

JOGO DE CARTAS PARA ENSINO DE
FÍSICA DAS PARTÍCULAS
ELEMENTARES E SUAS INTERAÇÕES.

Welf Araujo Costa Sá

Orientador:
Jaime Fernando Villas da Rocha

Apresentação

Este trabalho trata da elaboração e da aplicação de um jogo didático, em forma de um baralho nomeado “Desembaralhando os Quarks” em torno da Física de Partículas, envolvendo quatro turmas do Ensino Médio de uma escola estadual.

Estruturação da Apresentação:

- O jogo na educação.
- Os jogos de cartas.
- Física Explorada no Jogo.
- A metodologia aplicada

Estruturação da Apresentação

- As Conclusões e as Recomendações Pertinentes.
- Apresentação, descrição e regras gerais do baralho (Desembaralhando os Quarks).
- As considerações finais.
- As bibliografias e as referências utilizadas.

O Jogo na Educação

No contexto pedagógico, MACHADO (1992) faz uma análise do papel do jogo nas atividades pedagógicas em três dimensões:

- *A lúdica*, que enfatiza o divertimento, as estratégias de vitória;
- *A cognitiva*, convergindo para os conteúdos específicos e formação de conceitos e fixação de técnicas operatórias;
- *A social*, que compreende os fenômenos da comunicação e os conflitos sócio-cognitivos

Barreiras Implantadas no Ambiente Escolar

Ainda nos dias de hoje carrega-se em nosso senso comum uma herança dos tempos onde os jogos eram conhecidos como imorais, profanos e até perseguidos pelas autoridades como destacado por ALMEIDA (1987) e DUFLO (1999) e, portanto, nesta perspectiva, uma ferramenta que não é capaz de lidar com lições morais e até sendo uma perda de tempo de estudo, prejudicando o desenvolvimento cognitivo do aluno.



O Jogo na Educação

- Aplicar o jogo como ferramenta educacional deve lidar com as vantagens e possíveis desvantagens que podem vir acarretar. . (citado, em Cruz,2012: 22). [Pereira 2013]

Vantagens	Desvantagens
<p>Fixação de conceitos já aprendidos de uma forma motivadora para o aluno.</p> <p>Introdução e desenvolvimento de conteúdos de difícil compreensão.</p> <p>Desenvolvimento de estratégias de resolução de problemas.</p> <p>Aprender a tomar decisões e saber avaliá-las.</p> <p>O jogo requer a participação ativa do aluno na construção do seu próprio conhecimento.</p> <p>O jogo favorece a socialização entre alunos e a conscientização do trabalho em equipa como propicia o relacionamento e a interdisciplinaridade.</p> <p>A utilização dos jogos é um fator de interesse para os alunos.</p> <p>Entre outras coisas, o jogo favorece o desenvolvimento da criatividade, de senso comum, da participação, da competição saudável, da observação, das várias formas de uso de linguagem e a “conquista” do prazer em aprender.</p> <p>As atividades com jogos podem ser utilizadas para reforçar ou recuperar habilidades de que os alunos necessitam ... Identificar, diagnosticar alguns erros de aprendizagem, as atitudes e as dificuldades dos alunos.</p>	<p>Quando os jogos são mal utilizados, existe o perigo de dar ao jogo um caráter puramente aleatório, tornando-se um “apêndice” em sala de aula.</p> <p>O tempo gasto com as atividades de jogo em sala de aula é maior e, se o professor não estiver preparado, pode existir um sacrifício de outros conteúdos pela falta de tempo.</p> <p>A perda de “ludicidade” do jogo pela interferência constante do professor, destruindo a essência do jogo.</p> <p>As falsas concepções de que devem ensinar todos os conceitos através dos jogos.</p> <p>A dificuldade de acesso e disponibilidade de materiais e recursos sobre o uso de jogos no ensino.</p> <p>A coerção do professor, exigindo que o aluno jogue, mesmo que ele não queira, destruindo a voluntariedade pertencente à natureza do jogo.</p>

Para captar uma atenção e vontade de jogar do aluno, exploramos a propriedade do jogo de cunho sócio-cultural que é identificado nos *formatos* e nos *tipos* de jogos já existentes e explorado naquele meio social e cultural.

FORMATOS DE JOGOS	TIPOS DE JOGOS
jogos de cartas; jogos de dados; jogos de tabuleiros; jogos eletrônicos; jogos corporais; jogos de computadores; jogos de papel e caneta; jogos de montar; jogos com sons e luzes; jogos matemáticos	de construção, de treinamento, estratégico, de aprofundamento, jogos motores, cognitivos, competitivos, cooperativos, individuais e em grupo

Os Jogos de Cartas

Temos nas Cartas uma das inspirações para aplicação do produto proposto e apresentado nesta dissertação, pois esse tipo de jogo é bem conhecido e jogado pela comunidade escolar com muita frequência.

Como todos os jogos, os jogos de cartas podem desenvolver habilidades operacionais nos jogadores como: ato de refletir, de criar, de conceituar, de interagir, de especificar, de ajuizar, de discriminar, de revisar, de descobrir, de levantar hipóteses etc... que são habilidades adquiridas ou necessárias no desenvolvimento do jogo e não especificamente no conteúdo do jogo. Sendo assim, os jogos se constituem em um bom campo para ser explorado nas áreas do Ensino e da Educação.

Física Explorada no Jogo



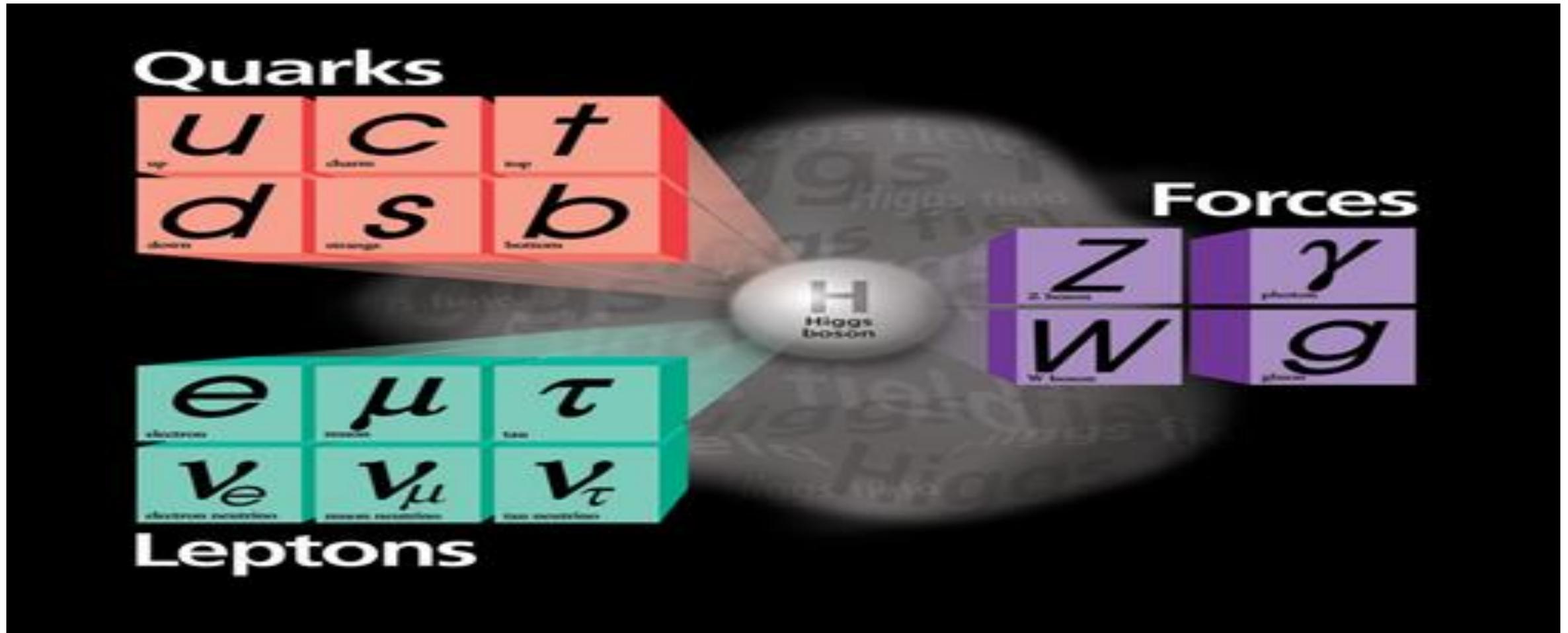
Física Explorada no Jogo

A Física das Partículas Elementares e suas interações.

Explora a formação dos prótons, nêutrons e dos átomos de hidrogênio e seus isótopos através do conhecimento do Modelo Padrão de Partículas (MP).

O MP é uma teoria que não tem mais como menores partículas da matéria os átomos com os elétrons e seu núcleo de próton e nêutrons, e sim os seus constituintes, os *quarks*, os *léptons* e os *bósons* e as suas *interações* e campos de força.

Representação gráfica do modelo padrão onde vemos todas as partículas fundamentais se originando do bóson de Higgs.



Modelo Padrão

massa →	$\approx 2.3 \text{ MeV}/c^2$	$\approx 1.275 \text{ GeV}/c^2$	$\approx 173.07 \text{ GeV}/c^2$	0	$\approx 126 \text{ GeV}/c^2$
carga →	2/3	2/3	2/3	0	0
spin →	1/2	1/2	1/2	1	0
	u up	c charm	t top	g glúon	H bóson de Higgs
QUARKS	$\approx 4.8 \text{ MeV}/c^2$	$\approx 95 \text{ MeV}/c^2$	$\approx 4.18 \text{ GeV}/c^2$	0	
	-1/3	-1/3	-1/3	0	
	1/2	1/2	1/2	1	
	d down	s strange	b bottom	γ fóton	
	$0.511 \text{ MeV}/c^2$	$105.7 \text{ MeV}/c^2$	$1.777 \text{ GeV}/c^2$	$91.2 \text{ GeV}/c^2$	
	-1	-1	-1	0	
	1/2	1/2	1/2	1	
	e elétron	μ múon	τ tau	Z bóson Z	
LÉPTONS	$< 2.2 \text{ eV}/c^2$	$< 0.17 \text{ MeV}/c^2$	$< 15.5 \text{ MeV}/c^2$	$80.4 \text{ GeV}/c^2$	
	0	0	0	±1	
	1/2	1/2	1/2	1	
	ν_e neutrino do elétron	ν_μ neutrino do múon	ν_τ neutrino do tau	W bóson W	
					BÓSONS DE CALIBRE

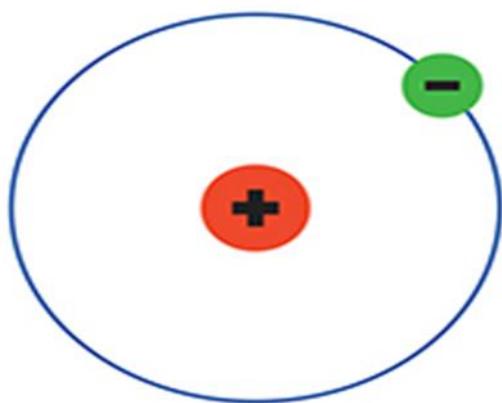
As partículas que formam o modelo do átomo e suas interações.

$\approx 2.3 \text{ MeV}/c^2$ 2/3 1/2 u up	$\approx 1.275 \text{ GeV}/c^2$ 2/3 1/2 c charm	$\approx 173.07 \text{ GeV}/c^2$ 2/3 1/2 t top	0 0 1 g glúon
$\approx 4.8 \text{ MeV}/c^2$ -1/3 1/2 d down	$\approx 95 \text{ MeV}/c^2$ -1/3 1/2 s strange	$\approx 4.18 \text{ GeV}/c^2$ -1/3 1/2 b bottom	0 0 1 γ fóton
0 -1 1/2 e elétron	105.7 MeV/c ² -1 1/2 μ múon	1.777 GeV/c ² -1 1/2 τ tau	91.2 GeV/c ² 0 1 Z bóson Z
<2.2 eV/c ² 0 1/2 ν_e neutrino do elétron	<0.17 MeV/c ² 0 1/2 ν_μ neutrino do múon	<15.5 MeV/c ² 0 1/2 ν_τ neutrino do tau	80.4 GeV/c ² ± 1 1 W bóson W

Os átomos são formados de *prótons*, *nêutrons* (bárions), *elétrons* (léptons) e suas *interações* (bósons)

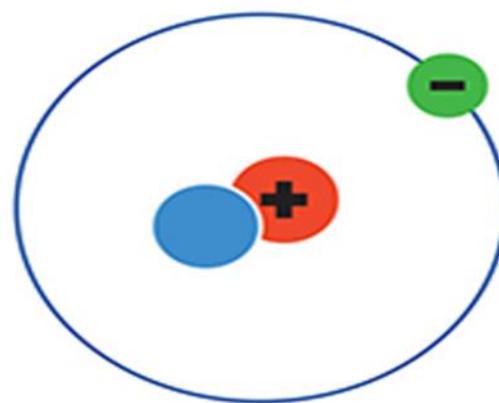
Os **elétrons** como uma partícula fundamental interagem com o núcleo e os outros átomos através dos **fótons** (bóson).

Formação do modelo do isótopo de hidrogênio



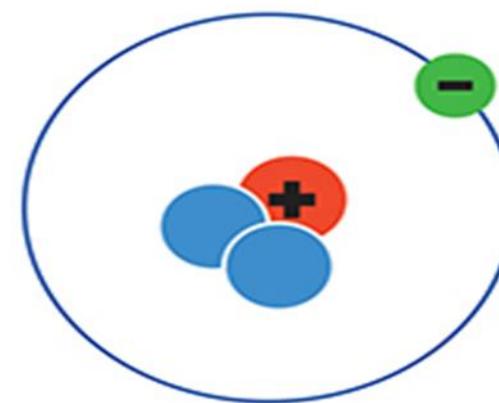
HIDRÓGENO ${}^1_1\text{H}$

1 próton
1 elétron



DEUTÉRIO ${}^2_1\text{H}$

1 próton
1 elétron
1 nêutron



TRÍTIO ${}^3_1\text{H}$

1 próton
1 elétron
2 nêutrons

O MODELO PADRÃO DAS PARTÍCULAS E INTERACÇÕES FUNDAMENTAIS

O Modelo Padrão é uma teoria quântica que resume o nosso conhecimento actual da física das partículas e interações fundamentais (as interações manifestam-se através das forças e dos decaimentos das partículas instáveis).

FERMIÕES

constituintes da matéria
spin = 1/2, 3/2, 5/2, ...

Leptões spin = 1/2			Quarks spin = 1/2		
Sabor	Massa GeV/c ²	Carga Eléctrica	Sabor	Massa Aprox. GeV/c ²	Carga Eléctrica
ν_L neutrino* mais leve	$(0-2) \times 10^{-9}$	0	u up	0.002	2/3
e electrão	0.000511	-1	d down	0.005	-1/3
ν_M neutrino* intermédio	$(0.009-2) \times 10^{-9}$	0	c charm	1.3	2/3
μ muão	0.106	-1	s strange	0.1	-1/3
ν_H neutrino* pesado	$(0.05-2) \times 10^{-9}$	0	t top	173	2/3
τ tau	1.777	-1	b bottom	4.2	-1/3

*Ver em baixo o parágrafo sobre neutrinos.

Spin é o momento angular intrínseco das partículas. O spin é dado em unidades de \hbar , que é a unidade quântica de momento angular, com $\hbar = h/2\pi = 6.58 \times 10^{-25}$ GeV s = 1.05×10^{-34} J s.

Cargas eléctricas são dadas em unidades de carga eléctrica do protão. Em unidades SI, a carga eléctrica do protão é 1.60×10^{-19} coulomb.

A unidade de **Energia** em física de partículas é o electrão-volt (eV), a energia ganha por um electrão ao atravessar a diferença de potencial de um volt. **Massas** são dadas em GeV/c² ($E = mc^2$) em que $1 \text{ GeV} = 10^9 \text{ eV} = 1.60 \times 10^{-10}$ joule. A massa do protão é $0.938 \text{ GeV}/c^2 = 1.67 \times 10^{-27}$ kg.

Neutrinos

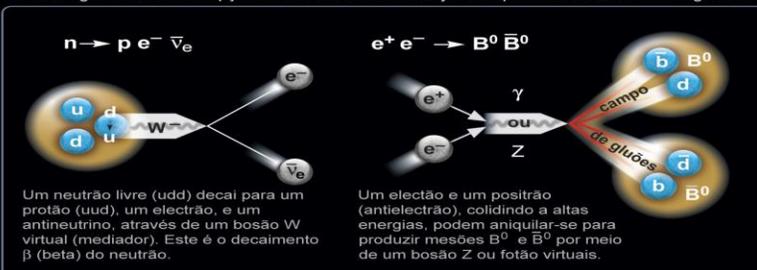
Os neutrinos são produzidos no Sol, supernovas, reactores nucleares, colisões em aceleradores, e muitos outros processos. Qualquer neutrino pode ser descrito como um de três estados de sabor de neutrinos: ν_e , ν_μ , ou ν_τ , de acordo com o tipo de leptão associado na sua produção. Cada estado destes é uma mistura quântica de três estados de massa de neutrinos ν_L , ν_M , e ν_H , para os quais os intervalos de massas são indicados na tabela. O estudo dos neutrinos pode ajudar à compreensão da assimetria matéria-antimatéria e da evolução das estrelas e das estruturas das galáxias.

Matéria e Antimatéria

Para cada tipo de partícula existe o correspondente tipo de antipartícula, indicado com uma barra sobre o símbolo da partícula (excepto se se mostrar a carga + ou -). A partícula e a antipartícula têm a mesma massa e spin mas cargas eléctricas opostas. Alguns bósons electricamente neutros (por ex., Z^0 , γ , e $\eta_c = c\bar{c}$, mas não $K^0 = d\bar{s}$) são as próprias antipartículas.

Processos com Partículas

Estes diagramas são concepções artísticas. Áreas alaranjadas representam as núvens de glúões.



Se os protões e neutrões tivessem um tamanho de 10 cm, então os quarks e os electrões seriam menores do que 0.1 mm, e o átomo teria 10 km de diâmetro.

Propriedades das Interações

As intensidades das interações são indicadas relativamente à intensidade da força electromagnética entre dois quarks u separados pelas distâncias referidas.

Propriedade	Interação Gravítica	Interação Fraca	Interação Electromagnética (Electrofraca)	Interação Forte
Actua em:	Massa – Energia	Sabor	Carga Eléctrica	Carga de cor
Partículas afectadas:	Todas	Quarks, Leptões	Electricamente carregadas	Quarks, Glúões
Partículas mediadoras:	Gravitão (ainda por observar)	W^+ W^- Z^0	γ	Glúões
Intensidade a	10^{-18} m	10^{-41}	0.8	1
	3×10^{-17} m	10^{-41}	10^{-4}	1

BOSÕES

mediadores das forças
spin = 0, 1, 2, ...

Nome	Massa GeV/c ²	Carga Eléctrica
γ fóton	0	0
W^- bósons W	80.39	-1
W^+ bósons W	80.39	+1
Z^0 bóson Z	91.188	0

Nome	Massa GeV/c ²	Carga Eléctrica
g glúão	0	0

Nome	Massa GeV/c ²	Carga Eléctrica
H Higgs	126	0

Bosão de Higgs

O bóson de Higgs é um elemento fundamental do Modelo Padrão. A sua descoberta confirma o mecanismo pelo qual as partículas elementares adquirem massa.

Carga de cor

Só os quarks e os glúões é que possuem "carga de cor" e são sensíveis à interacção forte. Cada quark pode ter uma de três cores ("vermelho", "verde", "azul"). Mas estas não têm nada que ver com as cores da luz visível. Tal como as partículas electricamente carregadas interagem trocando fótons, nas interações fortes, partículas com carga de cor interagem trocando glúões.

Quarks Confinados em Mesões e Bariões

Quarks e glúões não podem ser isolados – estão confinados em partículas de cor neutra chamadas **hadrões**. Este confinamento (ligação) resulta das múltiplas trocas de glúões entre os constituintes "coloridos". Quando as partículas "coloridas" (quarks e glúões) se afastam, a energia no campo de forças de cor entre elas aumenta. Esta energia pode ser convertida em sucessivos pares quark-antiquark. Estes quarks (q) e antiquarks (\bar{q}) combinam-se em hadrões, que são as partículas observáveis.

Dois tipos de hadrões foram observados na natureza: **mesões** q \bar{q} e **bariões** qq \bar{q} . Entre os muitos tipos de bariões observados temos o protão (uud), antiprotão ($\bar{u}\bar{u}\bar{d}$), e neutrão (udd). As cargas eléctricas dos quarks somam-se para o protão ter carga 1 e o neutrão carga 0. Entre os vários tipos de mesões temos o píon π^+ (u \bar{d}), kaão K^- (s \bar{u}), e B^0 (db).

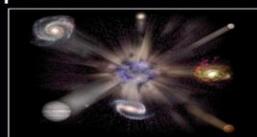
Saiba mais em ParticleAdventure.org



Mistérios por resolver

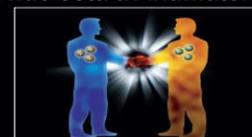
Motivados por novas questões na nossa compreensão física do Universo, os físicos de partículas seguem caminhos diferentes na direcção de novas descobertas maravilhosas. As experiências poderão vir a encontrar dimensões extra de espaço, buracos negros microscópicos, ou sinais da teoria das cordas.

Porque acelera o Universo?



A expansão do Universo parece estar a acelerar. Será devido à Constante Cosmológica de Einstein? Se não, poderão as experiências vir a revelar novas forças da Natureza ou até dimensões (escondidas) de espaço?

Onde está a Antimatéria?



Matéria e antimatéria terão sido criadas em iguais quantidades no Big Bang. Porque é que agora vemos só matéria, à excepção de quantidades diminutas de antimatéria criadas em laboratório ou nos Raios Cósmiticos?

O que é a Matéria Escura?



Grande parte da massa observada nas galáxias e aglomerados de galáxias é formada por matéria invisível. Pode esta matéria escura ser feita de novos tipos de partículas que apenas interagem fracamente com a matéria normal?

Existem Dimensões Extra?



Uma indicação para dimensões extra de espaço pode ser a baixíssima intensidade da força gravítica, quando comparada com as outras três forças fundamentais da Natureza (um íman pode levantar um clip, sobrepondo-se à gravidade exercida por todo o planeta Terra).

©2014 Contemporary Physics Education Project. CPEP é uma organização não lucrativa de professores, físicos, e educadores. Saiba mais sobre os websites e produtos CPEP em CPEPphysics.org. Realizado com o apoio de: U.S. Department of Energy, U.S. National Science Foundation, & Lawrence Berkeley National Laboratory.

Versão em português preparada no [www.lip.pt] com o apoio da LIP

https://www.cpepphysics.org/images/particle_chart_PT.jpg

A PEÇA QUE FALTAVA NO UNIVERSO

O bóson de Higgs permite às outras partículas ganhar massa e formar de átomos a planetas.

Felipe Farias (Unicamp) e Gerson Mota, Marco Vergetti e Rodrigo Fortes (Unicamp)

O bóson de Higgs está associado a um campo de força que existe desde o começo do Universo. Como ele ajudou a formar o cosmos

- 1 Na origem** Na origem, a temperatura do Universo estava tão alta que impedia que o campo de Higgs, uma força invisível, atuasse sobre as partículas.
- 2 Espalhamento** Um trilhésimo de segundo depois, o Universo esfriou, e as partículas começaram a interagir com esse campo. A partir desse instante, elas passaram a ter massa.
- 3 Átomos** O bóson de Higgs dá massa às outras partículas que formam os primeiros átomos de hidrogênio.
- 4 Campos celestes** Os átomos formaram as primeiras estrelas.

BIG BANG



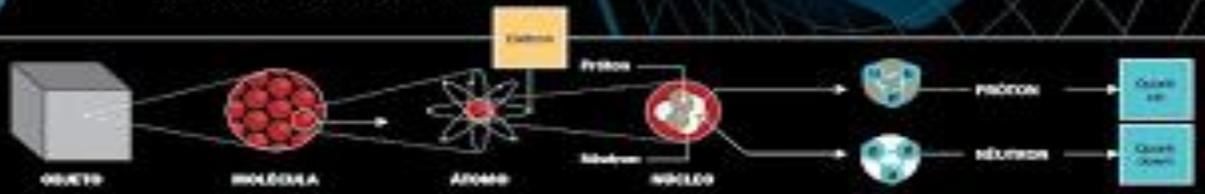
COMO FUNCIONA O CAMPO DE HIGGS

Toda a matéria do Universo existe graças a ele. O campo funciona como um meio viscoso que as partículas atravessam, cuja trama dificulta seus movimentos. Algumas partículas passam por ela, outras encontram resistência em diferentes graus - propriedade que se manifesta como sua massa.



DO QUE É FEITA A MATÉRIA

Toda matéria do cosmos é formada por três partículas fundamentais: o quark up, o quark down e o elétron.



O MODELO PADRÃO DAS PARTÍCULAS ELEMENTARES

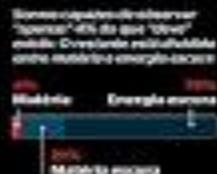
O Modelo Padrão compreende as 17 partículas que compõem o Universo e três de suas quatro forças fundamentais - exceto a gravidade.

	FÉRMIONS			BÓSONS					
Quarks	Up	Down	Top	Forças de força	Gravidade	Bóson de Higgs			
	Strange	Charmed	Bottom						
	Beauty ou Bottom	Beauty ou Charm	Beauty ou Top						
Léptons	Neutrino do elétron	Neutrino do múon	Neutrino do tau				Fóton	Gluão	Bóson W
	Elétron	Múon	Tau						

QUARKS: Quando combinados, formam os prótons e nêutrons do núcleo dos átomos.

LÉPTONS: Os elétrons, com carga elétrica negativa, orbitam o núcleo dos átomos. Os neutrinos, sem carga, raramente interagem com a matéria. Os múons e taus, com carga, desaparecem rapidamente.

PORTADORAS DE FORÇA: Fora a gravidade, essas partículas representam as três forças fundamentais. O fóton está associado ao eletromagnetismo e à luz. O glúon, da força nuclear forte, mantém o núcleo do átomo coeso. Os bósons W e Z, da força nuclear fraca, são responsáveis pelo decaimento radioativo dos elementos químicos.



DO ELÉTRON AO BÓSON DE HIGGS

Quanto tempo levou entre a concepção da teoria e a descoberta das partículas



		three generations of matter (elementary fermions)			three generations of antimatter (elementary fermions)			interactions / force carriers (elementary bosons)	
		I	II	III	I	II	III		
QUARKS	mass	$\approx 2.2 \text{ MeV}/c^2$	$\approx 1.28 \text{ GeV}/c^2$	$\approx 173.1 \text{ GeV}/c^2$	$\approx 2.2 \text{ MeV}/c^2$	$\approx 1.28 \text{ GeV}/c^2$	$\approx 173.1 \text{ GeV}/c^2$	0	0
	charge	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$-\frac{2}{3}$	$-\frac{2}{3}$	$-\frac{2}{3}$	0	0
	spin	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1	0
		u up	c charm	t top	\bar{u} antiup	\bar{c} anticharm	\bar{t} antitop	g gluon	H higgs
		d down	s strange	b bottom	\bar{d} antidown	\bar{s} antistrange	\bar{b} antibottom	γ photon	
LEPTONS	mass	$\approx 0.511 \text{ MeV}/c^2$	$\approx 105.66 \text{ MeV}/c^2$	$\approx 1.7768 \text{ GeV}/c^2$	$\approx 0.511 \text{ MeV}/c^2$	$\approx 105.66 \text{ MeV}/c^2$	$\approx 1.7768 \text{ GeV}/c^2$	$\approx 91.19 \text{ GeV}/c^2$	$\approx 80.39 \text{ GeV}/c^2$
	charge	-1	-1	-1	1	1	1	0	0
	spin	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1	1
		e electron	μ^- muon	τ^- tau	e^+ positron	μ^+ antimuon	τ^+ antitau	Z^0 Z ⁰ boson	
		ν_e electron neutrino	ν_μ muon neutrino	ν_τ tau neutrino	$\bar{\nu}_e$ antineutrino	$\bar{\nu}_\mu$ antineutrino	$\bar{\nu}_\tau$ antineutrino	W^+ W ⁺ boson	W^- W ⁻ boson

GAUGE BOSONS
 VECTOR BOSONS
 SCALAR BOSONS

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/a/a3/Standard_Model_of_Elementary_Particles_Anti.svg/512px-Standard_Model_of_Elementary_Particles_Anti.svg.png

A Metodologia Aplicada

Os aspectos metodológicos deste trabalho estão descritos:

- Dê natureza *aplicada*,
- Caracterizada *descritiva* (uma vez que busca expor a particularidade de resultado).
- Procedimentos foram usados *pesquisa bibliográfica e experimental*, na qual foi elaborado a partir de materiais já publicados.
- Como objeto de aplicação, quatro turmas do ensino médio do segundo ano do turno da manhã, sendo duas turmas (turma teste) usando o produto (o jogo de carta) e duas turmas (turma controle) não usando o produto.
- Utilizado como instrumento de coleta de dados o uso de questionários e anotações de observações referentes aos comportamentos dos alunos em cada turma, que possui uma média de 40 alunos
- análises quantitativa e qualitativa.

-Aplicação ocorreu no Colégio Estadual Olga Benário Prestes.

-Localizado em Bonsucesso, na Zona Norte do Rio de Janeiro.

-Média de 2500 alunos matriculados.

-Três turnos, oferecendo os três anos do ensino médio e mais o NEJA (Núcleo de Educação de Jovens e Adultos) tendo 24 turmas do primeiro ano, 23 turmas do segundo ano, 16 turmas do terceiro ano e 11 turmas do NEJA. Com o NEJA com 5 tempos de aula e os demais turnos com 6 tempos de aulas presenciais, com o tempo de 50 min.

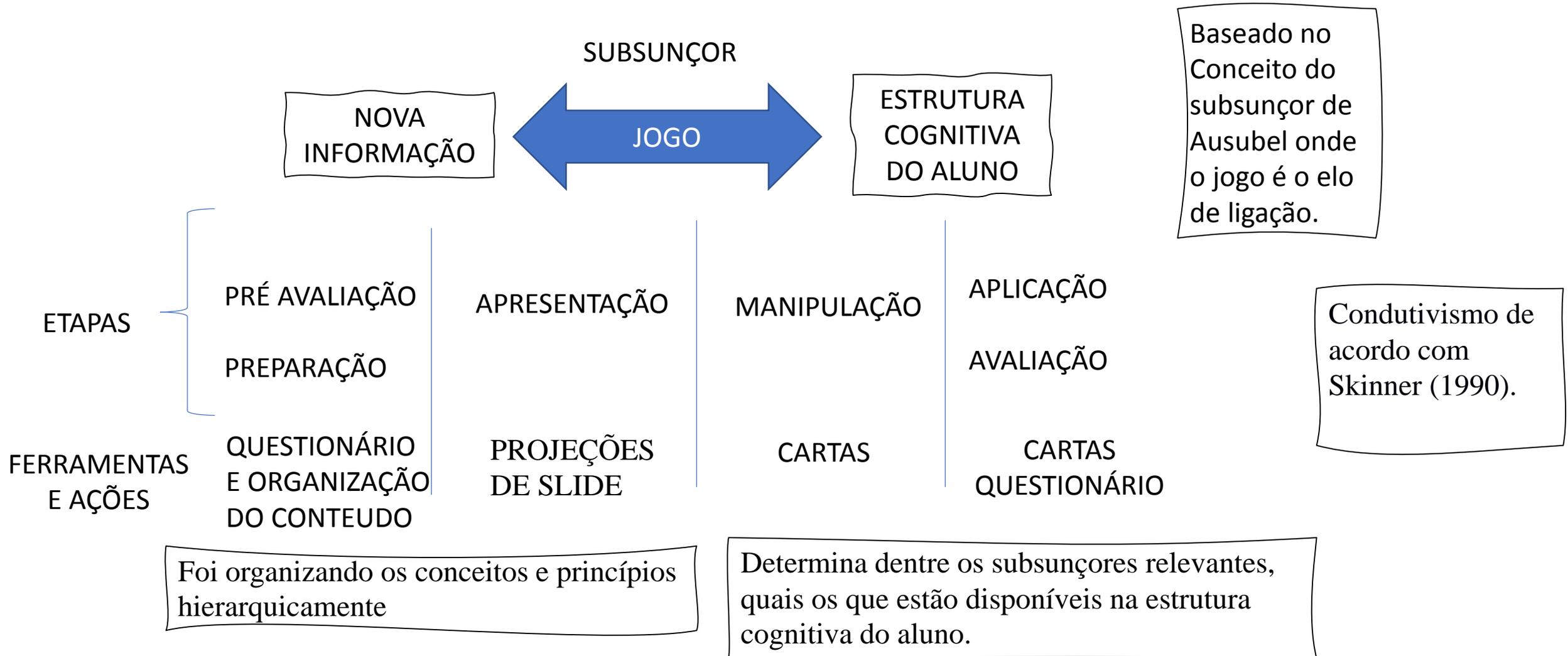
Suas instalações possuem, sala de professores, secretaria, sala da direção, almoxarifado, sala de coordenação pedagógica, sala do grêmio, sala de música, 27 salas de aulas, uma quadra esportiva polivalente, uma piscina de 25 m, uma biblioteca, um auditório, um laboratório de ciência, uma sala de artes, uma sala de informática, um refeitório com cozinhas e suas independências, uma sala do SOE (Serviço de Orientação Educacional), uma sala do departamento pessoal, uma sala do grêmio estudantil e tudo distribuído em 3 andares e um subsolo com acessibilidade através de rampas e um elevador.



O RESUMO DA APLICAÇÃO DA ESTRATÉGIA NAS TURMAS

Dias	Pré-avaliação	1º dia após a pré-avaliação	2º dia após a pré-avaliação	3º dia após a pré-avaliação	4º dia após a pré-avaliação	5º dia após a pré-avaliação
Turmas						
Turmas Teste	Pré-questionário	Aula slide	Aula slide	Apresentação das cartas do jogo, regras e jogar.	jogar	Avaliação
Turmas Controle	Pré-questionário	Aula slide	Aula slide	Exercícios e correção	Exercícios e correção	Avaliação

Estratégia para o Processo de Aprendizagem.



QUESTIONÁRIO DA PRÉ - AVALIAÇÃO

1) Quais as quatro forças fundamentais da natureza?

2) Qual a menor parte de um corpo ou objeto que você conhece?

3) Já ouviu falar de algumas destas palavras: a) Quarks b) Acelerador de partículas c) Bóson de Higgs e) Partícula Deus f) Isótopo de Hidrogênio.

Das palavras que foram respondidas “sim”, quais delas você sabe o significado e qual seria o seu significado?

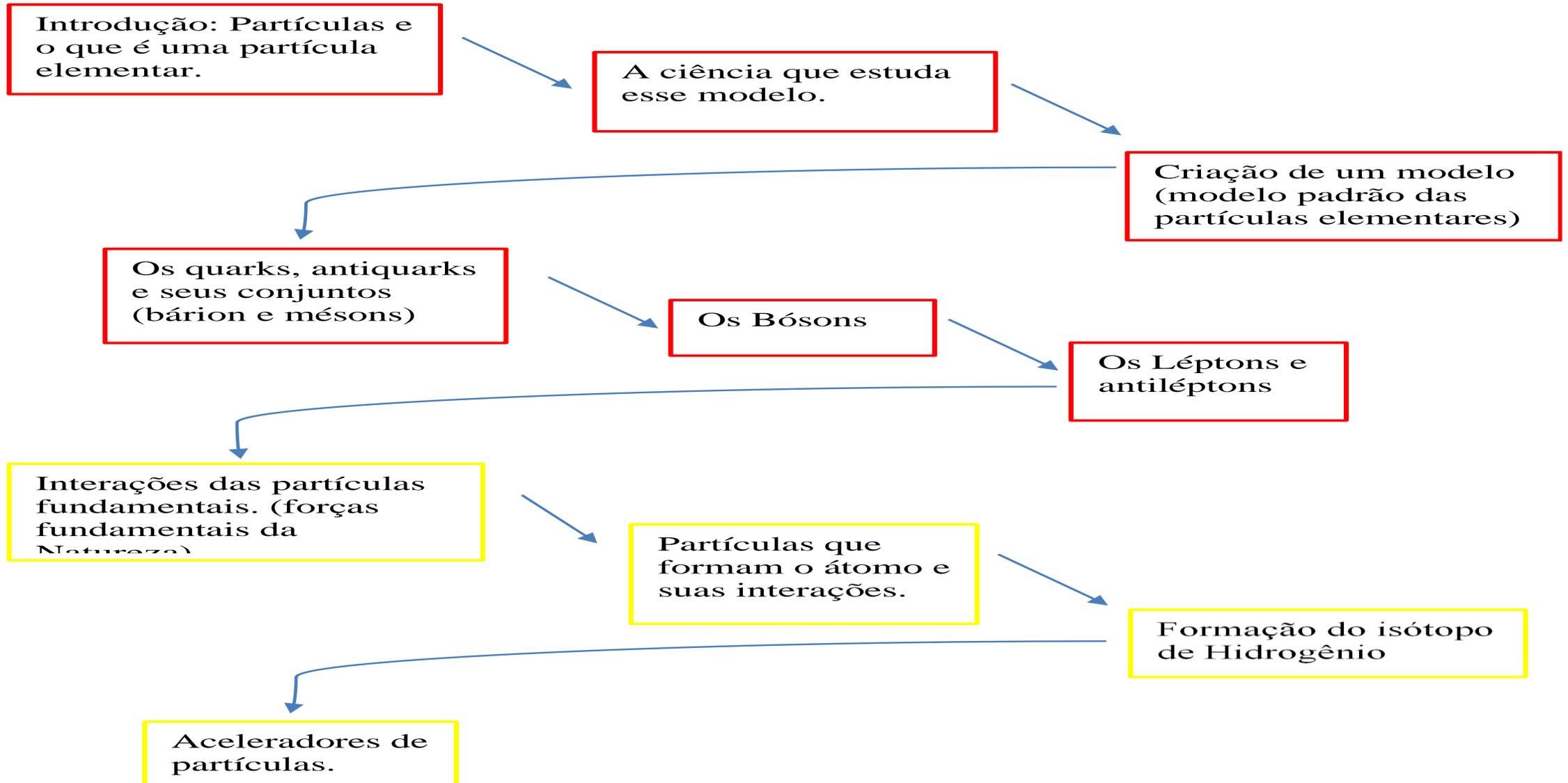
4) Você gosta de jogos (sem ser jogos esportivos)? sim não

5) Já jogou algum jogo de carta? sim não

Se a resposta foi “sim” qual(is) o(s) jogo(s)? _____

APRESENTAÇÃO - PROJEÇÃO DOS SLIDES

Abaixo o esquemático de como foi aplicado o conteúdo na sala de aula:



MANIPULAÇÃO E APLICAÇÃO

4 turmas

2 turmas teste
direcionadas ao jogo

- nomeada, apresentadas e relacionadas cada carta com o seu símbolo, com a sua partícula e interação que elas representam, “materializando” as partículas elementares.
- Montagem de alguns possíveis modelos já conhecidos pelos alunos (prótons, nêutrons, isótopos de Hidrogênio etc...).
- Apresentação da regra do jogo e sua jogabilidade.

2 turmas controle
direcionadas aos exercícios

Na turma controle, isso é feito na forma de exercícios encontrados nos livros didáticos.

AVALIAÇÃO

- Em forma de *questionário* e *exercícios*.

Questionário:

- 1) Qual a menor parte de um corpo ou objeto que você conhece? *Resp.: elétron, quarks.*
- 2) As partículas elementares são partículas que não possuem subestruturas. Dê o nome de duas partículas elementares: *Resp.: elétron, quarks, antiquarks, muon, tau, neutrino, bósons, glúon, fóton*
- 3) Quais as combinações de partículas formam o Bárions? *Resp.: 3 quarks*
- 4) Quais as combinações de partículas que formam o Mésons? *Resp.: 1 quarks e 1 antiquark*
- 5) Assinale a alternativa que melhor representa os *quarks* que constituem os prótons e os nêutrons.

(a)	<i>up; up; down</i>	<i>up; up; up</i>
(b)	<i>up; up; down</i>	<i>up; down; down</i>
(c)	<i>up; down; down</i>	<i>down; down; down</i>
(d)	<i>down; down; down</i>	<i>up; down; down</i>
(e)	<i>up; down; down</i>	<i>up; up; down</i>
- 6) Quais as 4 forças fundamentais da natureza? *Resp.: força fraca, força eletromagnética, força forte e força gravitacional.*
- 7) Qual a partícula mediadora da força nuclear fraca? *Resp.: bóson W⁺, bóson W⁻ e bóson Z⁰.*
- 8) Qual a partícula mediadora da força eletromagnética? *Resp.: fóton*
- 9) Qual a partícula mediadora da força nuclear forte? *Resp.: glúons*
- 10) Qual o nome da Partícula fundamental da natureza que ajuda na compreensão da formação do universo, já que pode explicar como as partículas ganham massa? *Resp.: bóson de Higgs ou partícula Deus.*
- 11) Qual o elemento químico que pode se formar, com as seguintes partículas fundamentais: 1 elétron, 3 quarks e suas interações (ex: glúons e bósons)? *Resp.: hidrogênio*

1- A Física de Partículas é uma área da Física:

- a) que estuda os diferentes tipos de ligações e reações químicas.
 - b) responsável pelo estudo das partículas elementares e da interação entre radiação e matéria.
 - c) responsável por explicar reações nucleares.
 - d) destinada a formular teorias capazes de unificar a força gravitacional com outras forças da natureza.
 - e) que explica, exclusivamente por meio da Física Clássica, as interações entre átomos e moléculas.
- 2- Os quarks são partículas que, quando ligadas em trios, formam partículas como prótons e nêutrons. Em relação aos quarks, assinale a alternativa correta:**
- a) São partículas que não têm massa e, por isso, recebem o nome de bósons.
 - b) São partículas não elementares, pois apresentam estruturas internas feitas de partículas ainda menores.
 - c) São partículas elementares de carga elétrica parcial menor que a carga elementar.
 - d) São responsáveis pelo surgimento da força de atração, que mantém os núcleos atômicos estáveis.
 - e) São destruídos nas reações nucleares para a obtenção de energia nuclear.

3- Sabendo que as partículas elementares são partículas que não possuem subestruturas. São, exclusivamente, partículas elementares:

- a) Elétrons e quarks
- b) Prótons, nêutrons e neutrinos
- c) Átomos, prótons e nêutrons
- d) Elétrons, prótons e neutrinos
- e) Múons, píons e nêutrons

4- O Modelo-Padrão da Física de Partículas pode ser dividido em dois grandes grupos principais. São eles:

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

5- Assinale a alternativa abaixo que apresenta somente léptons:

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

6- Assinale a alternativa que apresenta somente partículas elementares:

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

7- Assinale, entre as alternativas abaixo, aquela que apresenta apenas bárions:

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

As conclusões e as recomendações pertinentes.

Tendo como base na análise qualitativa e quantitativa, concluimos que o produto aplicado (jogo) aumentou o vocabulário dos alunos de um conteúdo pouco divulgado no ensino médio, além de proporcionar uma aprendizagem significativa sobre o assunto abordado pelo jogo de uma forma lúdica e motivadora. Foi também porta de entrada de perguntas e discussões sobre o tema.

Objetivos	bom aproveitamento 70% a 100% 	médio aproveitamento 40% a 69%. 	Aproveitamento ruim 0% a 39% 
Reconhecimento das menores Partículas.			
Formação dos prótons e nêutrons.			
Definições de bárion e mésons.			
Reconhecimento das forças fundamentais.			
Reconhecimento da força nuclear fraca			
Reconhecimento da força eletromagnética			
Reconhecimento da força nuclear forte			
Reconhecimento do Bóson de higg.			
Formação do isótopo de hidrogênio.			

As conclusões e as recomendações pertinentes.

Objetivos
não
alcançados

Motivo

Pouca necessidade de ter esse conhecimento para jogar, pois o jogo não reforçava esse conhecimento.

Solução

Ter uma variante do jogo (adicionamento de regra) e um pré-jogo para suprir essa necessidade.

A variante do jogo terão procedimentos que abordarão a identificação das forças fundamentais.

O pré-jogo tem como proposta utilizar as próprias cartas do jogo para identificar e formar hádrons (mésons e bárions) e os átomos ao comando do professor. Isso ajudaria no aprendizado das definições dos hádrons

As propostas de correção e ajuste não foram testadas junto com os alunos, ficando para um futuro próximo uma aplicação para as devidas avaliações de eficiência ou não. A presente pandemia se tornou um dos fatores da impossibilidade de aplicação



*Desembaralhando
os Quarks.*
Apresentação,
discrição e regras
gerais do baralho.

Standard Model of Elementary Particles

Com a representação das partícula no MP foi criado as cartas

		three generations of matter (elementary fermions)		three generations of antimatter (elementary antifermions)		Interactions (bosons)			
		II	III	I	II	III			
Fermions	Quarks	$m_c = 1.28 \text{ GeV}/c^2$ $2/3$ $2/3$  charm	$m_t = 173.1 \text{ GeV}/c^2$ $2/3$ $2/3$  top	$m_{\bar{u}} = 2.2 \text{ MeV}/c^2$ $-2/3$ $2/3$  antiup	$m_{\bar{c}} = 1.28 \text{ GeV}/c^2$ $-2/3$ $2/3$  anticharm	$m_{\bar{t}} = 173.1 \text{ GeV}/c^2$ $-2/3$ $2/3$  antitop	 gluon		
	Quarks	$m_s = 96 \text{ MeV}/c^2$ $1/3$ $1/3$  strange	$m_b = 4.18 \text{ GeV}/c^2$ $1/3$ $1/3$  bottom	$m_{\bar{d}} = 4.7 \text{ MeV}/c^2$ $1/3$ $1/3$  antidown	$m_{\bar{s}} = 96 \text{ MeV}/c^2$ $1/3$ $1/3$  antistrange	$m_{\bar{b}} = 4.18 \text{ GeV}/c^2$ $1/3$ $1/3$  antibottom		 photon	
	Leptons	$m_{\mu} = 105.66 \text{ MeV}/c^2$ -1 $1/2$  muon	$m_{\tau} = 1.7768 \text{ GeV}/c^2$ -1 $1/2$  tau	$m_{e^+} = 0.511 \text{ MeV}/c^2$ 1 $1/2$  positron	$m_{\bar{\mu}} = 105.66 \text{ MeV}/c^2$ 1 $1/2$  antimuon	$m_{\bar{\tau}} = 1.7768 \text{ GeV}/c^2$ 1 $1/2$  antitau			 Z^0 boson
	Neutrinos	$m_{\nu_{\mu}} < 0.17 \text{ MeV}/c^2$ 0 $1/2$  muon neutrino	$m_{\nu_{\tau}} < 18.2 \text{ MeV}/c^2$ 0 $1/2$  tau neutrino	$m_{\bar{\nu}_e} < 2.2 \text{ eV}/c^2$ 0 $1/2$  electron antineutrino	$m_{\bar{\nu}_{\mu}} < 0.17 \text{ MeV}/c^2$ 0 $1/2$  muon antineutrino	$m_{\bar{\nu}_{\tau}} < 18.2 \text{ MeV}/c^2$ 0 $1/2$  tau antineutrino			

$\approx 2.3 \text{ MeV}/c^2$
 $2/3$
 $1/2$
u
 up

$\approx 2.3 \text{ MeV}/c^2$
 $2/3$
 $1/2$
u
 up

$\approx 2.3 \text{ MeV}/c^2$
 $2/3$
 $1/2$
u
 up

$\approx 2.2 \text{ MeV}/c^2$
 $-2/3$
 $1/2$
 \bar{u}
 antiup

$\approx 2.2 \text{ MeV}/c^2$
 $-2/3$
 $1/2$
 \bar{u}
 antiup

$\approx 2.2 \text{ MeV}/c^2$
 $-2/3$
 $1/2$
 \bar{u}
 antiup

three generations (elementary particles)

$\approx 4.7 \text{ MeV}/c^2$
 $1/3$
 $1/2$
 \bar{d}
 antidown

$\approx 4.7 \text{ MeV}/c^2$
 $1/3$
 $1/2$
 \bar{d}
 antidown

$\approx 4.7 \text{ MeV}/c^2$
 $1/3$
 $1/2$
 \bar{d}
 antidown

0
0
1
g
gluon

0
0
1
g
gluon

$\approx 4.8 \text{ MeV}/c^2$
 $-1/3$
 $1/2$
d
 down

$\approx 4.8 \text{ MeV}/c^2$
 $-1/3$
 $1/2$
d
 down

$\approx 4.8 \text{ MeV}/c^2$
 $-1/3$
 $1/2$
d
 down

$\approx 2.2 \text{ MeV}/c^2$
 $2/3$
 $1/2$
u
 up

$\approx 1.28 \text{ GeV}/c^2$
 $2/3$
 $1/2$
c
 charm

$\approx 173.1 \text{ GeV}/c^2$
 $2/3$
 $1/2$
t
 top

$\approx 2.2 \text{ MeV}/c^2$
 $-2/3$
 $1/2$
 \bar{u}
 antiup

$\approx 1.28 \text{ GeV}/c^2$
 $-2/3$
 $1/2$
 \bar{c}
 anticharm

$\approx 173.1 \text{ GeV}/c^2$
 $-2/3$
 $1/2$
 \bar{t}
 antitop

0
0
1
g
gluon

$\approx 125 \text{ GeV}/c^2$
 0
0
0
H
higgs

$\approx 4.7 \text{ MeV}/c^2$
 $1/3$
 $1/2$
d
 down

$\approx 95 \text{ MeV}/c^2$
 $-1/3$
 $1/2$
s
 strange

$\approx 4.18 \text{ GeV}/c^2$
 $-1/3$
 $1/2$
b
 bottom

$\approx 4.7 \text{ MeV}/c^2$
 $1/3$
 $1/2$
 \bar{d}
 antidown

$\approx 95 \text{ MeV}/c^2$
 $-1/3$
 $1/2$
 \bar{s}
 antistrange

$\approx 4.18 \text{ GeV}/c^2$
 $-1/3$
 $1/2$
 \bar{b}
 antibottom

0
0
1
 γ
photon

$\approx 125 \text{ GeV}/c^2$
 0
0
0
H
bóson de Higgs

QUARKS

GAUGE BOSONS
VECTOR BOSONS

SCALAR BOSONS

$0.511 \text{ MeV}/c^2$
 -1
 $1/2$
e
 elétron

$\approx 0.511 \text{ MeV}/c^2$
 -1
 $1/2$
e
 electron

$\approx 105.66 \text{ MeV}/c^2$
 -1
 $1/2$
 μ
 muon

$\approx 1.778 \text{ GeV}/c^2$
 -1
 $1/2$
 τ
 tau

$\approx 0.511 \text{ MeV}/c^2$
 1
 $1/2$
 e^+
 positron

$\approx 105.66 \text{ MeV}/c^2$
 1
 $1/2$
 $\bar{\mu}$
 antimuon

$\approx 1.778 \text{ GeV}/c^2$
 1
 $1/2$
 $\bar{\tau}$
 antitau

0
1
1
Z
Z⁰ boson

$\approx 80.39 \text{ GeV}/c^2$
 0
1
1
Z
Z⁰ boson

LEPTONS

$\approx 0.511 \text{ MeV}/c^2$
 1
 $1/2$
 e^+
 positron

0
0
 $1/2$
 ν_e
electron neutrino

$< 0.17 \text{ MeV}/c^2$
 0
0
 $1/2$
 ν_μ
muon neutrino

$< 18.2 \text{ MeV}/c^2$
 0
0
 $1/2$
 ν_τ
tau neutrino

$< 0.511 \text{ MeV}/c^2$
 0
0
 $1/2$
 $\bar{\nu}_e$
antineutrino

$< 0.17 \text{ MeV}/c^2$
 0
0
 $1/2$
 $\bar{\nu}_\mu$
antineutrino

$< 18.2 \text{ MeV}/c^2$
 0
0
 $1/2$
 $\bar{\nu}_\tau$
antineutrino

$\approx 80.39 \text{ GeV}/c^2$
 1
1
W⁺
W⁺ boson

$\approx 80.39 \text{ GeV}/c^2$
 -1
1
W⁻
W⁻ boson

$\approx 125 \text{ GeV}/c^2$
 0
0
0
H
bóson de Higgs

0
0
1
 γ
fóton



Apresentação, descrição e regras gerais do baralho (Desembaralhando os Quarks).

Das cartas foram feitas cópias nas seguintes quantidades:

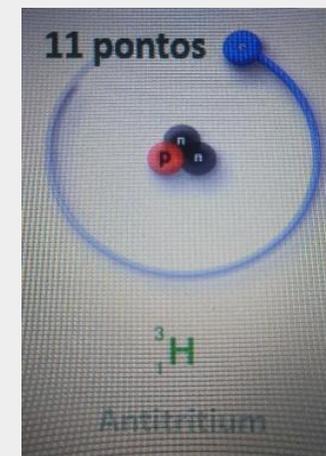
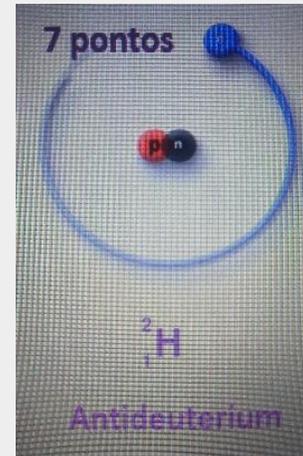
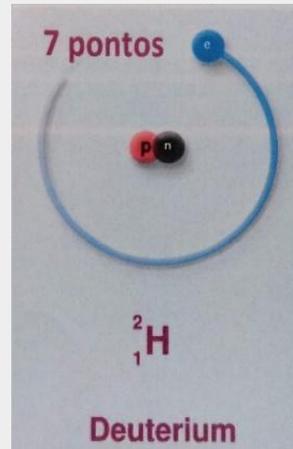
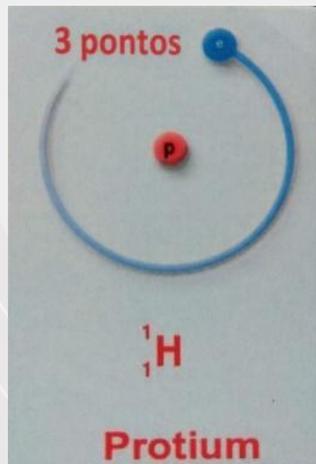
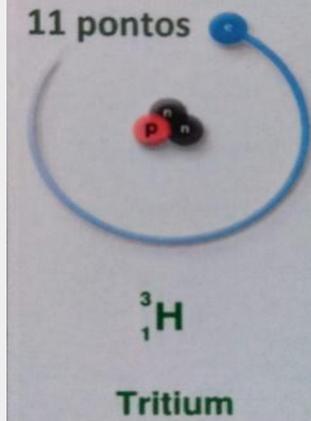
- 48 cartas representando os **quarks**, sendo compostos de 4 cartas para cada sabor e uma cor.
- 12 cartas representando os **glúons**, sendo compostos de 6 cartas de glúons para os quarks e 6 cartas de glúons para os antiquarks.
- 8 cartas representando o **elétron**;
- 8 cartas representando o **pósitron**;
- 40 cartas representando o **bárion**, sendo composto de 10 cartas de prótons, 10 cartas de anti-prótons, 10 cartas de nêutrons e 10 cartas de anti-nêutrons;

Bárion- compostos
de 3 quarks
nêutron
2-pontos

Bárion- compostos
de 3 antiquarks
Antinêutron
2-pontos

Bárion- compostos
de 3 quarks
Próton
2-pontos

Bárion- compostos
de 3 antiquarks
Antipróton
2-pontos



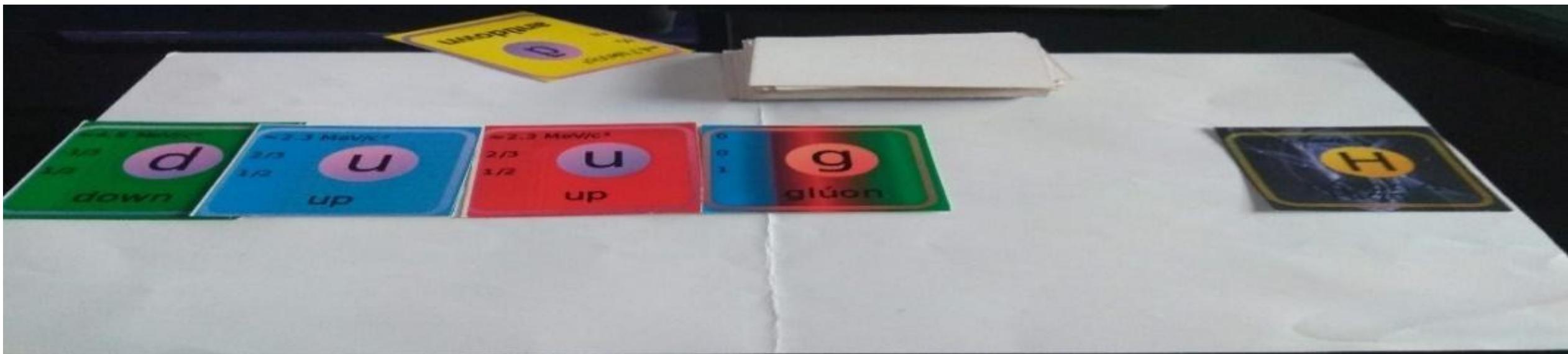


Regra Geral

O jogo é praticado em grupo, inspirado no jogo de carta chamado *Buraco* e utiliza apenas cartas que possuem características particulares para demonstrar algumas propriedades das partículas fundamentais. Um grupo de cartas serão embaralhadas e entregues uma dada quantidade para cada jogador, que estarão em círculo ou em volta de uma mesa, e o resto das cartas ficará no centro. Os jogadores seguindo as regras determinadas terão que alcançar individualmente o objetivo do jogo.

Apresentação, descrição e regras gerais do baralho (Desembaralhando os Quarks).

Neste jogo o **objetivo** é formar combinações de cartas na mesa para representar os bárions e por consequência, e se for possível, formar os isótopos de Hidrogênio (fig. 8). Cada formação de carta que representa os bárions e os átomos de Hidrogênio possuem um dado valor, e ganha o jogador que tiver maior pontuação no término do jogo.

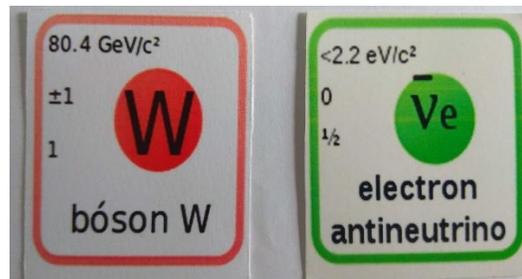
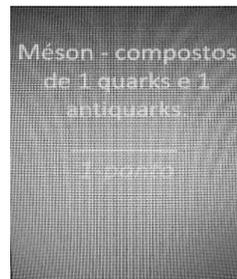


Apresentação, descrição e regras gerais do baralho (Desembaralhando os Quarks).

Variantes do jogo

Esse jogo pode oferecer variantes de jogabilidade e regras, adicionando ao jogo:

- A criação de alguns mésons - introduzir as 12 cartas pontos de méson e a regra para a sua criação
- Demonstração da interação fraca com o decaimento beta menos - será necessário introduzir as oito cartas de formação antineutrino, as oito cartas bóson W^- no conjunto de cartas a serem compradas, misturando-as com as outras cartas e conhecer a regra para a sua criação.
- A demonstração da interação forte - Será representada por 4 cartas eventos, que deverá estar junto com as cartas de formação sendo misturadas e sofrendo o mesmo processo de manipulação do jogo para as cartas de formação.



Apresentação, descrição e regras gerais do baralho (Desembaralhando os Quarks).

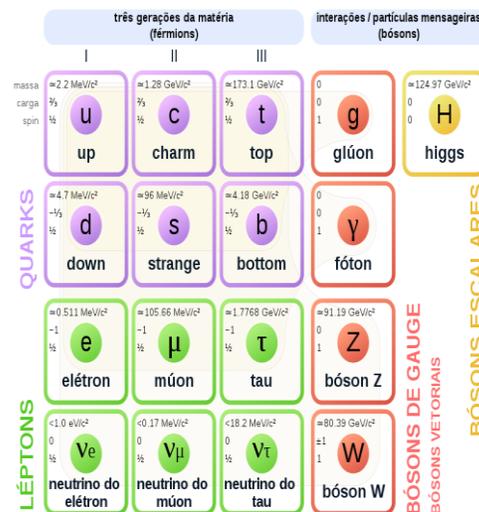
Exemplo de Bárions (qqq) e Antibárions ($\bar{q}\bar{q}\bar{q}$)					
Símbolo	Nome	Quantidade de Quark	Carga	Massa GeV/c ²	spin
p	Próton	uud	+e	0.938	1/2
\bar{p}	Antipróton	$\bar{u}\bar{u}\bar{d}$	-e	0.938	1/2
n	Nêutron	udd	0	0.940	1/2
Λ	Lambda	uds	0	1.116	1/2
Δ^{++}	Delta++	uuu	+2e	1.232	3/2
Ω^-	Ômega	sss	-e	1.672	3/2

Tab.A.2.1: A tabela de bárions. [cmarks2014]

Exemplo de Méson (q \bar{q}) e ($\bar{q}q$)					
Nome	Símbolo	Quarks	Carga (e)	Spin	Massa (GeV/c ²)
Píon positivo					
Rho positivo					
Píon negativo					
Rho negativo	π^+	$u\bar{d}$	1	0	0.140
Píon neutro	ρ^+	$u\bar{d}$	1	1	0.768
Eta neutra	π^-	$\bar{u}d$	-1	0	0.140
Kaon positivo	ρ^-	$u\bar{u}$	0	1	0.768
Kaon neutro	η^0	$\bar{u}u, \bar{d}d, \bar{s}s$	0	0	0.135
Kaon negativo	K^+	$u\bar{s}$	1	0	0.494
J/Psi	K^0	$d\bar{s}$	0	0	0.498
Charme Eta	K^-	$\bar{u}s$	-1	0	0.494
D neutro	J/ψ	$\bar{c}c$	0	1	3.10
D neutro	η'	$c\bar{c}$	0	0	2.98
D positivo	D^0	$u\bar{c}$	0	0	1.86
B neutro	D^{*0}	$\bar{u}c$	0	1	2.01
B neutro	D^+	$\bar{u}c$	1	0	1.87
B neutro	B^0	$\bar{d}b$	0	0	5.26
B positivo	γ	$b\bar{b}$	0	1	9.46
Upsilon					

Tab.A.2.2: A tabela de mésons [media.cheggcdn]

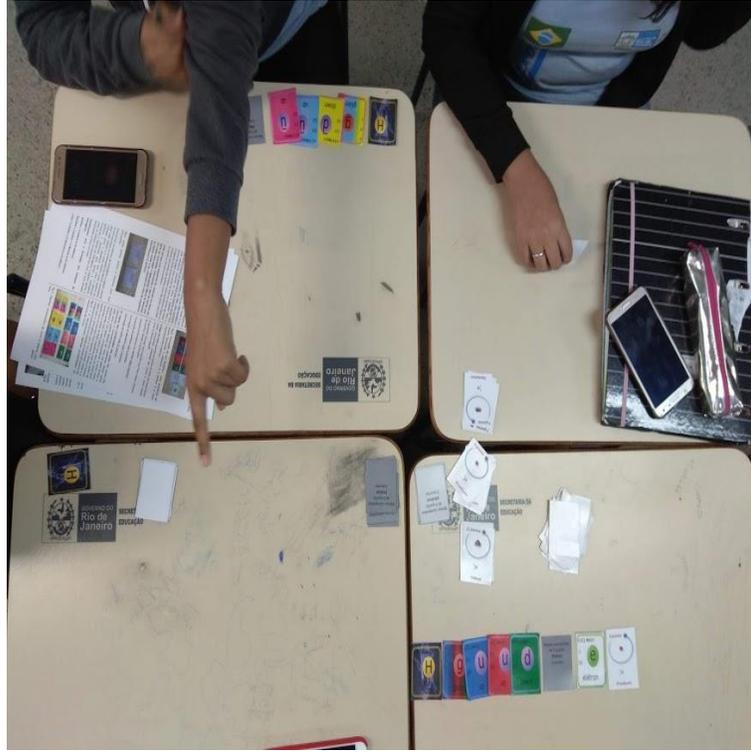
Modelo Padrão das Partículas Elementares



Pré-jogo

Com o objetivo de familiarizar o aluno com as cartas do jogo e praticar conceitos da Física de partículas fundamentais, como o reconhecimento de algumas partículas e onde estão classificadas nominalmente no modelo padrão.

O pré-jogo é realizado utilizando três tabelas, a tabela de bárions (tab.A.2.1), a tabela de mésons (tab.A.2.2) e a tabela do modelo padrão das partículas fundamentais, e as cartas do próprio jogo, na qual os alunos são orientados pelo professor a fazer algumas manipulações com as cartas e responder algumas perguntas.





As considerações finais.

O jogo tem um poder muito motivador e prazeroso.

As cartas conseguiram materializar as partículas fundamentais e assim materializar alguns modelos criados hoje pela Física das Partículas Elementares.

Com tudo isso tornou o processo de aprendizagem para os alunos mais fácil.

As bibliografias e as referências utilizadas

- [Menezes 2004] - Menezes, Josinalva Estacio (UFRPE/UFRN) ; Fossa, John Andrew (PhD UFRN) – *Razões Sócio-Histórico-Filosófico-Científicas Para Usar Jogos no Contexto Ensino-Aprendizagem de Matemática*. - Anais do VIII ENEM – 2004 - Comunicação Científica GT 7 – Formação de Professores que Ensinam Matemática.
- [Gardner 2009] - Gardner, Howard. *Nova Escola*. Curitiba: v.24, n226, p 39-42, set 2009. Entrevista concedida a Adriana Vera e Silva e Camila Guimarães.
- [Antunes 1998b] - Antunes, Celso. *Jogos para estimulação das múltiplas inteligências*. Petrópolis, RJ: Vozes, 1998b.
- [Machado 2011] - Machado, Nilson José. *Epistemologia e didática: As concepções de conhecimento e inteligência e a prática docente*. 7 ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- [Smole 2000] - Smole, Kátia Cristina Stocco. *A matemática na educação infantil: a teoria das inteligências múltiplas na prática escolar*. Porro Alegre: Artes Médicas Sul, p138, 2000.
- [Almeida 1978] - Almeida, Paulo Nunes de. *Educação Lúdica: Técnicas e Jogos Pedagógicos*. 5.ed São Paulo: Edições Loyola, 1987.
- [Civita 1978] Civita, Victor; *Livro Jogos De Cartas*. 1.ed, Editora Abril, São Paulo, p 1, 1978
- [fisicanaescola2004] SBF.org, disponível em <<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol5/Num2/v5n1a03.pdf>> julho 2004 - Acesso em julho de 2019.
- [Fapesp 2006] - Fapesp. Disponível em <https://issuu.com/pesquisafapesp/docs/pesquisa_242/63> - abril de 2006. Acesso em maio de 2019.
- [Moreira 2006] - M.A. Moreira, *A Física dos Quarks e a Epistemologia* Rev. Bras. Ensino Fís. vol.29 no.2 São Paulo 2007. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S1806-11172007000200001>>- Acesso em outubro de 2020
- [brasilecola16] - JúNIOR, Joab Silas da Silva. "*O que é um acelerador de partículas?*"; *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-um-acelerador-particulas.htm>. Acesso em 16 de outubro de 2020.
- [Pimenta2013] - Pimenta, Jean Júnio Mendes; Belussi, Lucas Francisco Bosso; Natti, Érica Regina Takano; Natti, Paulo Laerte, *O bóson de Higgs*, Rev. Bras. Ensino Fís. vol.35 no.2 São Paulo apri/june2013. Disponível em <<https://doi.org/10.1590/S1806-11172013000200006>> Acesso em outubro de 2020.
- [Pelizzari 2002] - Pelizzari, A; Kriegl, M. L; Baron M.P; Finck, N.T.L; Dorocinski, S.I. *Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel*. Rev PEC. 2001- 2002; 2(1): 37-42.
- [Skinner 1990] - Skinner, B. F. (1904-1990). Paris, UNESCO: *Oficina Internacional de Educación*, vol. XXIV, n. 3-4, 1994, p. 529-542. Disponível em <<http://www:ibe:unesco:org/publications/ThinkersPdf/skinners.pdf>> Acessado em 24 de dezembro de 2013.