

GRISCELE SOUZA DE JESUS SHIOTA

**FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO MÉDIO:
ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DE UM JOGO EM UMA SEQUÊNCIA
DIDÁTICA SOBRE PARTÍCULAS FUNDAMENTAIS E ELEMENTARES
NUMA PERSPECTIVA SÓCIO-HISTÓRICA**

CAMPO GRANDE, MS

2018

GRISCELE SOUZA DE JESUS SHIOTA

**FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO MÉDIO:
ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DE UM JOGO EM UMA SEQUÊNCIA
DIDÁTICA SOBRE PARTÍCULAS FUNDAMENTAIS E ELEMENTARES
NUMA PERSPECTIVA SÓCIO-HISTÓRICA**

Produto didático apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências, sob a orientação da Prof.^a Dra. Maria Inês de Affonseca Jardim e co-orientação da Prof.^a Dra. Carla Busato Zandavalli Maluf de Araújo.

CAMPO GRANDE, MS

2018

Sumário

1 APRESENTAÇÃO.....	4
2 BASES TEÓRICAS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	6
3 SEQUÊNCIA DIDÁTICA	7
5 REFERÊNCIAS	13
APÊNDICE	14
ANEXO.....	15

1 APRESENTAÇÃO

Este produto apresenta uma Sequência Didática (SD) como um dos resultados da pesquisa “Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio: análise da utilização de um jogo em uma sequência didática sobre partículas fundamentais e elementares numa perspectiva sócio-histórica”, que tem por objetivo subsidiar o trabalho do professor, no desenvolvimento do conteúdo de classificação e interação de partículas, mediante a utilização do jogo “Dominó das Partículas Fundamentais e Elementares” (Figura 1).



Fonte: Dominó das Partículas Fundamentais e Elementares.

Nota: Produto da pesquisa “Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio: análise da utilização de um jogo em uma sequência didática sobre partículas fundamentais e elementares numa perspectiva sócio-histórica”. Imagem captada por Ricardo Zanella, do estúdio Rickzanella fotografia.

Esta Sequência foi elaborada juntamente com professores de Física, após leitura minuciosa de planos de ensino sobre Tópicos de Física Moderna e Contemporânea, pesquisas em livros didáticos de terceiro ano do ensino médio, artigos e demais publicações sobre o tema.

Para a elaboração das atividades e da metodologia empregada nesta SD, foram definidos três eixos orientadores: (1) o desenvolvimento de estratégias que agucem a curiosidade dos estudantes quanto ao conteúdo proposto; (2) a implementação de abordagens que possam tornar o ensino de Física de Partículas mais prazeroso e contextualizado; (3) Performance didática que favoreça a

compreensão da teoria e a formulação de conceitos científicos fundamentais pelos alunos.

Abarcando temas estruturantes da Física Moderna e Contemporânea, as aulas foram planejadas de forma contextualizada, voltando-se principalmente para os estudos sobre partículas fundamentais e elementares no cotidiano, contemplando dentre outros aspectos: a avaliação diagnóstica inicial, problematização, aula conceitual investigativa e dialogada, atividades dirigidas, utilização do “Dominó das Partículas Fundamentais e Elementares” e verificação da aprendizagem.

Sendo assim, esta sequência foi planejada observando as características da abordagem Interativa/ Dialógica buscando o desenvolvimento de aulas não tradicionais, pois conforme orientações do Caderno de Formação, do Pacto Nacional pela Alfabetização na Idade Certa (PNAIC) sobre projetos didáticos e sequências didáticas:

Ao organizar a sequência didática, o professor poderá incluir atividades diversas como leitura, pesquisa individual ou coletiva, aula dialogada, produções textuais, aulas práticas, etc., pois a sequência de atividades visa trabalhar um conteúdo específico, um tema ou um gênero textual da exploração inicial até a formação de um conceito, uma ideia, uma elaboração prática, uma produção escrita. (BRASIL, 2012, p.21).

Nesse sentido, a sequência foi estruturada em 06 momentos de 45 minutos, com os seguintes temas: (1) modelo padrão e história da Física de Partículas; (2) classe de partículas; (3) propriedades das partículas e Leis de Conservação; (4) atualidades em Física de Partículas; (5) dominó de Partículas Fundamentais e Elementares (desenvolvimento do jogo); (6) dominó de Partículas Fundamentais e Elementares (questionário).

Vale destacar que, a utilização deste material, não se trata apenas de uma forma de organizar a aula com o referido conteúdo, mas sim de uma condução metodológica mais ampla para a discussão de uma série de fundamentos teóricos pertinentes ao assunto, atuando na Zona de Desenvolvimento Proximal do aluno, definida por Vygotsky (1989) como sendo a distância entre o nível de desenvolvimento real (aquilo que o sujeito já sabe e realiza com autonomia) e o nível de desenvolvimento potencial (de funções ainda não amadurecidas/ potencialidade para aprender).

O item a seguir apresenta o embasamento teórico desta Sequência Didática.

2 BASES TEÓRICAS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Com intuito de complementar e facilitar a aprendizagem de conceitos, conteúdos e desenvolver ou aprimorar habilidades, os jogos educacionais se colocam como ferramentas pedagógicas potencialmente lúdicas que fogem ao ensino tradicional pautado em livros, lousa e aulas em que o estudante é um mero expectador.

Segundo a teoria Vygotskyniana, jogos, brinquedos e brincadeiras possibilitam a articulação entre pensamento, linguagem, e representações simbólicas, pois com eles é possível socializar, tirar conclusões e concepções, aprender com os erros, se divertir, trabalhar aspectos afetivos, tomar decisões e ainda contextualizar tudo isso em um viés cultural.

O teórico enfatiza que o brinquedo cria uma Zona de Desenvolvimento Proximal na criança, pois “[...] contém todas as tendências do desenvolvimento sob forma condensada, sendo, ele mesmo, uma grande fonte de desenvolvimento”. (VYGOTSKY, 1989, p. 69). Aquilo que hoje está na zona de desenvolvimento proximal do indivíduo, amanhã será o seu nível de desenvolvimento real, pois aquilo que ora é realizado com assistência, outrora passará a ser realizado de forma autônoma, dada a consolidação de suas funções psicológicas.

É lícito observar que, embora o autor foque na importância do brinquedo na infância como meio de construção das representações simbólicas, tais representações não se extinguem na adolescência ou vida adulta, e o jogo (com outras funções e prioridades) continua a ser elemento mediador da aprendizagem.

Vale ressaltar que a atividade lúdica com caráter didático difere daquela realizada pelo aluno durante o lazer, e para isso, é importante que os docentes conheçam as técnicas e os objetivos de cada jogo ou brincadeira, e relacione seus conteúdos com o cotidiano, a fim de proporcionar subsídios para a formação de conceitos e construção de conhecimentos aos participantes.

Sendo assim, os jogos se mostram potencialmente interessantes para o processo de ensino e aprendizagem, principalmente em atividades que envolvem maior abstração dos conteúdos, como é o caso da física, por exemplo, pois além de trabalhar o raciocínio lógico-dedutivo, estimula a organização, concentração e desperta o interesse e o senso de cooperação nos alunos (PEREIRA, 2006).

A seguir será apresentada a Sequência Didática de forma detalhada.

3 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

I. Data:
II. Dados de Identificação: Escola: Professor (a): Disciplina: Ano: Turma: Período: Número de aulas: 06h/a
III. Tema: Física Moderna e Contemporânea: Partículas Fundamentais e Elementares
IV. Apresentação <p>Na Física Moderna e Contemporânea o conteúdo de Partículas Elementares proporciona um maior conhecimento do mundo em que vivemos, a partir da compreensão de suas interações com a matéria, que nos permitem inclusive, entender as novas tecnologias.</p> <p>Partindo dessas considerações, este material foi desenvolvido com o propósito de auxiliar o professor durante a mediação em suas aulas, promovendo intercâmbios de ideias e interação entre/com os alunos, com o objetivo de fornecer subsídios e atuar como instrumento para construção de saberes necessários ao desenvolvimento do jogo: “Dominó das Partículas Fundamentais e Elementares”.</p> <p>Para que as práticas sejam realizadas de maneira eficaz, de forma a ilustrar e complementar o aprendizado dos alunos, esta sequência traz como objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none">- Dialogar sobre as principais partículas fundamentais e elementares do universo, seus modelos de arranjos e agrupamentos;- Aprimorar a capacidade crítica, analítica e argumentativa dos educandos, relacionadas à temática de Física Moderna e Contemporânea;- Valorizar os conhecimentos prévios dos estudantes, apresentando e contextualizando com conceitos científicos;- Proporcionar o diálogo sobre curiosidades e atualidades pertinentes ao assunto;- Apresentar e jogar o Dominó das Partículas Fundamentais e Elementares;- Coletar as percepções dos alunos sobre o material proposto; <p>Para tanto, esta Sequência Didática está estruturada em momentos teóricos e práticos, dispostos nos itens:</p> <p>Quadro Sintético de Aulas: Apresentação de forma sucinta do conteúdo a ser explorado, os objetivos a serem alcançados pelos alunos, a síntese metodológica e a previsão de recursos utilizados para cada aula específica;</p> <p>Metodologia: Descrição aula a aula em detalhes, com o passo-a-passo das ações a serem</p>

desenvolvidas;

Recursos didáticos: Materiais necessários para execução da sequência de forma geral.

Avaliação: Aspectos utilizados para a verificação da aprendizagem por parte dos professores.

Bibliografia: Material consultado para a elaboração das atividades propostas.

Vale destacar que as aulas aqui estruturadas são flexíveis à didática do (a) professor (a), podendo contar com sua criatividade para aplicá-las e enriquecê-las.

Bom trabalho!

V. Quadro Sintético de aulas:

Aula	Conteúdo	Objetivo	Metodologia	Recursos
01	Modelo padrão e história da Física de Partículas	<ul style="list-style-type: none">- Indicar os conhecimentos prévios sobre Física de Partículas.- Associar os conhecimentos levantados aos conceitos científicos sobre o assunto.	<ul style="list-style-type: none">- Sondagem, problematização, e roda de conversa sobre contexto histórico da Física de Partículas;- Exibição do vídeo (link no item VI).	<ul style="list-style-type: none">- Datashow;- Caixa de Som;- Vídeo.
02	Classe de partículas	<ul style="list-style-type: none">- Compreender a classificação das partículas, diferenciando-as entre fundamentais e elementares.	<ul style="list-style-type: none">- Aula conceitual, expositiva e dialogada sobre quarks, léptons; mediadores; hádrons, bárions e mésons.	<ul style="list-style-type: none">- Datashow;- Caixa de Som;- Banner;- Lousa;- Canetão/Giz.
03	Propriedades das partículas e Leis de Conservação	<ul style="list-style-type: none">- Apreender os conceitos fundamentais de propriedade e interação das partículas.- Registrar os conhecimentos construídos em atividade escrita.	<ul style="list-style-type: none">- Conversa dirigida e apresentação de conceitos sobre massa/ energia, carga elétrica e spin.- Atividades de registro.	<ul style="list-style-type: none">- Datashow- Caixa de Som- Lousa;- Canetão/Giz;- Material de escrita;- Atividades impressas.
04	Atualidades em Física de Partículas	<ul style="list-style-type: none">- Reconhecer e revisar os conceitos já estudados, lembrando o conteúdo da aula anterior.- Levantar e dialogar sobre curiosidades e atualidades	<ul style="list-style-type: none">- Retomada dos conteúdos estudados;- Levantamento e apresentação de curiosidades sobre oscilação	<ul style="list-style-type: none">- Datashow- Caixa de Som- Lousa;- Canetão/Giz;

		pertinentes ao assunto.	dos Neutrinos, matéria e energia escura, simetria entre matéria e antimatéria.	- Banner.
05	Dominó de Partículas Fundamentais e Elementares	- Compreender as regras e o funcionamento do jogo proposto. - Associar os conceitos estudados à execução do jogo, complementando seus conhecimentos e socializando com os pares.	- Exposição das regras do jogo; - Aplicação do jogo.	- Datashow; - Banner; - Dominó.
06	Dominó de Partículas Fundamentais e Elementares	- Associar os conceitos estudados à execução do jogo, complementando seus conhecimentos e socializando com os pares. - Avaliar e criticar o jogo mediante ao questionário de percepções.	- Jogo - Resolução do questionário de percepções.	- Dominó; - Folhas de questionário impressas; - Material de escrita.

VI. Metodologia: Descrição aula a aula:

Aula 01- 45'

Conteúdo: Modelo padrão e história da Física de Partículas.

1ª Etapa: 15' - Nesta etapa será realizada a sondagem oral com a turma, na qual os professores deverão levantar os seus conhecimentos reais sobre Modelo Padrão, Física Moderna e Contemporânea, Física de Partículas, partículas fundamentais e elementares e sua aplicação no cotidiano.

Algumas perguntas poderão ser dirigidas, ou não, conforme a participação dos alunos e a evolução da conversa, por exemplo:

- Você sabe o que é uma partícula? Onde podemos encontrá-las? Já ouviu falar em Modelo Padrão?

Ao levantar os questionamentos e curiosidades dos alunos, o (a) professor (a) dará pistas para que se aproximem dos conceitos definidos pela ciência, abrindo espaço para perguntas e colocações dos estudantes sobre.

15' - Em seguida será feita uma contextualização oral do que foi levantado com a história da descoberta das partículas elementares e com o CERN (*Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire*) maior laboratório de física de partículas do mundo, localizado em Meyrin, na região em Genebra, na fronteira Franco-Suíça.

2ª Etapa: 15' - Para fechar a primeira fase da aula será apresentado superficialmente o banner "Interações Fundamentais e Partículas Elementares" de Ostermann e Cavalcanti (2011) (Anexo A),

que servirá de material-base para as demais aulas. Na sequência será exibido o vídeo produzido para o Curso de Licenciatura em Ciências da Universidade de São Paulo - USP / Univesp TV, denominado “Licenciatura em Ciências: Partículas Elementares” (<https://www.youtube.com/watch?v=bpK4bDAm58s>), com a duração de 09 (nove) minutos e 39 (trinta e nove) segundos. Após, o (a) professor (a) mediará discussões e coletará os apontamentos dos alunos.

Aula 02 - 45'

Conteúdo: Classe de partículas

1ª Etapa: 20' – Para esta etapa o (a) professor (a) retomará o conteúdo da aula anterior anotando na lousa as palavras-chave do que for lembrado, aprofundando-se nos conteúdos dispostos na primeira parte do banner, buscando promover associações do que foi revisado com os novos conceitos apresentados. A qualquer momento os alunos poderão dar suas contribuições sobre o assunto, que abordará quarks, léptons e mediadores, exibidos na forma de slides, com imagens e exemplos práticos.

2ª Etapa: 25' - A aula seguirá para a segunda parte com a mesma dinâmica, só que desta vez acrescentando os hádrons, bárions e mésons. Se quiserem/ puderem os alunos poderão usar o telefone celular para buscar mais dados sobre o que estará sendo discutido. Finalizando esta fase o (a) professor (a) apresentará um simulador virtual de partículas, levantando questionamentos na lousa com os alunos.

Aula 03 - 45':

Conteúdo: Propriedades das partículas e Leis de Conservação.

1ª Etapa: 20' - Nesta etapa deverão ser retomados os conceitos da aula anterior, e introduzidos novos saberes sobre massa/ energia, carga elétrica e spin das partículas. O momento será ilustrado na forma de slides e dialogado com os alunos. Além da parte conceitual a turma será orientada a discutir sobre a aplicação, as ligações e as trocas relacionadas a esses elementos.

2ª Etapa: 25' Após as discussões e contextualizações, o grupo realizará a atividade sugerida no banner “Interações Fundamentais e Partículas Elementares” (Apêndice A), disponíveis em folhas impressas. Os registros que incluem classificar, nomear e definir quarks, léptons, mediadores, hádrons, bárions e mésons são orientações e sugestões já testadas e validadas por Ostermann e Cavalcanti (2011) em seu trabalho intitulado “Pôster para ensinar Física de Partículas. Na sequência as questões deverão ser apresentadas pelos alunos e corrigidas coletivamente, podendo ser reorganizadas, se necessário. Os estudantes serão orientados a pesquisar mais sobre a temática e trazer contribuições na próxima aula.

Aula 04 - 45':

Conteúdo: Atualidades em Física de Partículas

1ª Etapa: 20' - Para esta etapa será retomado o conteúdo da aula anterior, na qual os alunos deverão refletir sobre o que aprenderam o momento e trocar suas experiências de forma coletiva numa roda de conversa. Seus registros da atividade anterior bem como a pesquisa realizada poderão ser socializados oralmente, para incrementar as discussões sobre o que foi visto até então.

2ª Etapa: 25' - Nesta fase o (a) professor (a) apresentará curiosidades em forma de slides com tópicos, imagens e perguntas sobre oscilação dos neutrinos, matéria e energia escura, simetria matéria-antimatéria, problematizando, contextualizando e colhendo relatos de conhecimentos prévios dos alunos sobre a temática. Feito isso, com o auxílio do banner a turma revisitará alguns conceitos já estudados para então seguir para a próxima fase, que envolve o domínio.

Aula 05 - 45':

Conteúdo: Dominó de Partículas Fundamentais e Elementares

1ª Etapa: 10' - Nesta etapa serão apresentadas as regras e fundamentos do jogo, com um tutorial exemplificando passo-a-passo de como jogar o dominó. Ele ainda irá apontar quais os conceitos serão trabalhados na prática para que os alunos observem e troquem com os seus pares conforme forem construindo conhecimentos sobre a nomenclatura e a classificação das partículas.

2ª Etapa: 35' – Divididos em trios ou duplas, os participantes deverão iniciar e finalizar as partidas, quantas vezes quiserem/ puderem. A mediação poderá ser feita por algum colega que tenha compreendido o conteúdo do jogo, não necessariamente pelo professor (a). Este último também deverá fazer questionamentos sobre o que foi estudado, estimulando que os alunos estabeleçam relações com o conteúdo das aulas anteriores. Durante a interação, os grupos terão autonomia para iniciar e terminar as partidas conforme as regras estabelecidas.

Aula 06 - 45':

Conteúdo: Dominó de Partículas Fundamentais e Elementares

1ª Etapa: 20' - Continuação da execução do jogo, porém com a troca dos componentes do grupo.

2ª Etapa: 10' – Nesta fase o (a) professor (a) irá conversar com os alunos sobre a prática desenvolvida e explicará a forma de preenchimento do questionário de percepções sobre o material apresentado nas aulas.

15' – Neste momento os estudantes deverão preencher anonimamente o questionário de percepções, que avalia o jogo e os procedimentos realizados pelo professor durante os momentos didáticos.

VII. Recursos didáticos:

- Datashow;
- Caixa de Som;
- Vídeo;
- Banner;
- Lousa;
- Canetão/Giz;
- Material de escrita;
- Atividades impressas;
- Dominó;
- Folhas de questionário impressas;

VIII. Avaliação:

A verificação da aprendizagem por parte dos professores será feita de forma contínua e cumulativa, considerando a participação e o interesse dos alunos nas atividades propostas.

IX. Bibliografia:

Básica:

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

Vídeo: “Licenciatura em Ciências: Partículas Elementares”, disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=bpK4bDAm58s>>. Acessado em 12/06/2017.

Complementar:

TORRES, C. M. A. et al. Física: ciência e tecnologia. São Paulo: **Moderna**, v. 3, 2010.

5 REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Apoio à Gestão Educacional. **Pacto nacional pela alfabetização na idade certa: alfabetização em foco: projetos didáticos e sequências didáticas em diálogo com os diferentes componentes curriculares: ano 03, unidade 06.** Brasília, 2012.

PEREIRA, R. F. **Os jogos na educação.** In: NEVES, M. C. D.; PEREIRA, R. F. (org.). *Divulgando a ciência: de brinquedos, jogos e do vôo humano*, Maringá: Massoni, 2006.

VYGOTSKI, L. S. A formação social da mente. **Psicologia**, v. 153, p. V631, 1989.

APÊNDICE A



Data: ____/____/____

Aluno (a) _____

Disciplina: _____

Professor (a) _____

ATIVIDADE

1. Observe a tabela a seguir:

Tabela 11: Resumo do Modelo Padrão das Partículas Elementares

Matéria								Antimatéria								
		I		II		III				I		II		III		
Quarks	Up	u	+2/3	Charm	+2/3	Top/Truth	+2/3	Anti-Quarks	\bar{u}	-2/3	Anti-charm	-2/3	Anti-top/ Truth	-2/3		
		d	-1/3	Strange	-1/3	Bottom/ Beauty	-1/3		\bar{d}	+1/3	Anti-strange	+1/3	Anti-Bottom/ Boson	+1/3		
		s	-1/3	Bottom/ Beauty	-1/3	Top/Truth	+2/3		\bar{t}	-2/3	Anti-Top/ Truth	-2/3	Anti-Bottom/ Beauty	-1/3		
	Léptons	e	-1	Múon	-1	Tau	-1	Anti-Léptons	e^+	+1	Anti-múon	+1	Anti-tau	+1		
		ν_e	0	Neutrino do Múon	0	Neutrino do Tau	0		$\bar{\nu}_e$	0	Anti-Neutrino do Múon	0	Anti-Neutrino do Tau	0		
		ν_μ	0	Neutrino do Elétron	0	Anti-Neutrino do Elétron	0		$\bar{\nu}_\mu$	0	Anti-Neutrino do Múon	0	Anti-Neutrino do Tau	0		
Bósons	Fóton	0	0	1	1	<10 ⁻¹⁸	Elm	Legenda	Nome	Up	+2/3	Carga	Múon	-1		
	Gluão	0	0	1	1	<10 ⁻¹⁶	Car Mev		Cores	Vermelho	+2/3		Verde	-1/3	Azul	-2/3
	W ⁺	+1	1	1	1	80 GeV	Car Mev		Vermelho	Vermelho	+1		Azul	-1	Verde	0
	Z ⁰	0	1	1	1	90 GeV	Car Mev		Azul	Azul	0		Verde	0	Vermelho	0

É possível verificar que a Tabela está dividida em quatro seções. As duas seções superiores listam um total de 24 partículas elementares. É preciso utilizar informação destas duas seções para responder às seguintes questões.

1. As duas seções superiores intitulam-se _____ e _____
 2. Considere somente o lado esquerdo da tabela intitulado "Matéria". Esta categoria está subdividida em dois grupos de 6 partículas. Estes grupos de partículas são chamados de _____ e _____
 3. Liste os seis sabores de quarks:

 4. Liste os seis sabores de léptons:

 5. O símbolo para cada quark é _____
 6. Escreva os símbolos das seguintes partículas: quark up _____ quark down _____ quark top _____ quark charm _____ quark strange _____
 7. Observe a parte dos léptons na tabela: seus símbolos (exceto para o elétron) são letras gregas. Preencha os símbolos abaixo:
Léptons: múon _____ tau _____ neutrino _____
- Se existem três neutrinos diferentes, como seus símbolos os distinguem?

 - Escreva o símbolo do neutrino do elétron _____

Fonte: Ostermann, Fernanda. Partículas elementares e interações fundamentais I. Porto Alegre: Instituto de Física - UFRGS, 2001. 74 p.: il. (Textos de apoio ao professor de física; n. 12).

ANEXO A

“Um pôster para ensinar Física de Partículas nas escolas”

INTERAÇÕES FUNDAMENTAIS E PARTÍCULAS ELEMENTARES

QUARKS

Quark	Carregamento Elétrico	Carregamento Fraco	Carregamento de Cor
u	2/3	1/6	1/3
d	1/3	1/6	2/3
s	1/3	1/6	0
c	2/3	1/6	0
b	1/3	1/6	0

LÉPTONS

Lépton	Carregamento Elétrico	Carregamento Fraco	Carregamento de Cor
e	-1	1/2	0
μ	-1	1/2	0
τ	-1	1/2	0
ν_e	0	1/2	0
ν_μ	0	1/2	0
ν_τ	0	1/2	0

PARTEÍCULAS FUNDAMENTAIS

QUARKS, LÉPTONS, PARTÍCULAS MEDIADORAS

PARTEÍCULAS MEDIADORAS

Interação	Partícula	Carregamento Elétrico	Carregamento Fraco	Carregamento de Cor
Gravitacional	Graviton	0	0	0
Eléctromagnética	γ	0	0	0
Fraca	W^+ , W^- , Z^0	±1, 0	±1/2, 0	0
Forte	Glúons	0	0	1/3

INTERAÇÕES FUNDAMENTAIS

Gravitacional, Eléctromagnética, Fraca, Forte

HADRONS

Hadron	Quarks	Carregamento Elétrico	Carregamento Fraco	Carregamento de Cor
n	u, d, d	1/6	1/2	0
p	u, u, d	2/3	1/2	0
Λ	u, d, s	1/6	1/2	0
Σ^+	u, u, s	2/3	1/2	0
Σ^0	u, d, s	1/6	1/2	0
Σ^-	d, d, s	-2/3	1/2	0
Ξ^0	u, s, s	1/6	1/2	0
Ξ^-	d, s, s	-2/3	1/2	0

MEZÔNOS

Mezônio	Quarks	Carregamento Elétrico	Carregamento Fraco	Carregamento de Cor
π^+	u, \bar{d}	2/3	1/2	0
π^0	$\frac{1}{\sqrt{2}}(u\bar{u} - d\bar{d})$	0	0	0
π^-	d, \bar{u}	-1/3	1/2	0
K^+	u, \bar{s}	2/3	1/2	0
K^0	$\frac{1}{\sqrt{2}}(u\bar{d} + d\bar{u})$	0	0	0
K^-	s, \bar{u}	-1/3	1/2	0
K_S^0	$\frac{1}{\sqrt{2}}(d\bar{s} + s\bar{d})$	0	0	0
K_L^0	$\frac{1}{\sqrt{2}}(d\bar{s} - s\bar{d})$	0	0	0

DA SEQUÊNCIA PARA A DÍLATAÇÃO

$n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e$

DECAIMENTO DO PÍON

$\pi^0 \rightarrow \gamma + \gamma$

INTERAÇÃO FORTA

Um quark e um antiquark se aniquilam em um glúon, que se transforma em um par quark-antiquark.

PROPRIEDADES DAS INTERAÇÕES FUNDAMENTAIS

Propriedade	Gravitacional	Fraca	Eléctromagnética	Forte
Alcance	Infinito	~10 ⁻¹⁶ m	Infinito	~10 ⁻¹⁵ m
Intensidade	~10 ⁻³⁸	~10 ⁻¹⁶	~10 ⁻²	1
Carregamento	Massa	Isospin	Carga eléctrica	Carga de cor
Partículas mediadoras	Graviton	W^+ , W^- , Z^0	γ	Glúons
Partículas mediadoras	Graviton	W^+ , W^- , Z^0	γ	Glúons
Partículas mediadoras	Graviton	W^+ , W^- , Z^0	γ	Glúons
Partículas mediadoras	Graviton	W^+ , W^- , Z^0	γ	Glúons

A Interação Forte

Um quark e um antiquark se aniquilam em um glúon, que se transforma em um par quark-antiquark.

Carregamento de cor

Um quark e um antiquark se aniquilam em um glúon, que se transforma em um par quark-antiquark.

Fonte: Ostermann e Cavalcanti (2001)