essas partículas são suficientes para fazer funcionar a “Espaçonave Terra”. Umhas poucas partículas exóticas



podem ser encontradas nos raios cósmicos; entretanto, para observar a maioria. Precisamos construir gigantescos aceleradores e empreender uma busca longa e dispendiosa.

O problema está no fato de que, em termos de energia, vivemos em um mundo cuja temperatura é extremamente baixa. Mesmo no centro do Sol, o valor de kT é apenas da ordem de 1 keV. Para produzir as partículas exóticas, temos que acelerar prótons e elétrons até que atinjam energias da ordem de GeV ou TeV. Houve uma época em que a temperatura era suficiente para que as partículas tivessem energias tão elevadas; foi a época que se seguiu ao big bang, a grande explosão que assinala a origem do universo. Uma das razões pelas quais os cientistas se interessam pelo comportamento das partículas com altas energias é justamente o desejo de compreender como era o universo no passado distante. Como veremos daqui a pouco, o universo antigamente ocupava um espaço muito pequeno e a temperatura das partículas no interior desse espaço era incrivelmente elevada. Com o tempo, o universo se expandiu e esfriou até se tornar o universo que



conhecemos hoje.

Na verdade, a expressão “que conhecemos hoje” - não é muito apropriada. Quando olhamos para o espaço, o que vemos são vários estágios diferentes da evolução do universo, já que a luz das estrelas e galáxias leva muito tempo para chegar até nós. Os objetos mais distantes que somos capazes de detectar, os quasars, são núcleos extremamente luminosos de galáxias situadas a mais de 13 bilhões de anos-luz da terra. Cada núcleo contém um gigantesco buraco negro quando a matéria (nuvens de gás e mesmo estrelas inteiras) é atraída para um desses buracos negros, o aquecimento resultante produz uma quantidade enorme de radiação, suficiente para que a luz possa ser detectada na Terra, apesar da enorme distância. Assim, hoje “vemos” um quasar como era no passado remoto, quando a luz emitida por ele começou a viajar em nossa direção.

Na apresentação, houve vários questionamentos e muitas indagações sobre o tema. Todos foram ouvidos e em seguida debatidos aproveitando cada ideia a respeito do tema, criando uma mesa de discussões em sala de aula.



O problema foi demonstrar temas relevantes de difícil compreensão, que os meios de comunicação nos revelam a sua existência, mais não explica de maneira clara e sucinta.

3º. SONDAGEM (P.T.I.)

Realizamos um questionário, para determinar o que os alunos entendiam do assunto e assim poder agregar aos novos conhecimentos que seriam abordados. O questionário tem um papel investigativo para observações sobre o grau de conhecimentos de cada aluno, pois cada um é único em suas análises e interpretações.

O professor não deve proporcionar qualquer tipo de ajuda, nem mesmo deve permitir qualquer tipo de consulta. Diferentemente do momento anterior, a Produção Textual Inicial-PTI é um momento em que o aluno registra no papel aquilo que sabe sobre o conteúdo que será trabalhado.

3º. SONDAGEM (P.T.I.)

Questionário: em busca dos conhecimentos prévios

aprender

Responda as seguintes questões:

- 1- O que é átomo?
- 2- O que é matéria? Com suas palavras fale sobre as teorias que existem sobre a composição da matéria?
- 3- Qual o modelo atômico atual conhecido?
- 4- O que você entende da teoria do Big Bang? E a criação do Universo?
- 5- Quais as menores partículas existentes?
- 6- Existe elementos "mais fundamentais", existente no átomo?
- 7- Você já ouviu falar sobre modelo padrão? Caso tenha ouvido, descreva brevemente o que você entendeu.
- 8- O que é necessário para acelerar elétron, por exemplo?
- 9- Você sabe o que é LHC?
- 10- O que é CERN?

- 01: a menor parte da matéria
02: matéria é tudo que ocupa espaço e que tem massa
03: não sei
04: não sei
05: ~~átomo~~ não sei
06: não sei
07: não sei
08: neutrão e prótons
09: não sei
10: sistema solar que é responsável por tudo

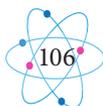
Figura 4 – Questionário respondido por um aluno

Todos os alunos responderam os questionários, mostrando como não tinham conhecimento do assunto, as respostas foram as mais variadas possíveis e a única comum foi a que não sabia e que nunca tinha ouvido falar

4º. A AULA PROPRIAMENTE DITA (A.P.D.)

Apresentamos o tema em seus aspectos gerais, porém progressivamente em nível mais complexo de aprofundamento, foi mostrado a importância da física e partículas no seu cotidiano e a sua importância nas mais distintas áreas do conhecimento, como a medicina, usada em exames de Ressonância magnética, na engenharia, como nas medições de equipamentos do laser, na tecnologia nos mais diversos equipamentos tecnológicos.

Foi apresentado, recursos computacionais, como o PHET (Simulações Interativas em ciência e matemática); é um simulador on-line, que trabalha vários temas da Física e de outras ciências. Trabalharemos o efeito foto elétrico <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/photoelectric>.



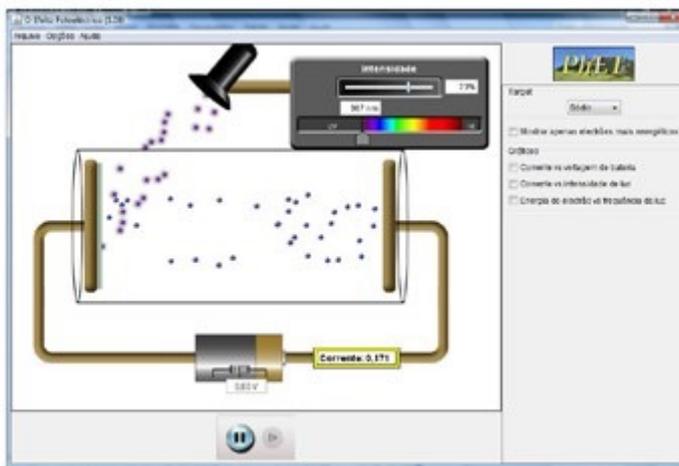


Figura 11 Ilustração do phet - efeito foto elétrico Off site.

https://phet.colorado.edu/pt_BR

A finalidade, de trabalhar o tema do efeito fotoelétrico, de uma maneira prática com os alunos, demonstrando o comportamento das partículas, não apenas no abstrato e sim o lúdico reforçando as teorias aprendidas, que levem os alunos a consolidar seu conhecimento através da mediação do professor e dos colegas, como por exemplo, experimentos de laboratório, resolução de problemas, etc., desde que envolvam a negociação de significados.

Apresentamos o Phet no celular, pois o laboratório

de informática com os computadores deu incompatibilidade de sistema, que não foi resolvido o problema, com a ajuda de um roteador, a internet foi levada aos alunos e assim utilizamos o Phet sem nenhum problema.

Com o Phet foram trabalhados temas como: o efeito fotoelétrico; decaimento alfa; balões e eletricidade estática e lasers.



Figura 5 – Phet no celular

Fonte: Autor

Trabalharemos os conceitos de partículas, com o objetivo de mostrar algumas atualmente conhecidas, como o neutrino, a antimatéria, e etc. Estes conteúdos serão apresentados através de textos e também em slides,

sendo estimuladas discussões no grande grupo em seguida serão pedidos que os alunos elaborassem um resumo dos conteúdos vistos individuais.

Apresentamos os conceitos de física de partículas e o que é o CERN (Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear) serão apresentados na forma de um vídeo. Para tal, o escolhido foi Particle five produzido pela American documentary film e que pode ser acessado no canal da Netflix <<https://www.netflix.com/br/>>



Figura 6- Filme mostrado em sala de aula

Fonte: Autor



Apresentamos com o documentário, novas descobertas relativas aos conceitos de Física de Partículas , descobertas pelo CERN, como a comprovação da existência do “Bóson de Higgs”, uma nova partícula que foi descoberta pelos experimentos do CERN, como o Atlas e o CMS, colaborado pelo Maior acelerador de partículas do mundo LHC, trazido pelo professor disponibilizado pelo próprio CERN no site: <http://home.cern/>, através de slides e debates em sala de aulas, em seguida será apresentado um documentário elaborado pelo professor Vinícius do Instituto Federal de Santa Catarina(IFSC), ao qual fiz parte, que foi realizado no próprio CERN de Agosto a setembro de 2015, que pode ser encontrado no site do youtube <<https://www.youtube.com/watch?v=OW1dL6EYKDA>>.



Figura 6 – Foto documentário viagem ao CERN – IFSC.

Fotos: Autor

Após o documentário o a demonstração do simulador físico que era o PHET, foi pedido aos alunos para escrevessem a opinião a respeito de tudo, seus pontos fortes e fracos e se já tinham conhecimento do vídeo e do simulador. Como mostra figura 7 com relatos de uma aluna, mostrando a sua compreensão do assunto, os alunos foram levados a relatar seu real entendimento, tentando a pesquisa ser o mais imparcial possível.





15 ♥ 08 ♥ 17

Física

1- A aula foi muito boa, eu gostei bastante porque conhecemos algo novo e aprendemos como simular alguma coisa que é bem divertido.

2- É um dispositivo que serve para reproduzir as próprias condições de uma atividade de. Tipo um sistema técnico que imita circunstâncias reais.

3- O phet é importante porque ele ajuda a gente a entender como acontece algo, como calcula algo e nos mostra na prática.

Nome = Vanessa Alexandre Rodrigues 3^o An.



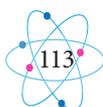
Figura 7 – Relato de Aluno

5º. ANALOGIA ENTRE O OBJETIVO PROPOSTO E A A.P.D.

Uma vez que o professor utilizou todos os meios para propiciar a apreensão conceitual, isso necessariamente implicou no envolvimento da turma a ponto de ela ser capaz de manifestar o aprendizado por estabelecer relações.

Diante do exposto é imprescindível analisar a relação entre o objetivo proposto inicialmente e a A.P.D. Diante desta análise o professor poderá destacar os pontos principais que foram contemplados na problematização, através de algumas perguntas.

Os mapas conceituais foram apresentados, como forma de simplificação do conteúdo e demonstrando de uma maneira mais abstrata as partículas e suas interações.



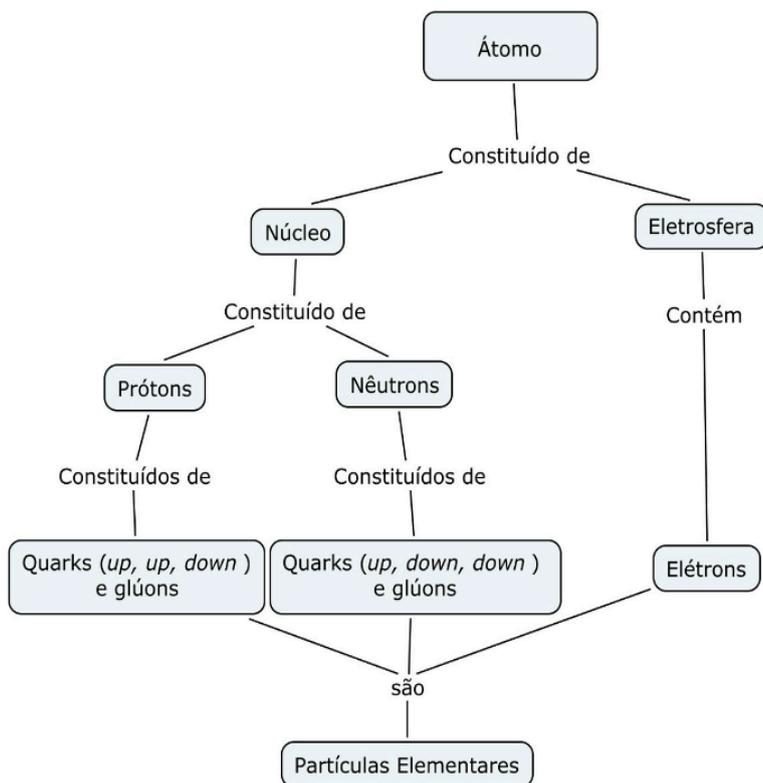


Figura 12 Mapa Conceitual professor Marcos André
 <<http://marcosbetemps.blogspot.com.br/2010/11/fisica-de-particulas-e-o-ensino-medio.html>>

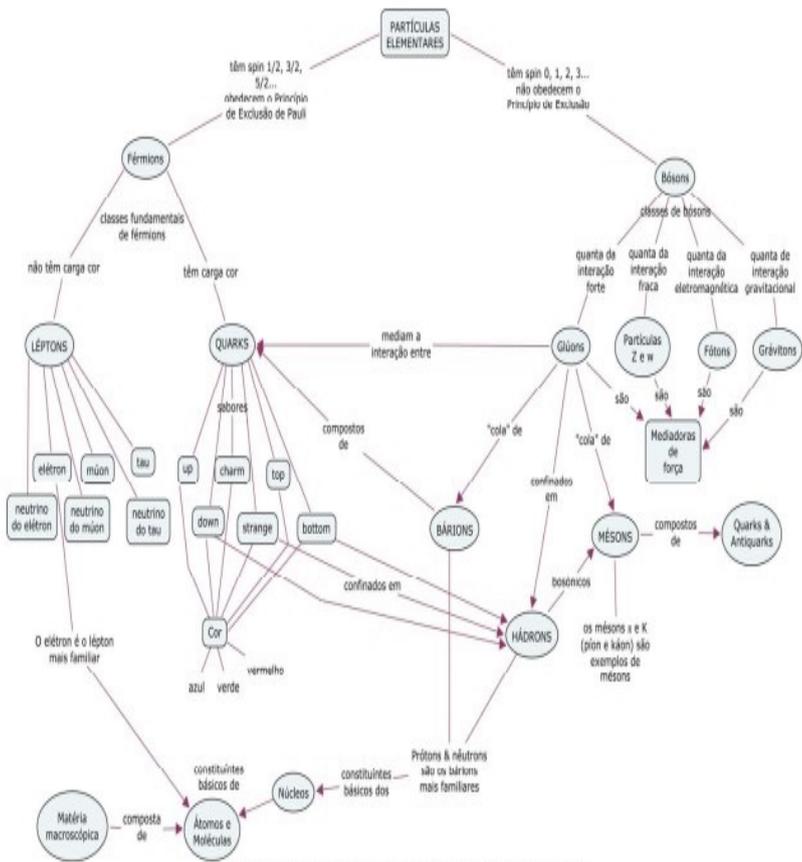


Figura 6 – Um mapa conceitual sobre partículas elementares (Moreira, 2011b, p. 26).

Figura 13 Mapa Conceitual –(Moreira, 2011, p. 261) <<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>>

6º. PRODUÇÃO TEXTUAL FINAL-PTF

Este é um importante momento em que a professor apresenta novamente as questões que refletem diretamente a temática principal.

Os alunos responderam o questionário com uma desenvoltura e domínio do assunto, relatando alguns conceitos de F.P com suas palavras

Questionário

Responda as seguintes questões:

- 1-O que é átomo?
- 2-O Que é matéria? Com suas palavras fale sobre as teorias que existe sobre a composição da matéria?
- 3- Qual o modelo atômico atual conhecido?
- 4- O que você entende da teoria do Big Bang? E a criação do Universo?
- 5- Quais a menores partículas existentes?
- 6-Existe elementos “mais fundamentais”, existente no átomo?



7- Você já ouviu falar sobre modelo padrão? Caso tenha ouvido, descreva brevemente o que você entendeu.

8- O que é necessário para acelerar elétron, por exemplo?

9- Você sabe o que é LHC?

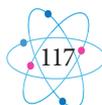
10- O que é CERN?

Nome: Francisco Leonel

~~4~~

1. O átomo é a partícula que constitui a matéria.
2. A matéria é todo corpo que ocupa lugar no espaço. Alguns experimentos e teorias ~~tem~~ ~~preveem~~ ~~as~~ ~~p~~ a existência de partículas ainda menores que o átomo, como os Quarks e os neutrinos.
3. O modelo de Rutherford-Bohr.
4. Uma grande explosão liberando calor e expansão.
5. Quarks, neutrinos e outros.
6. Sim
7. Os elétrons orbitando os prótons e nêutrons.
9. O LHC é o maior acelerador de partículas do mundo.
10. O CERN é uma organização encontrada na ~~e~~ Suíça responsável por reunir grandes mentes científicas para fazer grandes experimentos que podem explicar a origem da matéria e também do universo.

Figura 8 – Questionário de um aluno



Na figura 8 mostra o resultado do questionário preenchido por um aluno.

7º. REDIMENSIONAMENTO

De posse das produções dos alunos é oportuno analisar a PTF, comparando-a com aquela produção que reflete o conhecimento prévio de cada criança, a PTI. Assim, não se compara um aluno com outro aluno. Acima de tudo observa-se o desempenho. Conseqüentemente, será possível identificar os “pontos” em que os alunos apresentaram maior dificuldade e apresentar uma reflexão que reflita, por exemplo, o que é Física de Partículas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao responder um questionamento a respeito da função social da escola, Luiz A. de C. Franco faz uma análise do conhecimento a ser trabalhado. “A educação escolar não pode ser reduzida à pura transmissão de conhecimentos. Os



conhecimentos transmitidos devem ser “vivos e concretos”, e não conhecimentos abstratos, autônomos, como se os mesmos tivessem vida própria, independentemente das condições histórico-sociais” (FRANCO, 1991, p. 57). A questão da função social da escola embora possa ter manifestações diferentes, inegavelmente deve incluir a questão dos conteúdos “vivos e concretos”. Desta forma ao estudar um conjunto de ações para as aulas de ciências consideramos indispensável a valorização do profissional da educação, bem como, dos conteúdos historicamente produzidos.

O CERN, um dos maiores laboratórios de pesquisa em Física no Mundo, recolocou em funcionamento, no ano de 2009, o grande colisor de prótons “Large Hadron Collider” (LHC).

Dentre os seus diversos programas, o CERN mantém um de Educação, destinado a professores de diversos países da Europa, do qual constam visitas às suas instalações e laboratórios, além de cursos sobre tópicos de Física, ministrados no idioma dos participantes.



No âmbito deste programa de Educação, desde 2007 o CERN tem mantido em suas instalações uma Escola de Física destinada a professores de escolas secundárias portuguesas, na qual são desenvolvidas aulas sobre Física de Partículas e áreas associadas, sessões experimentais e visitas aos laboratórios do CERN.

É oportuno repetir que a proposta apresentada advém de um estudo da PHC. Não se trata de um mero receituário de bolo. Prática comum pode até integrar a proposta.

Já a escrita, embora tenhamos destacado dois grandes momentos, é preciso entender que esta prática pode ser utilizada em vários momentos, desde que mantenha uma relação efetiva com os objetivos propostos. No caso da PTI e da PTF são momentos indispensáveis que refletirão de certa forma, o envolvimento do aluno no trabalho que está sendo desenvolvido.

Demonstrar na prática os aspectos teóricos do conteúdo estudado, o produto vem com esta finalidade unir de maneira simples e objetiva facilitando o processo



de aprendizagem, que consiste basicamente do estudo do trabalho.

Produto: Protexualidade Física

PROTEXTUALIDADE FÍSICA

A ideia de que a “Física de Partículas” deveria constituir-se em um objeto de representação baseada na exposição que este termo apresenta nos meios de comunicação de massa, possivelmente representando um fenômeno de interesse público e, observou-se a existência de uma representação social de estudantes de Ensino Médio sobre a Física de Partículas ligada aos conteúdos veiculados pela mídia e, por este motivo, optou-se por realizar uma intervenção em sala de aula.

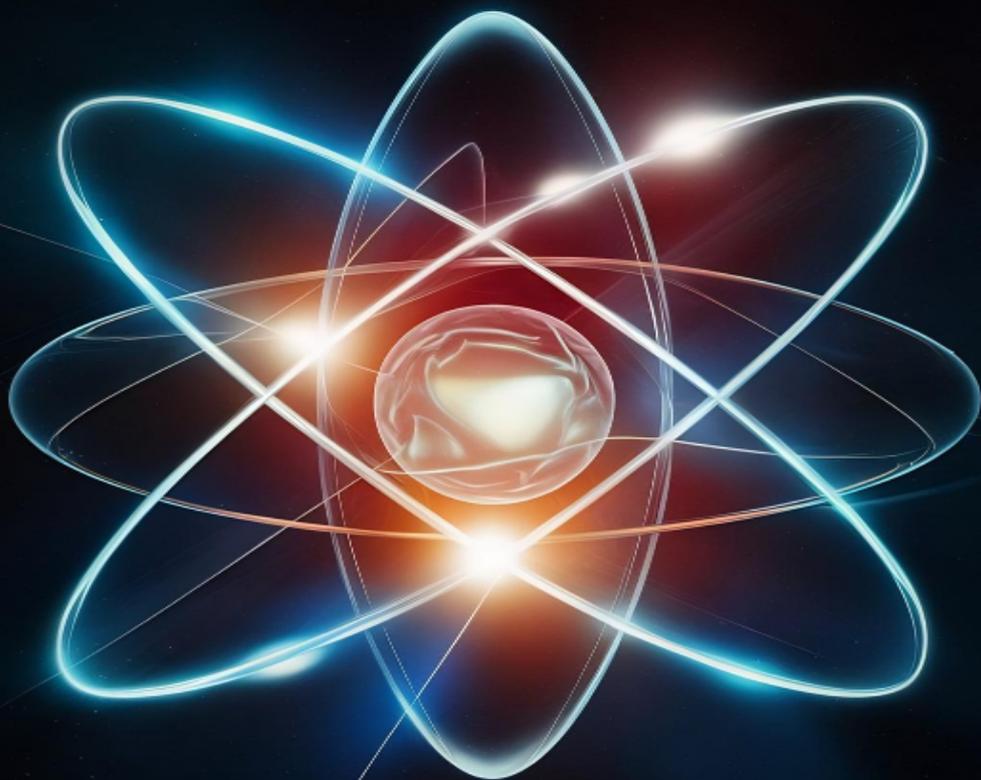
Foi elaborada, então, uma, Sequencia Didática, que é a PROTEXTUALIDADE FISICA sobre o tema, onde se pretende lidar com estas questões como: falta de interesse pela disciplina em estudo, sem o conhecimento prévio em Ciências principalmente em física.



A Pedagogia Histórico-Crítica, como perspectiva didática para o Ensino, constitui-se como objeto a ser estudado nesse artigo, sobre este, segundo Gasparin “O ponto de partida do novo método não será a escola, nem a sala de aula, mas a realidade social mais ampla” (GASPARIN, 2002: p. 3), com isso o método prioriza a realidade social, o que a princípio torna-se o diferencial do método, pois as relações de hierarquia, poder e desigualdades presentes nas relações de professor-aluno, ficariam em segundo plano, dando lugar para a realidade social em que ambos estariam no mesmo patamar e construiriam juntos o conhecimento sobre a mesma.

Perspectiva convergente com a de Saviani ao entender que “... a escola diz respeito ao conhecimento elaborado e não ao conhecimento espontâneo; ao saber sistematizado e não ao saber fragmentado; à cultura erudita e não à cultura popular” (SAVIANI, 2000: p.19).

CONSIDERAÇÕES FINAIS



Propomos, no capítulo de introdução, que o objetivo da aplicação da Protexualidade proposta inicialmente para utilização no ensino de matemática, era de verificar sua aplicabilidade no ensino de física no estudo de física de partículas, tentando favorecer uma aprendizagem significativa.

A Protexualidade Física apresenta, como objetivos, segundo Souza (2013, p.40): Apresentar um modelo que de ensino, que inclua a investigação científica como uma das etapas na elaboração do conhecimento; oferecendo elementos que contribuam para as ações e intervenções do professor no processo de ensino e propiciar a participação ativa do aluno durante todo o processo de ensino. Objetivos tais que durante a aplicação desse projeto de pesquisa foram alcançados de forma clara e evidente.

Isso tendo em vista as etapas da Protexualidade Física: Introdução e apresentação; Temas e problematização; Sondagem PTI; Aula Propriamente Dita APD; Analogia entre o objetivo e a APD: Produção Textual Final PTF; Redimensionamento e Considerações finais, como sendo



uma nova metodologia de transmissão de conhecimentos em sala de aula, mesmo encontrando barreiras iniciais dos próprios alunos e também do sistema educacional em geral que em sua grande maioria ainda defendem o modelo tradicional de ensino, conseguimos aplicar de forma satisfatória todas as etapas da sequência didática, fazendo a distinção de cada fase em todos os momentos dos encontros.

Verificamos que o que era esperado como comportamento dos alunos no desenvolvimento da aplicação da sequência em cada aula, como participação, interação, questionamentos, debates e a incorporação de um novo saber, foram percebidos durante as aulas. Esperamos ter sido um mediador com características de planejamento, estimulação, esclarecimentos e avaliação sem muita interferência nos modelos propostos pelos discentes.

Esperamos que a aprendizagem dos alunos tenha sido significativa, pois é bem difícil definir se houve ou não aquisição significativa. Desenvolvemos as aulas de forma a sempre clara e tentamos levar em consideração os conhecimentos prévios dos alunos e tentando incorporar

o objeto de estudo de forma a obter uma hierarquização importante na sua estrutura cognitiva do aluno.

A pesquisa nos mostra que a Protexualidade, se adaptou muito bem aplicada ao ensino de física, podendo ser caracterizada como ferramenta metodológica, importante na transmissão de conhecimentos dos conteúdos físicos em sala de aula.

A Protexualidade pode ser uma importante ferramenta no ensino de ciências, no ensino de matemática, no ensino de física e num contexto mais amplo, nas ciências como um todo. Geraldo (2009) assim afirma:

[...] o ensino de ciências naturais deverá possibilitar ao aluno o desenvolvimento de seus conhecimentos básicos em: astronomia, geologia, biologia, física e química, da sua compreensão da natureza das relações entre ciências, a tecnologia e a sociedade; da visão científica do mundo, da sua criatividade; da sua autonomia intelectual e da sua preparação para o trabalho e a participação política e cultural na sociedade contemporânea.



Num primeiro trabalho, realizado em 2006, que visou a aplicação da sequência didática Protexualidade ao ensino de Matemática, apresentado no artigo científico Protexualidade Matemática (Fernandes. 2006), uma experiência de aplicação da Sequência didática. Notamos a necessidade de uma pequena adaptação da mesma para o ensino de física pois a abordagem teria que ser diferente e agregando ao vasto conhecimento do CERN sobre física de partículas para engrandecer a Protexualidade Física.

Porém, no trabalho desta dissertação, esta sequência de ensino foi perfeitamente aplicada em todas suas etapas. A principal razão, acreditamos, ser devido ao fato de termos trabalhado com o conteúdo atual e intrigante, que além da discussão teórica, havia uma forte necessidade de solução prática dos problemas do cotidiano do aluno.

Mostramos com esse trabalho, que o interesse produzido no aluno pela aplicação da Protexualidade Física durante as aulas foi crescente e sugere para os professores uma reflexão de mudança de comportamento dentro da sala



de aula.

Finalmente acreditamos que a aprendizagem significativa foi motivada nos alunos e que a Protexualidade Física foi a ferramenta utilizada para tal fim. Com isso visamos não somente validar a aplicação da Protexualidade no ensino de física, mas também acreditamos que as pesquisas sobre o tema devem ser continuadas e melhoradas.

Há uma busca pela conscientização dos alunos, sobre essa perspectiva Fernandes nos mostra que,

Mas o que se busca não é apenas a efetividade da aprendizagem desses conhecimentos. Em um ensino que visa o contexto no qual o aluno está inserido e a sua responsabilidade na transformação desse contexto, o objetivo principal deve ser o de conscientizá-lo desta incumbência. É isso que os diferentes métodos de ensino usados na educação, e especialmente no ensino de Ciências Naturais, devem provocar na criança quando pensamos numa proposta com base na pedagogia histórico-crítica.



A apresentação de imagens projetadas na tv, data show, e o programa Phet ter sido utilizado no celular, também foram ferramentas que se configuraram em uma forma de estimular os alunos, na etapa da APD, que é a aula Propriamente Dita, no nosso caso com o simulador, com o vídeo e a discussões em sala de aula, com a produção final que é o resultado compreendido da Protexualidade Física.

Quanto ao produto educacional apresentado nos Apêndices A e B, acreditamos que possa ajudar os professores e professoras à aplicação de uma sequência didática no ensino de física em particular no conteúdo de física de partículas, acreditamos também que a Protexualidade Física pode ser aplicada a qualquer ramo da física, galgando assim um caminho para uma melhor aprendizagem, pois este é o papel principal do professor.

Acreditamos que este produto será de grande apoio a compreensão em específico de física de partículas.

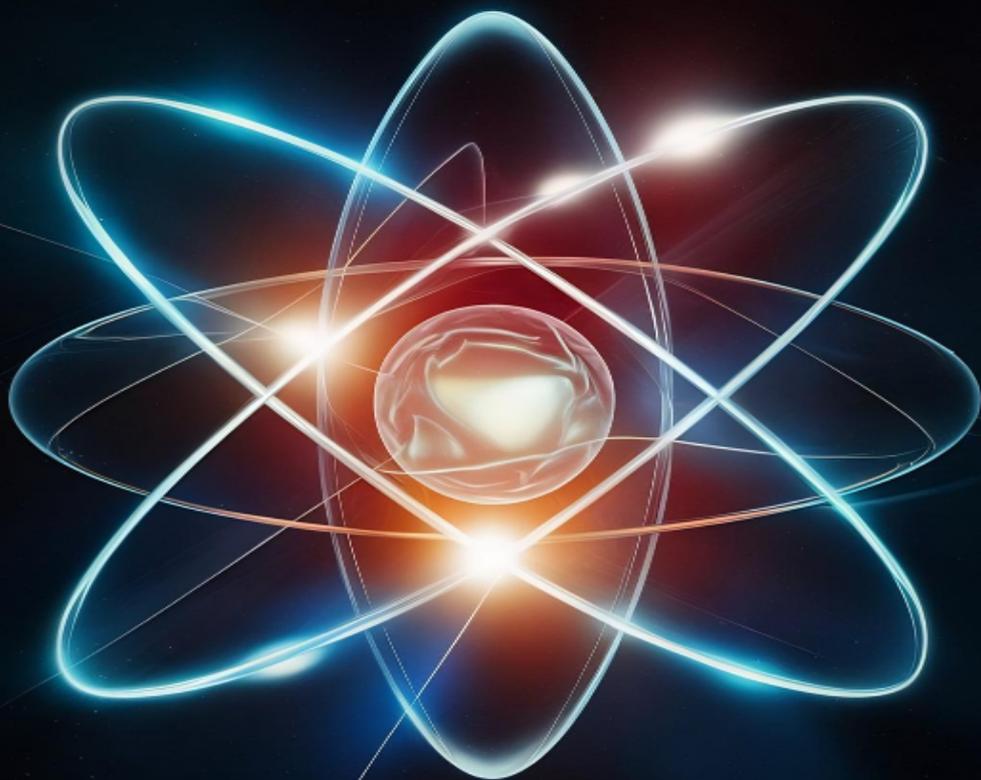
O subproduto que a protexualidade física em um formato mp3, que é um formato de mídia, apenas para ouvir, podendo dar uma contribuição para professores e



alunos com deficiência visual e mesmo assim se encantar com a física de partículas.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS



ASTI VERA, Armando. Metodologia da pesquisa científica. Trad. Maria Helena Guedes Crespo; Beatriz Marques Magalhães. 5. ed. Porto Alegre: Editora Globo, 1979. 223 p. Tradução de Metodología de la investigación.

ARCE, A. A formação de professores sob a ótica construtivista: primeiras aproximações e alguns questionamentos. In: DUARTE, N. (Org.). Sobre o construtivismo: contribuições a uma análise crítica. 2 ed. Campinas, SP : Autores Associados, 2005.

BAKHTIN, M. Marxismo e filosofia da linguagem. São Paulo : Editora Hucitec, 1997.

BRASIL. PCNM, ENSINO MÉDIO: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais, Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Secretaria de educação média e tecnológica - Brasília: MEC; SEMTEC, 2002.

BOYD, H. W. J.; WETFALL, R. Pesquisa mercadológica: texto e caso. Rio de Janeiro:Fundação Getúlio Vargas, 1964.

CAMBI, Franco. História da Pedagogia, 2ª Reimpressão. São Paulo: Editora UNESP, 1999.

CAPECCHI, M. C. V. M. Argumentação numa



aula de Física. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

CARRON, Wilson, GUIMARÃES, Osvaldo. As Faces da Física. v.único. 3ª ed. São Paulo, Moderna, 2007.

DIAS, Diogo: Representações feitas por Dalton de alguns dos elementos conhecidos na época segundo o seu Modelo Atômico de Dalton. Disponível em < <http://alunosonline.uol.com.br/quimica/teoria-atomica-john-dalton.html> > Acessado em: 12/07/2017

DUARTE, N. A individualidade para-si: contribuição a uma teoria histórico social da formação do indivíduo. Campinas, SP : Editora Autores Associados, 1993. DUARTE, N. Sociedade do conhecimento ou sociedade das ilusões?: quatro ensaios crítico-dialéticos em filosofia da educação. Campinas, SP : Autores Associados,2003.

DUARTE, N. (Org.). Sobre o construtivismo: contribuições a uma análise crítica. 2 ed. Campinas, SP : Autores Associados, 2005.

FERNANDES, G. P. Protectualidade Matemática. In Anais do SIPEMAT. Recife, Programa de Pós-Graduação em Educação-Centro de Educação – Universidade Federal de



Pernambuco, 2006, 11p.

FERNANDES, George Pimentel: Protexualidade-Matemática. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/230270238/FERNANDES-Protexualidade-atematica>> , Acessado em 15/07/ 2017.

FOGAÇA, Jennifer R. Vargas: Raios Catódicos sendo desviado devido à atração pelo polo positivo. Disponível em < <http://alunosonline.uol.com.br/quimica/experimento-thomson.html> > Acessado em: 12/07/2017.

FELTRE, R. Química Geral – 5ª Ed. – São Paulo: Moderna, 2000. p.87 – 90.

FREIRE, Paulo. Pedagogia da autonomia. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, Paulo. Pedagogia do Oprimido. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

FEYNMAN, Richard. Física em seis lições. Rio de Janeiro: Ediouro, 2004.

GASPAR, Alberto. Física, v. único. São Paulo: Editora Ática, 2001.



GASPAR, Alberto. Física, vol. 3. São Paulo: Editora Ática, 2001.

Geraldo, A. C. H. (2009). Didática de Ciências Naturais na perspectiva histórico-crítica. Campinas: Autores Associados.

HALLIDAY, RESNICK, WALKER; Fundamentos da Física, Vol. 1, 8ª Edição, LTC, 2009.

MARCONI, M. D. A.; LAKATOS, E. M. Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados. 3.ed. São Paulo: Atlas, 1996.

MARTINS, L. M.; MARSIGLIA, A. C. G. As perspectivas construtivista e históricocrítica sobre o desenvolvimento da escrita. Campinas: Autores Associados, 2015.

MÁXIMO, Antônio. ALVARENGA, Beatriz. Curso de Física, v.2. São Paulo: Scipione, 2000

MOREIRA, Marco Antônio. Mapas conceituais e Aprendizagem Significativa : Instituto de Física - UFRGS 2003



MOREIRA, Marco Antonio. Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares. 1 edição. São Paulo: Livraria da Física. 179p, 2012

NUSSENZVEIG, Herch Moysés. Curso de Física Básica – Fluidos, oscilações e ondas calor. v.2. 3ª ed. São Paulo, Edgard Blucher Ltda, 1999.

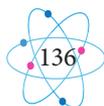
OLIVEIRA, Marta Khol de. Vigotski: aprendizado e desenvolvimento: um processo sócio-histórico. São Paulo: Scipione, 1997.

PISTRAK. Fundamentos da escola do trabalho. São Paulo : editora brasiliense, 1981.

PONCZEK, RL. Deus ou seja a natureza: Spinoza e os novos paradigmas da física [online]. Salvador: EDUFBA, 2009. 352 p. ISBN 978-85-232-0904-9. Available from SciELO Books

SAVIANI, D. A nova lei da educação: trajetória, limites e perspectivas. Campinas, SP : Autores Associados, 1998.

SAVIANI, D. Educação socialista, pedagogia histórico-crítico e os desafios da sociedade de classes. In: LOMBARDI, J. C. e SAVIANI, D. (Orgs.). Marxismo e educação: debates contemporâneos. Campinas, SP : Autores Associados, 2005.



SAVIANI, D. Pedagogia Histórico crítica. 11ª. ed. Autores associados 2011.

SAVIANI, D. Pedagogia histórico-crítica: primeiras aproximações. 8ª ed. Campinas, SP: Autores Associados, 2003.

SAVIANI, D. Pedagogia Histórico-Crítica: Primeiras Aproximações. 10 ed. rev. – Campinas, SP: Autores Associados. – (Coleção educação contemporânea) 2008

SAVIANI, Demerval. A Pedagogia no Brasil: história e teoria. Campinas, SP: Autores Associados, 2008. (Coleção memória da educação).

SAVIANI, D. Educação brasileira: Estrutura e sistema. 7ª ed., Campinas: Autores Associados, 1996.

SEARS, ZEMANSKY, Física, Vol 1, 10ª Edição, Pearson, 2003.

SERWAY, JEWETT, Princípios de Física, 1ª Edição, Vol 1, Thonson, 2006.

SUCHODOLSKI, B. Teoria marxista da educação. Lisboa : Editorial Estampa, 1976.



SCHRÖEDER, C.S. (2009). Educação a distância e mudança organizacional na Escola de Administração da UFRGS: uma teoria substantiva. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.

TRÓPIA , Patrícia. Resenha de: LOMBARDI, José Claudinei; SAVIANI, Demerval (orgs). Marxismo e educação: debates contemporâneos. Campinas: Autores Associados, 2005, 304 p.. Crítica Marxista, São Paulo, Ed. Revan, v.1, n.22, 2006, p.181-184.

VIGOTSKI, L. S. (1987). Thinking and speech (N. Minick, Trans.). In R. W. Rieber & A. S. Carton (Eds.), The collected works of L. S. Vigotski: Vol. 1. Problems of general psychology (pp. 39-285). New York: Plenum Press. (Original publicado em 1934)

VIGOTSKI, L. S. A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 4ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

VIGOTSKI, L.S. Pensamento e Linguagem. São Paulo: Ed. Martins Fontes, 1987.

VIGOTSKI, L. S. Pensamento e Linguagem. São Paulo: Martins Fontes, 2005.



VIGOTSKI, L. S. A Construção do pensamento e da linguagem. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

ZANELLA, A. V. Vygotski: contexto, contribuições à psicologia e o conceito de ZDP. Itajaí: Editora Univali, 2001.

<http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=13448-diretrizes-curiculares-nacionais-2013-pdf&Itemid=30192>, Acesso em 17/07/2017.

<<http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viienepec/pdfs/798.pdf>>, Acesso em 18/07/2017.

<<https://conceito.de/pedagogia>>, Acesso em 19/07/2017.

<<https://pedagogiaaopedaletra.com/pedagogia-origem>>, Acesso em 12/07/2017.

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414832017000300497&lng=pt&tlng=pt>, Acesso em 14/10/2017.

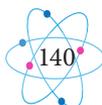


Do autor



Cicero Jackson Pinheiro Beserra

Embora tenha vindo ao mundo em Lavras da Mangabeira, Cicero Jackson Pinheiro Beserra, construiu laços tão profundos com Juazeiro do Norte que a cidade



o acolheu como um de seus filhos, concedendo-lhe o título de Cidadão Juazeirense. Filho de um agricultor e de uma professora. Engenheiro de formação, Físico por vocação e escritor por paixão. Apesar de formado na área de exatas e sempre gostar de números, inicialmente tinha dificuldade em escrever e colocar no papel seus pensamentos e sentimentos. Escreveu o primeiro livro em 2024. Com um trabalho inicial de dissertação não imaginava que dali sugeriria a latente vontade de escrever um livro: ‘Protectualidade Física’. Bacharel de Engenharia de Produção e Licenciado em Física, Especialista em Matemática e Mestre em ensino de Física, Professor de Física e Matemática da rede pública e privada de ensino na rede estadual do Ceará e darede municipal da cidade de Juazeiro do Norte no Ceará, atuoso como professor de Física e Cálculo na Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA), supervisor do PIBID em Física pela URCA e tutor de alunos de graduação em Física no Programa de Residência Pedagógica. Curso de Física de Partículas em Lisboa – Portugal no LIP (Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas), Curso



de Física de Partículas no CERN (Organização Europeia
para a Investigação Nuclear) - Genebra – Suíça.



Política e Escopo da Coleção de livros Estudos Avançados em Saúde e Natureza



A Estudos Avançados sobre Saúde e Natureza (EASN) é uma coleção de livros publicados anualmente destinado a pesquisadores das áreas das ciências exatas, saúde e natureza. Nosso objetivo é servir de espaço para divulgação de produção acadêmica temática sobre essas áreas, permitindo o livre acesso e divulgação dos escritos dos autores. O nosso público-alvo para receber as produções são pós-doutores, doutores, mestres e estudantes de pós-graduação. Dessa maneira os autores devem possuir alguma titulação citada ou cursar algum curso de pós-graduação. Além disso, a Coleção aceitará a participação em coautoria.

A nossa política de submissão receberá artigos científicos com no mínimo de 5.000 e máximo de 8.000 palavras e resenhas críticas com no mínimo de 5 e máximo de 8 páginas. A EASN irá receber também resumos expandidos entre 2.500 a 3.000 caracteres, acompanhado de título em inglês, abstract e keywords.

O recebimento dos trabalhos se dará pelo fluxo contínuo, sendo publicado por ano 4 volumes dessa coleção. Os trabalhos podem ser escritos em português, inglês ou espanhol.

A nossa política de avaliação destina-se a seguir os critérios da novidade, discussão fundamentada e revestida de relevante valor teórico - prático, sempre dando preferência ao recebimento de artigos com pesquisas empíricas, não rejeitando as outras abordagens metodológicas.

Dessa forma os artigos serão analisados através do mérito (em que se discutirá se o trabalho se adequa as propostas da coleção) e da formatação (que corresponde a uma avaliação do português e da língua estrangeira utilizada).

O tempo de análise de cada trabalho será em torno de dois meses após o depósito em nosso site. O processo de avaliação do artigo se dá inicialmente na submissão de artigos sem a menção do(s) autor(es) e/ou coautor(es) em nenhum momento durante a fase de submissão eletrônica. A menção dos dados é feita apenas ao sistema que deixa

em oculto o (s) nome(s) do(s) autor(es) ou coautor(es) aos avaliadores, com o objetivo de viabilizar a imparcialidade da avaliação. A escolha do avaliador(a) é feita pelo editor de acordo com a área de formação na graduação e pós-graduação do(a) professor(a) avaliador(a) com a temática a ser abordada pelo(s) autor(es) e/ou coautor(es) do artigo avaliado. Terminada a avaliação sem menção do(s) nome(s) do(s) autor(es) e/ou coautor(es) é enviado pelo(a) avaliador(a) uma carta de aceite, aceite com alteração ou rejeição do artigo enviado a depender do parecer do(a) avaliador(a). A etapa posterior é a elaboração da carta pelo editor com o respectivo parecer do(a) avaliador(a) para o(s) autor(es) e/ou coautor(es). Por fim, se o trabalho for aceito ou aceito com sugestões de modificações, o(s) autor(es) e/ou coautor(es) são comunicados dos respectivos prazos e acréscimo de seu(s) dados(s) bem como qualificação acadêmica.

A nossa coleção de livros também se dedica a publicação de uma obra completa referente a monografias, dissertações ou teses de doutorado.

O público terá terãõ acesso livre imediato



ao conteúdo das obras, seguindo o princípio de que disponibilizar gratuitamente o conhecimento científico ao público proporciona maior democratização mundial do conhecimento



Índice Remissivo



A

Alunos

página 21

página 80

página 116

página 118

F

Física

página 41

página 98

página 119

M

Método

página 32

página 43

página 103

página 128

P

Partículas

página 49

página 51

página 92

T

Tecnología

página 57

página 61

página 65



página 106



Esse novo volume tem uma proposta fundamental ao analisar de maneira didática como apresentar o conhecimento da física de partícula a estudantes de ensino médio, permitindo um aprofundamento da temática para esses estudantes.



Periodicojs
EDITORA ACADÊMICA

Jackson Pinheiro