



MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE
INSTITUTO DE MATEMÁTICA, ESTATÍSTICA E FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL ENSINO DE FÍSICA
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA – MNPEF – POLO 21**

***PARTÍCULAS ELEMENTARES E INTERAÇÕES:
UMA PROPOSTA DE ENSINO E APRENDIZAGEM
ATRAVÉS DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INTERATIVA***

Autora: Valéria Bonetti Jerzewski

Orientador: Prof. Dr. Luiz Fernando Mackedanz

Dezembro de 2015

1. INTRODUÇÃO

2. Esta Sequência Didática Interativa (SDI) tem por objetivo apresentar uma proposta inovadora de ensino e aprendizagem sobre Partículas Elementares e suas Interações. Esse tema estruturador vem sendo muito pouco trabalhado nas escolas e foi escolhido devido a sua atualidade e as possibilidades abertas na educação básica ao ser apresentado aos estudantes.

3. Um dos grandes desejos do educador é que seus estudantes possam compreender a realidade que os cerca e acompanhar os desenvolvimentos científicos e tecnológicos, transformá-los e utilizá-los em conhecimentos para sua vida. Para apresentar o tema abordado, temos que levar em consideração alguns pressupostos teóricos, como a contextualização (RICARDO, 2010), o desenvolvimento de competências (PERRENOUD, 2001), e ainda um aprendizado significativo sobre a Física de Partículas (MOREIRA, 2011). A aprendizagem significativa que estimamos é baseada na teoria de Lev Vigostki (1977), que se preocupou em entender o desenvolvimento cognitivo humano, estudando suas causas para o não aprender e como melhorar o saber, como ajudar o outro a aprender, qual método seria possível, sempre pautado na interação.

4. Em todos os processos, seja os que ocorrem na natureza ou os produzidos pelo homem, estão direta ou indiretamente ligados à física de partículas elementares, o que falta é percebermos e mostrarmos isso aos nossos alunos de forma prática e que possa ser entendida pelos estudantes. Nesse sentido, pretendemos associar a aprendizagem a uma forma diferenciada de mediar os conceitos de Física de Partículas, fazendo com que o estudante tenha prazer de estar presente em aula, e compreenda que os conceitos físicos estão envolvidos de alguma maneira em seu dia a dia. Na proposta do Ensino Médio Politécnico (EMP), propor e ensinar tópicos assim podem ser vistos como um desafio. Por isso, acreditando que o conhecimento deve ser mediado e

contextualizado, valorizamos a Física como algo que faz parte do mundo dos educandos.

5. De acordo com Brasil (2000), estimular a contextualização no ensino do componente curricular Física pode ser um dos meios de percepção do significado do que está aprendendo simultaneamente ao processo, e não no momento posterior. Esta proposta de Sequência Didática Interativa faz uma abordagem ao ensino-aprendizagem de forma contextualizada, levando em consideração os conhecimentos prévios do educando, visando sempre uma aprendizagem significativa. Portanto, esta SDI tem como objetivo despertar a curiosidade dos estudantes, instigando-os e desafiando-os a buscar de maneira agradável o aprofundamento no assunto estudado.

6. Podemos dizer que a Física de Partículas fornece um novo espectro do mundo microscópico, podendo contribuir para um olhar adaptado à ciência, levando em considerações conceitos e experimentações tendo a colaboração de diferentes cientistas. Com isso a Física de Partículas torna-se um conceito apropriado para esclarecer o processo científico das teorias, bem como o funcionamento da Ciência atual na busca pela compreensão da natureza. (SIQUEIRA, 2006).

7. Várias ideias têm sido recomendadas em direção de um Ensino de Física mais prático. Uma das contendas mais recentes é a inclusão da Física Moderna e Atualizada (FMA) no Ensino Médio Politécnico (EMP). O alvo principal é trazer o estudante para discussões mais contemporâneas na área da Física. Entendemos que esse é ponto essencial para a melhoria da qualidade de ensino. Ainda, no meio científico há uma máxima que diz que, se a ideia for bela, provavelmente será correta. O adjetivo “bela” está relacionado ao sentido do aluno, mas ele precisa de conhecimentos fortes, consistentes, claros, simples, lógico e que descrevam bem a realidade que o cerca para a compreensão da ideia apresentada.

8. Embora a forma de apresentação sugira uma SDI única a ser trilhada pelo professor, há um grande número de possíveis caminhos a serem seguidos, os quais dependem dos objetivos de ensino, das particularidades de cada escola e do Projeto Pedagógico vigente na escola. Assim, a seleção, a priorização e a organização de um determinado caminho serão tarefas do educador, cujos objetivos estarão focalizados numa proposta mais ampla: a autonomia crítica do sujeito, amparada nas especificidades do contexto de cada instituição de ensino.
9. Estamos mostrando aqui uma forma de planejamento que considerou os pressupostos teóricos citados, ficando a critério do professor/mediador a inserção de atividades complementares, imagens e outros estágios que forem necessários, assim como mudar a ordem da sequência durante a aplicação. Para a elaboração e planejamento desta SDI foram utilizados métodos diversificados de vários livros, da internet, aplicativos, todos referenciados ao final, sendo que deixamos a critério do docente buscar outros materiais que possam ser utilizados naquele momento da aplicação.
10. Outra questão importante da SDI é a avaliação. Não é dada proeminência a uma maneira específica. Optamos por deixar aberto para o docente fazer sua escolha sobre qual avaliação irá melhor se adaptar em sua classe, pois esta se diferencia constantemente em cada educandário. A sugestão que deixamos é que o educador avalie constantemente e gradativamente os educandos, de forma que essa ocorra em uma perspectiva construtiva e diversificada, que deverá ser acompanhada de sistemas de avaliação que permitam o acompanhamento permanente dos resultados, tomando como referência as competências básicas a serem alcançadas por todos os alunos, de acordo com a LDB, as presentes diretrizes e as propostas pedagógicas das escolas.
11. Dentre as competências que devem ser trabalhadas, os PCN (BRASIL, 1998) apontam para aquelas mais ligadas ao caráter

intrínseco do conhecimento físico, como reconhecimento de símbolos, reconhecimento de relações de causa e efeito, reconhecimento de modelos físicos microscópicos, entre outras. O professor poderá fazer escolhas de acordo com as outras competências a serem trabalhadas, ligadas aos aspectos contextuais selecionados.

12. Para se conduzir um ensino de forma compatível com uma promoção das competências gerais, é importante tomar como ponto de partida situações mais próximas à realidade do aluno. O primeiro passo de um aprendizado contextualizado pode vir da escolha de fenômenos, objetos e coisas do universo vivencial. Problemas do mundo real tendem a propiciar, freqüentemente, soluções mais criativas e são presumivelmente mais significativos e motivadores que problemas artificiais.

13. Existe uma necessidade de que a escola verifique os conceitos mediados e suas respectivas práticas educativas. Os PCN+ (BRASIL, 2002) sugerem temas estruturadores que pronunciam competências e conceitos e apontam para novas práticas pedagógicas.

14.

15. Os temas sugeridos são:

16.

17. Tema 1: Movimento, variações e conservações (unidades temáticas: fenomenologia cotidiana, variação e conservação da quantidade de movimento, energia e potência associadas aos movimentos, equilíbrios e desequilíbrios).

18. Tema 2: Calor, ambiente e usos de energia (unidades temáticas: fontes e trocas de calor, tecnologias que usam calor: motores e refrigeradores, o calor na vida e no ambiente, energia: produção para uso social).

19. Tema 3: Som, imagem e informação (unidades temáticas: fontes sonoras, formação e detecção de imagens, gravação e reprodução de sons e imagens, transmissão de sons e imagens).

20. Tema 4: Equipamentos elétricos e telecomunicações (unidades temáticas: aparelhos elétricos, motores elétricos, geradores, emissores e receptores).

21. Tema 5: Matéria e radiação (unidades temáticas: matéria e suas propriedades, radiações e suas interações, energia nuclear e radioatividade, eletrônica e informática).

22. Tema 6: Universo, Terra e vida (unidades temáticas: Terra e sistema solar, o universo e sua origem, compreensão humana do universo).

23. Esses temas e suas unidades temáticas permitem o desenvolvimento de competências mais específicas, que assinalam o objetivo da aprendizagem e servem de parâmetro para o professor avaliar suas práticas em sala de aula e verificar se estão sendo abordadas as competências esperadas. Desses temas estruturadores, é possível extrair, dentro da **temática 5**, conceitos disciplinares significativos para o estudo de Física de Partículas, de forma contextualizadora e interdisciplinar.

24. Esta SDI foi organizada em 06(seis) Unidades Didáticas (UD) de acordo com os PCN+ (BRASIL,2002) e reorganizadas para um melhor planejamento e compreensão dos conceitos distribuídos nas mesmas. A organização destas seis UD estruturantes foi concebida para um semestre letivo de aplicação, sendo utilizadas as idades temáticas contidas nos PCN+ como orientação para o planejamento semestral. A organização da SDI obedece a uma mera separação com fins explicativos. Não representa uma ordem temporal dos conceitos a serem mediados. Entretanto, essa separação pode ajudar a iluminar alguns fatores negligenciados na maneira tradicional de ensinar a Física de Partículas.

25. Como guia de planejamento, as UD foram organizadas para um semestre, conforme mostra a tabela abaixo:

26. PARTÍCULAS ELEMENTARES E INTERAÇÕES: UMA PROPOSTA DE ENSINO E APRENDIZAGEM ATRAVÉS DE UMA SEQUENCIA DIDÁTICA INTERATIVA

27. Unidades Didáticas	28. Nome da Unidade Didática
29. Unidade Didática 1	30. Leitura, interpretação de livros sugeridos: “O Discreto Charme das Partículas Elementares” e “O Mágico dos Quarks”.
31. Unidade Didática 2	32. Descobrimo e conceitualizando cada Partícula e Antipartícula através de pesquisas na Internet.
33. Unidade Didática 3	34. Construção de um Mapa Conceitual com os alunos em forma de Árvore.
35. Unidade Didática 4	36. Uso de vídeos para aprimorar o conhecimento – “O Discreto Charme das Partículas Elementares”
37. Unidade Didática 5	38. Utilização do Jogo Virtual “SPRACE GAME” como método de estudo.
39. Unidade Didática 6	40. Produção Textual sobre a Física de Partículas e suas Interações em Forma de História em Quadrinhos.

41. Tabela 1: Organização semestral das UD's.

42.

43. Para dar existência a essa proposta, descrevemos as competências e habilidades a serem desenvolvidas, conforme divulgado nos documentos brasileiros e objetivos que almejamos alcançar ao final da execução da mesma. Em seguida, apresentamos o planejamento da SDI e suas referentes UD e seus respectivos anexos.

44.

45. **COMPETÊNCIAS E HABILIDADES**

46.

47. Segundo os PCN+ (2002), as Competências e Habilidades a serem desenvolvidas em Física no Ensino Médio são:

48. **Representação e comunicação:**

49. • Compreender enunciados que envolvam códigos e símbolos físicos. Compreender manuais de instalação e utilização de aparelhos.

50. • Utilizar e compreender tabelas, gráficos e relações matemáticas gráficas para a expressão do saber físico. Ser capaz de discriminar e traduzir as linguagens matemática e discursiva entre si.

51. • Expressar-se corretamente utilizando a linguagem física adequada e elementos de sua representação simbólica. Apresentar de forma clara e objetiva o conhecimento apreendido, através de tal linguagem.

52. • Conhecer fontes de informações e formas de obter informações relevantes, sabendo interpretar notícias científicas.

53. • Elaborar sínteses ou esquemas estruturados dos temas físicos trabalhados.

54.

55. **Investigação e compreensão:**

56.

57. • Desenvolver a capacidade de investigação física. Classificar, organizar, sistematizar. Identificar regularidades. Observar, estimar ordens de grandeza, compreender o conceito de medir, fazer hipóteses, testar.

58. • Conhecer e utilizar conceitos físicos. Relacionar grandezas, quantificar, identificar parâmetros relevantes. Compreender e utilizar leis e teorias físicas.

59. • Compreender a Física presente no mundo vivencial e nos equipamentos e procedimentos tecnológicos. Descobrir o “como funciona” de aparelhos.

60. • Construir e investigar situações-problema, identificar a situação física, utilizar modelos físicos, generalizar de uma a outra situação, prever, avaliar, analisar previsões.

61. • Articular o conhecimento físico com conhecimentos de outras áreas do saber científico.

62.

63. Contextualização sócio-cultural:

64.

65. • Reconhecer a Física enquanto construção humana, aspectos de sua história e relações com o contexto cultural, social, político e econômico.

66. • Reconhecer o papel da Física no sistema produtivo, compreendendo a evolução dos meios tecnológicos e sua relação dinâmica com a evolução do conhecimento científico.

67. • Dimensionar a capacidade crescente do homem propiciada pela tecnologia.

68. • Estabelecer relações entre o conhecimento físico e outras formas de expressão da cultura humana.

69. • Ser capaz de emitir juízos de valor em relação a situações sociais que envolvam aspectos físicos e/ou tecnológicos relevantes.

70.

71.OBJETIVOS

72.

73.OBJETIVOS GERAIS

74.

- ✓ Contribuir para a implantação do tópico “Partículas Elementares e Interações” no currículo de Física do Ensino Médio Politécnico.
- ✓ Desenvolver uma Sequência Didática Interativa, constituída de 06 Unidades Didáticas, para apoio do professor.
- ✓ Subsidiar e motivar professores de Física a introduzirem em suas aulas tópicos de Física Contemporânea, em especial Partículas Elementares e Interações.

- ✓ Proporcionar aos agentes uma visão mais crítica do desenvolvimento da Física, facilitando o entendimento e aprendizado dos mesmos no assunto abordado, adquirindo assim conhecimentos teóricos e conceituais.
- ✓ Promover momentos de leitura e escrita dentro do componente curricular Física.
- ✓ Relacionar os conceitos físicos com o cotidiano.
- ✓ Estimular a participação e a curiosidade dos alunos.
- ✓ Respeitar diferentes opiniões.
- ✓ Instigar o pensamento crítico e reflexivo sobre Física de Partículas de forma contextualizada.
- ✓ Possibilitar a interação entre educandos e educadores, numa perspectiva dialógica do trabalho a ser realizado.
- ✓ Despertar a atenção dos alunos para os conhecimentos da vida cotidiana que envolvam os conceitos de Física de Partículas.
- ✓ Construir uma proposta dinâmica e de fácil compreensão pelos professores, alunos e a população em geral, para um melhor conhecimento da origem e a evolução da matéria, despertando o interesse no assunto Partículas Elementares e suas Interações.

75.

76.OBJETIVOS ESPECÍFICOS

77.

78.Unidade Didática 1

79.

- ✓ Construir junto com os educandos a partir do conhecimento desenvolvido na Grécia, a idéia de Átomo, até a concepção atual de Partícula Elementar.
- ✓ Conhecer cada partícula, seguindo a cronologia de suas descobertas, conceitualizando as mesmas.
- ✓ Aproximar o leitor do processo científico em que se deram as descobertas das partículas elementares, pelo menos no que concerne à parte experimental, visto que as experiências são descritas usando conceitos de física ensinados no Ensino Médio.

- ✓ Descrever o funcionamento básico dos aceleradores de partículas, explorando as diferentes respostas de partículas carregadas a campos elétricos e magnéticos.
- ✓ Construir com os educandos a idéia clara e precisa do modelo padrão das partículas elementares com suas respectivas famílias.
- ✓ Enfatizar o papel importante das simetrias e leis de conservação, que ajudaram a entender, classificar e descobrir as partículas elementares.
- ✓ Construir e relatar histórias construídas pelos alunos, em relação aos avanços da física moderna, em especial a Física de Partículas.
- ✓ Instigar o pensamento crítico dos agentes, que existem várias questões fundamentais que ainda precisam ser respondidas sobre Física de Partículas (Bóson de Higgs).
- ✓ Promover momentos de leitura e apontamentos dos livros dentro do componente curricular Física.
- ✓ Estimular e promover com os educandos produções textuais sobre as leituras sugeridas.

80.

81. Unidade Didática 2

82.

- ✓ Conhecer e descrever cada partícula e anti-partícula, seguindo a cronologia de suas descobertas, conceitualizando as mesmas.
- ✓ Construir um conhecimento sistematizado nos agentes, sobre a Física de Partículas ou sobre o Modelo Padrão.

83.

84. Unidade Didática 3

85.

- ✓ Explicitar e relacionar aos alunos um mapa conceitual, tendo o Átomo como ponto de partida.
- ✓ Elaborar e construir junto com os alunos um mapa conceitual gigante em forma de árvore.

- ✓ Organizar situações de aprendizagem ressaltando a relevância dos conceitos do Átomo, Partículas e Antipartículas e sua funcionalidade em episódios que ocorrem na vida cotidiana.
- ✓ Acompanhar a evolução do Átomo ao longo do tempo.
- ✓ Explicitar aos alunos que a Física de Partículas explica os fenômenos que acontecem ao nosso redor.
- ✓ Estimular a participação e a curiosidade dos alunos como ferramenta para o aprendizado desses conceitos, de forma agradável e interativa.

86.

87. Unidade 4

88.

- ✓ Estimular a participação e a curiosidade dos alunos, para aprimorar o conhecimentos.
- ✓ Estimar autonomia no pensamento, fazendo uma correlação dos vídeos assistidos com os livros lidos pelos alunos, com a pesquisa na internet e o mapa conceitual.
- ✓ Construir um comparativo e uma análise dos conhecimentos estudados e somados até o momento, com os conhecimentos que serão produzidos pelas mídias.

89.

90. Unidade 5

91.

- ✓ Sanar as dificuldades dos alunos e divulgar o ensino de Física de Partículas.
- ✓ Atualizar os educandos com descobrimentos da estrutura da matéria e a Física de Partículas e superar essa falha na formação dos alunos no último século.
- ✓ Disponibilizar este entretenimento virtual, como ferramenta para o aprendizado desses conceitos, de forma agradável e interativa.
- ✓ Organizar uma situação de aprendizagem alternativa, utilizando um aplicativo um jogo disponível na web.

92.

93. **Unidade 6**

94.

- ✓ Originar momentos de leitura e escrita, dentro do componente curricular Física.
- ✓ Promover autonomia do pensamento, construindo uma produção textual em forma de história em quadrinhos.
- ✓ Organizar uma situação de aprendizagem alternativa em pequenos grupos, utilizando um aplicativo gratuito e disponível na web.

95.

96.

97. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

98.

99. Existe uma lacuna na formação do estudante no que se remete à Física Moderna e Contemporânea, como pode ser visto em Ostermann e Moreira (2001) e Ostermann e Cavalcanti (2001). Isto pode ser rastreado ao livro didático, que em sua grande maioria trata a Física Clássica, estabelecida até o meio do século XIX, deixando pouco espaço para mostrar aspectos mais contemporâneos da Física, com aplicações e implicações no cotidiano da sociedade. Isto torna, segundo alguns autores, as aulas de Física muito distantes da realidade do aluno.

100. Uma das soluções apresentadas envolve a contextualização (RICARDO, 2010), já sugerida nos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2002). Apresentar assuntos ou temas atuais, presentes ou discutidos com frequência na mídia, para possibilitar uma aproximação do estudante aos conceitos científicos é, basicamente, a essência desta ideia. Mackedanz e Nóbrega (2013) trazem um exemplo desta abordagem, partindo do LHC. Contudo, esta dinâmica ainda está mais centrada na preparação do professor, não trazendo contribuições do ponto de vista do estudante-cidadão. Neste sentido, é importante relatarmos a experiência de Pereira (2013), que foca o processo de aprendizagem na produção textual.

101. Neste caso, em especial, o estudante tem uma maior interação com o conteúdo, uma vez que, no lugar de partir da exposição de conteúdos, tem seu ponto de partida na leitura de textos de divulgação científica. Sob este aspecto, apresentar leituras não formais, como a deste tipo de texto, tem se caracterizado como uma estratégia de alcance mais abrangente do que o texto formal, presente no livro didático. A produção de sentido apresentada neste tipo de trabalho foi bem pontuada por Zanotello e Almeida (2007), que apontam

102.

103. a leitura de textos de divulgação científica no ambiente escolar se constitui em uma atividade diferenciada em relação ao desenvolvimento das aulas de física que geralmente se observa nas escolas. Os relatos recolhidos revelam uma variedade de possibilidades de intervenção do professor para auxiliar de modo efetivo no processo de aprendizagem da física e na construção de uma cultura científica por parte dos estudantes(p.437-446).

104.

105. Além disso, explorar o aspecto lúdico do conhecimento para o Ensino Médio, mais ainda do que no Ensino Fundamental, aproveita para mixar a experiência empírica do estudante nos jogos de computador com o conteúdo trabalhado em aula, de maneira a sistematizar alguns conceitos, fixando-os.

106. Neste sentido, apresentamos a seguir o desenho de uma Sequência Didática Interativa trabalhada com estudantes do 3º ano do Ensino Médio, lembrando que no estado do Rio Grande do Sul trabalhamos no contexto Politécnico, onde a disciplina de Física está integrada ao componente curricular Ciências da Natureza e ocorrem os Seminários Integrados, onde se permite um trabalho com a Aprendizagem Baseada em Projetos (SANTORO, BORGES e SANTOS, 2001a).

107.

108. **PLANEJAMENTO DAS UNIDADES DIDÁTICAS**

109.

109.1. **UNIDADE DIDÁTICA 1:** CONHECIMENTOS PRÉVIOS, INTRODUÇÃO, LEITURA, INTERPRETAÇÃO E APRESENTAÇÃO DOS LIVROS SUGERIDOS SOBRE PARTÍCULAS ELEMENTARES.

110.

✓ 1ª Semana e 2ª Semana

111. **Objetivos:**

112.

- Investigar através de um questionário os conhecimentos prévios dos estudantes acerca do assunto Física de Partículas e Interações, a fim de conhecer os conhecimentos prévios através de situações-problemas. (Em anexo).
- Introduzir os conceitos gerais sobre Partículas Elementares e Interações através de slides e artigos científicos que tratam sobre o assunto abordado. (Em anexo).
- Instigar os alunos sobre o assunto, comunicando que as mesmas serão respondidas ao longo das Unidades Didáticas.

113.

114. **Procedimentos**

115.

116. Inicialmente é introduzido o assunto Física de Partículas e Interações aos alunos comentando com os mesmos que nestas aulas será respondido um questionário prévio para analisarmos o nível de conhecimento dos mesmos sobre o assunto abordado. Depois de respondidas as questões, os alunos assistem slides introdutórios sobre o assunto, fazendo que o tema fique mais curioso interessante. Ainda nesta unidade, apresenta-se artigos sugeridos que falam sobre as Partículas Elementares, sendo que pode ser organizado pequenos grupos para se fazer a leitura e apontamentos de dúvidas discutidas entre os colegas. Debate-se em grande grupo os artigos sugeridos.

117.

✓ 3ª Semana, 4ª Semana, 5ª Semana e 6ª Semana.

118.

119. **Objetivos:**

120.

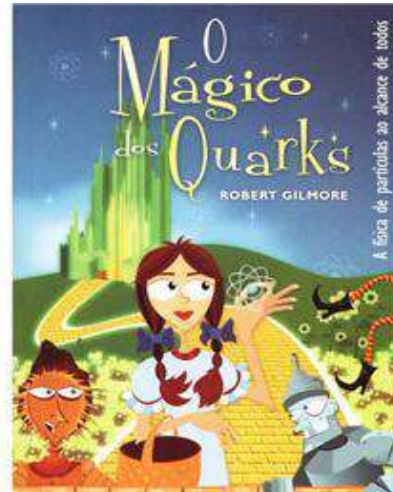
- Problematizar sobre os conceitos de Átomo, Partículas Elementares, Anti-partículas e interações expondo as diferenças entre os mesmos para a compreensão dos mesmos.
- Explicar os conceitos sobre Física de Partículas de forma contextualizada ao dia-a-dia dos alunos.

121.

122. **Procedimentos**

123.

124. Para construirmos uma proposta didática com os educandos, primeiramente, fazemos a sugestão para os mesmos dos dois livros que abordam o tema “Física de Partículas”. Os livros são “O discreto charme das Partículas Elementares” e “O Mágico dos Quarks”, mostrados na Figura 1.



133.

134. Figura 1 – Livros sugeridos para o ensino da Física de partículas.

135.

136. A primeira sugestão de livro é “O Discreto Charme das Partículas Elementares” de *Maria Cristina Batoni Abdalla*, onde trata de compreender o Universo em seus domínios micro e macroscópico e

construir modelos e teorias que façam a junção destes dois extremos tão distantes e separados por uma enorme ordem de grandeza. Com isso tem sido um dos grandes desafios da Física Teórica das últimas décadas. O segundo livro “O Mágico dos Quarks” de *Robert Gilmore*, é um campeão internacional de vendas. É da alegoria científica e utiliza os personagens de “O mágico de Oz” para explicar de maneira clara e divertida conceitos da física de partículas.

137. As duas sugestões são de linguagem simples, direta, precisa e fluente, com particular charme e estilo, da elegância e da organização que caracterizam o mundo das chamadas partículas elementares e os campos de forças fundamentais que descrevem as suas interações. Após a análise e observação dos livros em pequenos grupos, sugere-se que os alunos façam a leitura, apontamentos e análise dos dois livros. Na sequência, construímos um texto relacionando as principais Partículas Elementares e Interações.

138. A construção deste texto em pequenos grupos deverá levantar os primeiros entendimentos dos jovens sobre o átomo e as partículas elementares, esclarecendo assuntos relevantes, provocando uma real aprendizagem, ou seja, torná-la dinâmica, atraente, significativa e atualizada para os educandos, realizando uma dinâmica de trabalho confortável, onde os alunos constroem seus próprios conhecimentos. A ideia é fazer com que cada grupo apresente seu texto de forma criativa, elaborando cartazes, PowerPoint, dramatização, dentre outros.

139. Assim as hipóteses são feitas a partir de investigações, leituras, bate-papos e, por fim, resumem-se tudo isso em pontos de partida para a construção e ampliação do conhecimento (PORTES, 2010). A sugestão é que estas atividades levariam um conjunto de 08 aulas, com duração de 48 minutos cada uma.

140.

✓ 7ª Semana e 8ª Semana.

141.

142.

Objetivos

- A partir da leitura dos livros sugeridos, questionar os alunos durante a explanação a respeito do tema abordado, relacionando e explicando os conceitos sobre Física de Partículas.
- Avaliar a aprendizagem dos alunos desta Unidade Didática.

143.

144. **Procedimento**

145.

146. A partir da problematização gerada, o professor organiza a forma das apresentações dos pequenos grupos sobre a leitura, interpretação e análise dos livros. O mesmo pode interferir nas apresentações dos grupos sempre que achar necessário, para acrescentar no aprendizado do educando, retomando a discussão sempre no grande grupo.

147. Fica a critério de o professor encontrar a melhor forma de avaliar seus alunos, porém sugerimos que seja de forma construtiva, analisando os critérios abordados no texto escrito como também, no momento da explanação oral. Nesta atividade será necessário 04 aulas, com duração de 48 minutos cada uma.

148.

148.1. UNIDADE DIDÁTICA 2: DESCOBRINDO E CONCEITUALIZANDO CADA PARTÍCULA E SUA ANTIPARTÍCULA ATRAVÉS DE PESQUISAS NA INTERNET

149.

✓ 1ª Semana e 2ª Semana

150.

151. **Objetivos**

152.

- Fazer uma análise dos conhecimentos até aqui gerados nos educandos e neles estimular o gosto pela descoberta e de cada partícula e sua antipartícula conceitualizando-as.
- Avaliar a aprendizagem dos alunos no final desta Unidade Didática.

153.

154. **Procedimentos**

155. Nesta Unidade Didática, propomos aos alunos uma pesquisa na web em sites diversos sugeridos e a critério do professor. Em pequenos grupos, utilizando o laboratório de informática da escola, os mesmos descobrem e conceituam cada partícula e sua antipartícula. Nestas aulas, o professor pode ter uma ideia da quantidade expressiva de conhecimentos que os educandos ainda não possuem, ou seja, conhecimento sistematizado sobre a Física de Partículas ou sobre o Modelo Padrão. O professor deve tomar cuidado, pois aqui muitas das informações apresentadas pelos alunos podem ser equivocadas, ou sem fundamento teórico.

156. Para desenvolver esta atividade, sugerimos 04 (quatro) horas aulas de 48 minutos cada uma, sendo duas das aulas, para pesquisa e outras duas aulas para discutir as ideias em forma de seminário. O relato dos alunos é muito importante neste momento, sempre com intervenções do professor/mediador, pois aqui ele poderá demonstrar seu aprendizado de forma sistematizada e esquematizada. O professor aqui pode avaliar o nível de conhecimento adquirido ou não, pelos educandos nesta Unidade Didática, através da coleta de um esquema que os pequenos grupos produziram e pelas explicações orais do relator de cada grupo.

157.

157.1. **UNIDADE DIDÁTICA 3: CONSTRUINDO UM MAPA CONCEITUAL EM FORMA DE ÁRVORE CARACTERIZANDO CADA PARTÍCULA**

158.

- ✓ 1ª Semana, 2ª Semana, 3ª semana e 4ª Semana

159.

160. **Objetivos**

161.

- Construir, caracterizar junto com os alunos um sentido figurado para cada Partícula Elementar.
- Confeccionar um Mapa Conceitual com os alunos em forma de árvore para organizar os conhecimentos até o momento.
- Transformar as aulas de Física prazerosa e divertida.
- Avaliar a aprendizagem dos alunos no final desta Unidade Didática.

162.

163.

164. **Procedimentos**

165.

166. Nesta Unidade Didática, aos alunos tem a oportunidade de demonstrar o seu lado artístico, construindo ilustrações variadas, dando forma para o Átomo, suas Partículas e Anti-partículas. Porém o professor deve deixar bem claro aos alunos, que as partículas não se caracterizam desta forma como pensaram e ilustraram, ou seja, o Átomo, as Partículas Elementares e as Anti-partículas não tem formas definidas. Somente é um método que sugerimos, para que o estudo do tema se torne mais prazeroso e as aulas de Física mais dinâmicas. O material utilizado para a confecção das ilustrações foi o EVA, pois achamos que é um material de boa qualidade, de fácil manuseio, com cores variadas e de baixo custo. O tamanho das mesmas fica a critério do professor, porém para que a dinâmica se torne significativa para o aluno e de forma organizada, sugere-se uma medida padrão 25 cm x 25 cm cada elemento.

167. Na sequência, após os educandos ter construído e confeccionado as Partículas, eles juntos elaboram o Mapa Conceitual ampliado, colando as partículas confeccionadas em uma árvore, com

diversos recortes como: folhas, caule, galho. As partículas devem ficar distribuídas conforme a orientação do professor e a pesquisa feita pelos alunos. A proposta é construir uma árvore gigantesca em forma de Mapa Conceitual. O material para confeccionar o painel/pôster pode ser de tecido (TNT), com 2,5 metros de altura por 1 metro de largura. A partir da figura do Átomo, que ficaria no caule, se inicia o mapa, seguindo de suas primeiras particularidades: o próton, nêutron e elétron, que seriam as ramificações (galhos). Em seguida as suas famílias e suas referidas partes sugeridas de acordo com as descobertas concretizadas até o momento mediadas pelo educador. Assim concluída a colagem das partículas, galhos e folhas pelos educandos, o mesmo deverá passar por uma análise final do mediador. Destaca-se que, para a construção do mapa, já temos produções textuais dos alunos, que podem ser utilizadas e dar sentido às informações apresentadas. A elaboração do mapa permite manifestações artísticas em suas representações.

168. É importante após a realização desta atividade solicitar aos educandos que relatem/comentem em poucas palavras, para o docente como foi sua aprendizagem nesta atividade. Sugerimos 08 (oito) horas aulas de 48 minutos cada uma, para a confecção das partículas e da árvore, sendo que uma delas será para a confecção do relatório de avaliação e outros esclarecimentos que surgirem.

169.

169.1. UNIDADE DIDÁTICA 4:O USO DE VÍDEOS PARA APRIMORAR O CONHECIMENTO – “O DISCRETO CHARME DAS PARTÍCULAS ELEMENTARES

170.

✓ 1ª Semana e 2ª Semana

171.

172. Objetivos

173.

- Aprimorar e estimular o pensamento crítico do ambiente fragmentado em que vivem através de vídeos produzidos pela TV Cultura “O Discreto Charme das Partículas Elementares”, fazendo com que o aluno reflita sobre suas ações e práticas dentro da problemática estudada, de forma contextualizada, aperfeiçoando seu conhecimento.
- Construir junto com os alunos um comparativo e uma análise dos conhecimentos estudados até o momento somados com os conhecimentos que serão produzidos pelas mídias.
- Avaliar a aprendizagem dos alunos no final desta Unidade Didática.

174.

175. **Procedimentos**

176.

177. Inicialmente o professor poderá apresentar o nome dos vídeos aos alunos “ O Discreto Charme das Partículas Elementares”, exibido pela TV Cultura, onde explica o universo da Física Subatômica. A série destaca 05 (cinco) vídeos (I, II, III, IV e V), sendo que cada um leva em torno de 10 minutos cada. Em cada série pode ser feita uma pausa para discussões, relatos e apontamentos. O professor pode fazer uma correlação dos vídeos assistidos com os livros lidos pelos alunos, com a pesquisa na internet e mapa conceitual construído pelos alunos, buscando explorar contextos abrangendo o desenvolvimento da ciência, altos investimentos financeiros das tecnologias e a vida de cientista. Após ter assistida a série de cinco vídeos, sugere-se que o educador faça junto com os educandos uma análise sintetizada oralmente e escrita, estabelecendo apontamentos dos conhecimentos estudados até o momento, somados com as informações que serão produzidas pelas mídias. Sugerimos 04 (quatro) horas aulas de 48 minutos cada uma, para a visualização dos vídeos e comentários complementares para construir a sistematização sugerida.

178.

179.

180.

**180.1. UNIDADE DIDÁTICA 5:UTILIZAÇÃO DO JOGO VIRTUAL
“SPRACE GAME” COMO MÉTODO DE ESTUDO**

181.

✓ 1ª Semana e 2ª Semana

182.

183. Objetivos

184.

- Atualizar os educandos do Ensino Médio com descobrimentos da estrutura da matéria e a Física de Partículas e superar essa falha na formação dos alunos no último século.
- Fazer com que os alunos concretizem o aprendizado em Física de Partículas, disponibilizando um entretenimento virtual como ferramenta para o ensino de Física contemporâneo.
- Introduzir o uso das mídias nas aulas de Física.
- Avaliar a aprendizagem dos alunos no final desta Unidade Didática.

185.

186. Procedimentos

187.

188. Esta proposta de jogo pode ser utilizada pelos alunos no laboratório de informática da escola ou até mesmo ser baixado em seu próprio laptop. Ele é gratuito e está disponível em linguagem Java na página <http://www.sprace.org.br/SPRACE/sprace-game>. Uma solução encontrada para diminuir a defasagem de conhecimento foi a criação de um jogo educativo que permite ao jogador aprender os conceitos básicos sobre a composição da matéria através da tarefa de construir partículas subatômicas a partir de seus constituintes mais fundamentais. Reduzido à escala subatômica, o pequeno demiurgo comanda uma nave miniaturizada e tem como uma de suas primeiras missões capturar

partículas, usando um sofisticado “campo de energia” e, em seguida, levá-las ao laboratório para que sejam analisadas. O educando enquanto se diverte cumprindo essas missões acaba aprendendo conceitos de partículas elementares. A primeira versão do jogo foi desenvolvida no Brasil, patrocinada pelo SPRACE e com o apoio financeiro do CNPq, através do edital de “Apoio a Projetos de Difusão e Popularização da Ciência e Tecnologia”. Nessa versão o jogo foi produzido pela empresa de consultoria brasileira Summa Technology+Business e desenvolvido pela Black Widow Games Brasil. A segunda versão do jogo também foi desenvolvida no Brasil, patrocinada pelo SPRACE e com o apoio da FAPESP, através do Projeto Temático nº 2013/01907-0. Nessa versão a produção e desenvolvimento foram feitos pela Black Widow Games Brasil.

189. Com o intuito de sanar as dificuldades dos alunos e divulgar o ensino de Física de Partículas no Ensino Médio, disponibilizaremos este entretenimento virtual aos alunos como ferramenta para o ensino de Física de Partículas contemporâneo. Sugerimos 04 (quatro) horas aulas de 48 minutos cada uma, para o manuseio e entendimento do jogo.

190.

190.1. UNIDADE DIDÁTICA 6:PRODUÇÃO TEXTUAL SOBRE A FÍSICA DAS PARTÍCULAS E SUAS INTERAÇÕES EM FORMA DE HISTÓRIA EM QUADRINHOS

191.

✓ 1ª Semana, 2ª Semana e 3ª Semana

192.

193. Objetivos

194.

- Fazer com que os alunos concretizem o aprendizado em Física de Partículas, disponibilizando um entretenimento virtual, literário e lúdico como ferramenta para o ensino de Física contemporâneo.
- Introduzir e incentivar o uso de produção textual das nas aulas de Física.

- Valorizar os conceitos através de desenhos artísticos construindo um aprendizado intenso, concreto e encantador para os alunos.
- Construir junto com os educandos histórias em quadrinhos sobre Física de Partículas, a fim de mostrar aos mesmos como é divertido o mundo da Física.
- Conhecer melhor a origem e a evolução da matéria, despertar o interesse sobre o assunto Partículas Elementares e Interações. Avaliar a aprendizagem dos alunos no final desta Unidade Didática.

195.

196. Procedimentos

197.

198. Com a finalidade de atingirmos os objetivos da proposta, o projeto culmina em uma produção literária em forma de história em quadrinhos. Esta produção seria construída pelos alunos em pequenos grupos, em sala de aula usando os laptops dos alunos ou até mesmo, o laboratório de informática da escola, se disponível. Existe um programa gerador de história em quadrinhos chamado Hagaquê. Ele está disponível para download na página <http://www.nied.unicamp.br/?q=content/hagáquê>. Este software de história em quadrinhos foi produzido por um programa de iniciativa da Unicamp, coordenado pela professora Heloísa Vieira da Rocha e teve apoio da CNPQ e FAPESP, tendo início em Julho de 1999 e término em agosto de 2003.

199. Todos nós conhecemos o caráter lúdico das histórias em quadrinhos (HQs) e muitos a consideram uma forma de arte. Além de entreter, as HQs podem auxiliar no processo de ensino-aprendizagem dos mais diversos conceitos estudados. Baseado nestas características positivas das HQs, surgiu a proposta de trabalhar com o software HagáQuê, com fins pedagógicos. A proposta foi desenvolvida de modo a facilitar o processo de criação de história em quadrinhos por jovens com recursos suficientes para não limitar sua imaginação. Existem também outros programas disponíveis gratuitamente para fazer download da internet. Outra sugestão seria o professor orientar seus alunos a construírem seus próprios desenhos manualmente, criando balões,

formando textos e ilustrando sua história. Cada grupo tornar-se responsável por uma parte da história representada através de história em quadrinhos. Para dar conclusão a Unidade Didática, cada grupo apresenta sua história em quadrinhos para o restante dos colegas e para o professor. Sugerimos 06 (seis) horas aulas de 48 minutos cada uma, para a construção das histórias em quadrinhos e a sistematização dos conceitos adquiridos para os demais colegas da turma e ao professor.

200.

201. **POTENCIALIDADES DO PRODUTO**

202.

203. Procuramos, ao longo do produto, observar diversos estilos de explanação e representações: a formal, a empírica e a histórica. Também desse modo, abordamos nesta proposta uma situação problema atualizada no contexto do Ensino de Física, com um visual contemporâneo e didático. Buscamos argumentar sobre a importância do Ensino de Física nas escolas. Sendo assim, desenvolvida a proposta, acredita-se que terá um significado aos conceitos, modelos, teorias e metodologias da física.

204. No questionário inicial procuramos informações acerca dos subsunçores presentes na estrutura cognitiva dos alunos. Esse questionário foi de grande importância, pois a partir da identificação dos conhecimentos prévios dos alunos elaboramos as atividades presentes na Sequencia Didática Interativa, desenvolvidas durante o decorrer das aulas.

205. Por outro lado, ousamos afirmar que atividades de leitura e interpretação têm mostrado em diversos trabalhos com alunos em diferentes campos do saber, que são possíveis caminhos ao ensino da Física de contextualizada, estimulando o hábito de leitura constantemente, transcendendo à compreensão de ensino expositivo e da aprendizagem significativa.

206. O potencial dos mapas conceituais abordados para medir o conhecimento dos alunos é muito amplo. Apesar disso, os mesmos precisam de períodos mais longos para aprender a usar essa ferramenta com precisão. Por isso é muito importante a exposição dos mapas aos colegas e ao professor, pois possibilita o estudante repensar sua tarefa. Portanto, com a apreciação do mapa e o comentário do seu agente, é possível avaliar melhor o verdadeiro conhecimento dos conceitos que acercar-se. Reforçamos ainda a importância de se investir no trabalho com mapas conceituais, pois é um instrumento para contribuir com uma aprendizagem significativa dos conceitos referente ao tema escolhido.

207. É importante ter claro que a aprendizagem significativa é progressiva. O professor deve criar estratégias de ensino que envolvam recursos tecnológicos auxiliando no processo educativo como um todo. E ainda chamamos a atenção da necessária participação ativa dos educandos neste processo educativo.

208.

209.

210.

211.

212.

213.

214.

215.

216.

217.

218.

219.

220.

221.

222.

223.

224.
225.
226.
227.
228.
229.
230.
231.

232. ANEXOS

233.

234.
235.
236.
237.
238.
239.
240.
241.
242.
243.
244.
245.
246.
247.
248.
249.
250.

1) Questionário Pré-Teste



251.

252. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE
INSTITUTO DE MATEMÁTICA, ESTATÍSTICA E FÍSICA- IMEF
253. MNPEF- MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO
254. DE FÍSICA

255. Questões para Pré-teste

256. **Assunto abordado:** Partículas Elementares

257. **Escola:** Escola Estadual de Educação Básica Professor Joaquim José Felizardo

258. **Local:** Santa Rosa (RS)

259. **Professora Pesquisadora:** Valéria Bonetti Jerzewski

260.

261. **A) Assinale a resposta que julgar correta e justifique sua resposta.**

262.

263. 1) Como você define um átomo?

264.

265. a) A menor porção da matéria que caracteriza um ser vivo.

266. b) Uma partícula indivisível formada por prótons, elétrons e nêutrons.

267. c) Uma partícula básica da matéria.

268. d) A menor parte da matéria.

269. e) Nenhuma das respostas anteriores.

270. Justifique sua

resposta _____

271.

272. 2) Um átomo é composto por:

273.

274. a) Prótons, elétrons e nêutrons.

275. b) Léptons e quarks.

276. c) Partícula alfa e beta.

277. d) Partículas positivas e negativas.

278. e) Nenhuma das respostas anteriores.

279. Justifique sua
resposta _____

280.

281. 3) Dê o melhor conceito para os prótons.

282.

283. a) Partículas elementares porque são constituintes dos átomos.

284. b) Partículas elementares porque são indivisíveis.

285. c) Partículas elementares porque possuem carga elétrica $+e$.

286. d) Partículas constituídas por quarks.

287. e) Nenhuma das respostas anteriores.

288. Justifique sua
resposta _____

289.

290. 4) O que são elétrons?

291.

292. a) Partículas elementares porque são indivisíveis.

293. b) Partículas elementares porque possuem carga elétrica $-e$.

294. c) Partículas elementares porque são constituintes dos átomos.

295. d) São partículas elementares pois sua massa é muito pequena comparada com a do próton.

296. e) Nenhuma das respostas anteriores.
297. Justifique sua
resposta _____
- 298.
299. 5) Qual a melhor definição para nêutrons?
- 300.
301. a) São partículas elementares porque são indivisíveis.
302. b) Partículas elementares pois sua carga elétrica é zero.
303. c) Partículas elementares porque sua massa é aproximadamente a mesma do próton.
304. d) São partículas compostas por quarks.
305. e) Nenhuma das respostas anteriores.
306. Justifique sua
resposta _____
- 307.
308. 6) Um modelo atômico é:
- 309.
310. a) Uma representação, constituída pelos cientistas, da estrutura dos átomos.
311. b) Um modelo usado como referência para fazer cálculos matemáticos.
312. c) Um modelo raciocinado para átomos de número atômico pequeno.
313. d) Um modelo em forma de esquema.
314. e) Nenhuma das respostas anteriores.
315. Justifique sua
resposta _____
- 316.

317. 7) Como se constitui um modelo atômico?
- 318.
319. a) Pela imaginação de cientistas.
320. b) Por meio de observações da natureza.
321. c) Por meio de observações experimentais.
322. d) Associando fenômenos experimentais e teorias que se ajustam.
323. e) Nenhuma das respostas anteriores.

324. Justifique sua
resposta _____

325.

326. 8) O modelo atômico mais aceito atualmente é:

327.

328. a) Thomson.
329. b) Rutherford.
330. c) Bohr.
331. d) Quântico.
332. e) Nenhuma das respostas anteriores.

333. Justifique sua
resposta _____

334.

335. 9) Defina partícula elementar.

336.

337. a) Um átomo.
338. b) Um conjunto de prótons.
339. c) A menor porção da matéria conhecida.
340. d) Um conjunto de elétrons.

341. e) Nenhuma das respostas anteriores.
342. Justifique sua
resposta_____
- 343.
344. 10) Como são encontradas as partículas elementares?
- 345.
346. a) Por um microscópio.
347. b) Pela observação na natureza.
348. c) Por meio de observação direta com o auxílio de aceleradores de partículas, câmaras de bolhas, detectores de raios cósmicos, entre outros.
349. d) Telescópios espaciais.
350. e) Nenhuma das respostas anteriores.
351. Justifique sua
resposta_____
- 352.
353. 11) O que é um quark?
- 354.
355. a) Uma partícula elementar que constitui a matéria.
356. b) Um átomo ionizado.
357. c) Uma característica das partículas elementares.
358. d) Um conjunto de prótons.
359. e) Nenhuma das respostas anteriores.
360. Justifique sua
resposta_____
- 361.
362. 12) Qual a quantidade de quarks que existem?

363.

364. a)01 (um)

365. b)04 (quatro)

366. c)06 (seis)

367. d)08 (oito)

368. e) Nenhuma das respostas anteriores.

369. Justifique sua
resposta_____

370.

371. 13)O que é um lépton?

372.

373. a)Um átomo ionizado.

374. b)Uma partícula elementar que constitui a matéria.

375. c)Uma característica das partículas elementares, assim como a carga elétrica.

376. d)Um conjunto de elétrons.

377. e) Nenhuma das respostas anteriores.

378. Justifique sua
resposta_____

379.

380.

381.

382. 14)Quantos léptons existem?

383.

384. a)01 (um)

385. b)04 (quatro)

386. c)06 (seis)
387. d)08 (oito)
388. e) Nenhuma das respostas anteriores.
389. Justifique sua
resposta_____
- 390.
391. 15)Qual (quais) é (são) a (s) partícula (s) elementar (es) de acordo com o Modelo Padrão?
- 392.
393. a)Prótons, elétrons e nêutrons.
394. b)Léptons e quarks.
395. c)Apenas o elétron.
396. d)Apenas o fóton.
397. e)Nenhuma das respostas anteriores.
398. Justifique sua
resposta_____
399. 16)Quais seriam as partículas mediadoras das interações fundamentais da Natureza?
- 400.
401. a)Alfa e beta.
402. b)Prótons, elétrons e nêutrons.
403. c)Glúons, fótons, partículas Z e W e o Gráviton.
404. d)Partículas positivas.
405. e) Nenhuma das respostas anteriores.
406. Justifique sua
resposta_____
- 407.

408. 17)O que é o gráviton?
- 409.
410. a)Uma partícula elementar como o próton.
411. b)As partículas que compõem o nêutron.
412. c)A partícula responsável pela carga elétrica dos átomos.
413. d)Partícula mediadora da interação gravitacional.
414. e) Nenhuma das respostas anteriores.
415. Justifique sua
resposta_____
- 416.
417. 18)O que é o Bóson de Higgs?
- 418.
419. a)É uma partícula que interage fortemente com a matéria.
420. b)É uma das partículas que formam os átomos.
421. c)Têm muitos estudos que esta partícula seria a responsável pela
massa das demais partículas elementares.
422. d)Forma os prótons.
423. e) Nenhuma das respostas anteriores.
424. Justifique sua
resposta_____
- 425.
426. 19)O que são mésons?
- 427.
428. a)Partículas responsáveis pelas interações entre prótons e
elétrons.
429. b)Partículas mediadoras da interação forte residual.
430. c)Uma das partículas que compõem o nêutron.

431. d) Partículas com carga elétrica equivalente a metade da carga elétrica de elétrons e prótons.
432. e) Nenhuma das respostas anteriores.
433. Justifique sua resposta _____
- 434.
435. 20) O que são antipartículas?
- 436.
437. a) Partículas responsáveis pelas interações fundamentais da natureza.
438. b) Partículas com todas as características contrárias a de sua correspondente na matéria.
439. c) Partículas iguais as suas correspondentes da matéria, mas com carga elétrica oposta.
440. d) Partículas responsáveis por interações entre dois corpos.
441. e) Nenhuma das respostas anteriores.
442. Justifique sua resposta _____
- 443.
444. 21) O que é o Large Hadron Collider (LHC)?
- 445.
446. a) Um telescópio espacial.
447. b) Um experimento capaz de criar buracos negros com um campo gravitacional tão intenso quanto os existentes no espaço sideral.
448. c) Uma nova teoria para explicar a origem do universo.
449. d) Um acelerador de partículas projetado para recriar as condições encontradas instantes após o Big Bang.
450. e) Nenhuma das respostas anteriores.

451. Justifique sua
resposta_____

452.

453. 22) Você representaria o tamanho de um átomo por notação científica?

454.

455.

456. a)Sim.

457.

458. b)Não.

459.

460. c) O átomo não, mas uma partícula elementar sim.

461.

462. d) O átomo não tem definição de tamanho, pois nunca foi medido.

463.

464. e) Nenhuma das respostas anteriores.

465. Justifique sua
resposta_____

466.

467.

468.

469.

470.

471.

472.

473.

474.

475.

476.

477.

478. **Mapa Conceitual Construído como Referência.**

479.



481.
482.
483.
484.
485.
486.
487.
488.
489.
490.
491.
492.
493.
494.
495.
496.
497.
498.
499.
500.
501.
502.
503.
504.
505.
506.
507.
508.
509.
510.
511.
512.
513.
514.
515.
516.

517.

518. **Texto base para auxiliar o professor.**

519.

520. **A INTERVENÇÃO DO PROFESSOR NOS MAPAS CONCEITUAIS
DOS ALUNOS**

521. Rosália Procasko Lacerda

522.

523. Você já imaginou poder compreender melhor como seus alunos estão aprendendo? Normalmente, em sala de aula, temos dificuldades em acompanhar como cada um está construindo suas aprendizagens. Algumas tarefas nos dificultam essa observação ou porque não retratam como o aluno está pensando ou porque não dão condições ao professor de atender cada aluno individualmente. Seria fundamental, portanto, que o professor usasse de estratégias para acompanhar como o aprendiz elabora e organiza o conhecimento.

524. Há várias formas de organizar e representar o conhecimento. Geralmente o fazemos por meio da elaboração de um texto, o que exige determinado esforço cognitivo, já que além do conhecimento a ser sintetizado, temos de nos preocupar com a estruturação das idéias, a organização seqüencial, a observância de regras e a forma do texto.

525. Os mapas conceituais são uma forma de representação do conhecimento que parte de conceitos ou palavras-chave sobre determinada temática, representando, assim, o conjunto de significações que construímos sobre tal assunto. A partir dos conceitos ou palavras-chave selecionados, estabelecemos ligações por meio de proposições. A proposição nada mais é do que a ligação, através de uma ação, entre dois conceitos. Representamos os conceitos, no mapa conceitual, por meio de substantivos e as ligações, através dos verbos. O mapa pode apresentar-se de uma forma simples e ser estruturado de forma bastante pessoal. O que importa é que sempre comporta novas ligações, podendo complexificar-se a qualquer nova versão, levando-se em conta que nosso conhecimento evolui.

526. GAVA et ali estabelecem uma comparação entre a representação do conhecimento através do mapa conceitual e o hipertexto. Ao representar-se a informação em linguagem hipertextual, está-se libertando o leitor da linearidade, uma vez que pode acessar qualquer informação sem ater-se a uma ordem seqüencial pré-determinada. Essa forma de apresentar a informação assemelha-se ao funcionamento do pensamento, o qual é associativo por natureza. Tal associação é representada, no hipertexto, por meio dos “nós” ou ligações. Os mapas conceituais, portanto, são uma ferramenta meta cognitiva uma vez que nos auxiliam a compreender como se processa o pensamento.

527. Qual será, então, a função do mapa conceitual para o professor? O mapa explicita as relações e as implicações que o aluno estabelece entre os conceitos e noções pertinentes ao conhecimento em observação, seja em relação a determinado conteúdo proposto, seja em relação a uma dúvida que gera um projeto de aprendizagem. Tais relações e implicações se materializam no mapa por meio das construções conceituais que o aluno elabora, podendo, dessa forma, o professor observar como o aprendiz opera cognitivamente, ou seja, como identifica, seleciona, analisa, relaciona, ordena, infere, aplica, antecipa elementos e conceitos envolvidos em determinada temática ou área do conhecimento. Muitas vezes, essas operações são inacessíveis à observação direta ou ao controle do professor justamente porque a tarefa não permite inferir-se ou interpretar os dados relacionados à como o aluno está aprendendo. Já o mapa conceitual, é uma tarefa que possibilita “fotografar” a representação do conhecimento do aluno desde seu ponto inicial até as modificações em suas várias versões. Dessa forma, os mapas podem expressar certezas e, também, dúvidas na medida em que essas representam a provisoriedade do conhecimento e as transformações no percurso da aprendizagem.

528. Mas é importante considerar que o mapa não substitui o texto nem a verbalização. O que podemos, então, perceber através dos

mapas conceituais? Primeiramente todas as significações do aprendiz em relação ao assunto tematizado no mapa, seja por meio da reconstituição do que conhece previamente, seja a partir do que compreendeu operando e construindo novos conceitos. Em segundo lugar, podemos perceber todas as relações possíveis estabelecidas entre esses conceitos desde aquelas que se referem, conforme Dutra, às características de determinado objeto observado¹, até deduções que dispensam a presença do objeto e conseguem, por exemplo, abarcar relações de causa e de conseqüência entre os conceitos dispostos no mapa. Seguem-se a esse tipo de relações, estruturas mais complexificadas as quais dão conta de razões e justificativas que explicam determinados fatos e fenômenos. Essas relações ficam muito claras, no mapa conceitual, quando o aluno: identifica as características de determinado objeto, relaciona e antecipa elementos que dão conta dos processos de causa e conseqüência e, ainda, quando explica com suas próprias palavras o porquê do funcionamento de algo.

529. Mas como e por que intervir no mapa do aluno? A intervenção do professor se faz necessária tanto para compreender o que o aluno dispôs no mapa como para auxiliá-lo a aperfeiçoar a representação de seu conhecimento na construção das proposições. Há, nesse processo, três aspectos a considerar, quais sejam: 1) a importância da análise da forma e do conteúdo explicitado; 2) a verbalização para a compreensão da lógica das relações estabelecidas; e 3) a promoção de novas versões através das quais o aluno possa ampliar, modificar, excluir ou acrescentar proposições.

530. Quanto ao primeiro aspecto, é fundamental auxiliar o aluno a entender porque se faz um mapa e como se deve construí-lo, deixando claro que o mesmo não substitui o texto, mas que se trata de outra

1

¹ Entendemos aqui por objeto quaisquer conteúdos, conceitos ou noções construídos pelo aluno.

representação das idéias. Primeiramente, então, auxilia-se o aprendiz a selecionar as palavras-chaves (substantivos), as quais serão dispostas no mapa e conectadas por meio de uma ação (verbo). Dessa forma, torna-se mais fácil iniciar a construção do mapa, garantindo-se a formulação das proposições. Então, a primeira intervenção do professor diz respeito a observar se o aluno, de fato, selecionou conceitos e, caso não tenha conseguido, indagá-lo sobre que palavras são fundamentais no entendimento do assunto sobre o qual está construindo o mapa.

531. O segundo aspecto remete à importância da verbalização para o aperfeiçoamento e a compreensão do explicitado no mapa. Ao indagar, o professor dá indicações ao aluno de que perguntas, a partir do mapa, precisam ser respondidas para que realmente compreenda o assunto em foco. Muitas vezes, os alunos não se dão conta sozinhos de que faltam informações no mapa e que algumas proposições podem relacionar-se a outras, transformando-o, assim, em um “emaranhado” de idéias, tal qual funciona nosso pensamento. Por outro lado, somente observando, não podemos entender a lógica das relações expostas no mapa pelo aprendiz. É preciso, isto sim, perguntar para compreender porque o aluno relacionou alguns conceitos e não outros, porque utilizou determinado verbo e não outro e que explicações fornece às proposições construídas. Importante lembrar que nem sempre a lógica do aluno é a mesma do professor, já que, como adulto, consegue operar diferentemente da criança. Portanto antes de considerar equivocada a idéia construída pelo aluno, é fundamental saber por que a elaborou dessa forma. Somente assim, poderemos indagá-lo e desequilibrá-lo através de perguntas desafiadoras, as quais poderão fazê-lo pensar e tomar consciência de aspectos antes desconsiderados em sua análise.

532. O último aspecto a considerar em relação à intervenção do professor é a possibilidade de fomentar e promover a confecção de várias versões do mapa conceitual. Levando-se em consideração que nosso entendimento sobre as coisas evoluem e se transformam à medida que

conhecemos mais, é natural que a representação de nosso pensamento também se modifique ao confeccionarmos uma nova versão do mapa. Sendo assim, é muito importante que o professor estimule em aula, após leituras, discussões e experimentos diversos, uma nova versão do mapa conceitual, a fim de que o aprendiz tenha a chance de reelaborar suas idéias, complementá-las, ampliá-las ou modificá-las. A nova versão de um mapa conceitual é sempre feita a partir da versão anterior, modificando-se as proposições já existentes, mantendo-as, excluindo-as ou acrescentando-se novas relações.

533. Por fim, ressaltamos a importância da intervenção do professor para que o mapa conceitual seja de utilidade tanto para o aprendiz quanto para a avaliação do docente, haja vista as várias possibilidades de compreensão do ponto de vista do aluno e as estratégias de mediação do educador na tentativa de compreender como o aluno está pensando e aprendendo.

534.

535. **Referências Bibliográficas do texto:**

536. DUTRA, Ítalo & JOHANN, Stéfano P. *Por um abordagem construtivista dos mapas conceituais.*

537.

538. GAVA, Tânia, MENEZES, Crediné & CURY, Davidson. Aplicações de Mapas Conceituais na Educação como Ferramenta Metacognitiva.

539.

540. Instituto Ayrton Senna. Sua Escola a 2000 Por Hora: Guia para Interlocutores.

541. MACEDO, Lino de. *Esquemas de ação ou operações valorizadas na matriz ou prova do ENEM.* In: Eixos Cognitivos do ENEM, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, Ministério da Educação, Brasília, 2007.

542.

543. Porto Alegre, 25 de julho de 2007.

545. Texto base a ser mediado com os alunos e futuros questionamentos.

546.

❖ **A Física de Partículas e Interações**

547. A física de partículas é a área da física mais estudada atualmente, pois além de desafiar a intuição e explicar o funcionamento de tudo é uma das poucas áreas em que a física teórica e experimental se desenvolvem juntas nos chamados colisores de partículas. Essa área tem sido amplamente estudada desde 1900, quando Max Planck criou o conceito de quantum, dando assim início à física quântica e mais tarde à física de partículas, que é uma de suas ramificações.

548.

❖ **O modelo Padrão**

549.

550. O modelo padrão da física de partículas é a teoria mais correta para descrever a natureza da matéria e suas interações. Essa teoria, primordialmente, identifica as partículas elementares da matéria, além de especificar como interagem. De acordo com esse modelo, as partículas elementares, ou seja, as que não possuem estrutura interna, são chamadas de léptons e quarks. Tais partículas são os "blocos de construção" de outras, como o próton, por exemplo. Partículas formadas por quarks são chamadas de Hádrons, dentre os mais famosos podem-se citar os prótons e nêutrons. Existem ainda outras partículas chamadas bárions, também constituídas por quarks, mas que, ao contrário dos prótons e nêutrons, podem ser formadas por três antiquarks. Há ainda os mésons, que são formados por um quark e um antiquark. O modelo descreve os léptons - elétron, múon, tau, neutrino do elétron, neutrino do múon e neutrino do tau - e seis quarks - quark up (u), quark down (d), quark charm (c), quark strange (s), quark bottom (b) e

quark top (t). Até agora, vimos que a matéria é formada por 12 tipos de partículas. Todavia, os quarks possuem uma propriedade chamada cor. Como existem três cores (vermelho, verde e azul) e cada quark pode adquirir as três cores, concluímos, portanto que existem 18 quarks. Porém, cada partícula possui uma antipartícula, fazendo com que existam no total 12 léptons e 36 quarks.

551. A grande maioria dos hádrons é formada por menos três quarks, como por exemplo o próton, cuja estrutura interna é uud, ou seja, possui dois quarks u e um quark d. Tão comuns quanto os prótons são os mésons π^- , formados por um antiquark u e um quark d. Apesar de pouco citados, a teoria dos quarks, a Cromodinâmica Quântica, não restringe o número de quarks combinados. Todavia, apenas pesquisas recentes de físicos experimentais têm apresentado evidências de hádrons com cinco quarks, ou pentaquarks. Como tais experiências são relativamente recentes, necessitam de mais tempo para se consolidarem. Assim como descreve as partículas, o modelo padrão também descreve os quatro tipos de interações fundamentais: **gravitacional, eletromagnética, forte e fraca**. Essas interações ocorrem graças às propriedades específicas da matéria, como: massa (gravitacional), carga elétrica (eletromagnética), cor (interação forte) e carga fraca (interação fraca). Salientamos que tais interações ocorrem graças às partículas de força ou partículas mediadoras, ou ainda, partículas virtuais.

552. As interações fundamentais acontecem como se as partículas "trocassem" outras partículas entre si. Essas partículas são: fótons (interação eletromagnética), glúons (interação forte), partículas W e Z (interação fraca) e os teóricos grávitons (interação gravitacional). Com exceção do gráviton todas as partículas descritas pelo modelo padrão já foram analisadas. As partículas, trocam as chamadas partículas virtuais, fazendo com que a interação ocorra devido à ação desses emissários. As partículas virtuais são as mediadoras das interações e possuem esse nome por não terem massa, com exceção das partículas W e Z que

possuem massa, mas são consideradas virtuais. Embora não possuam massa, possuem energia e, por isso, são consideradas pulsos de energia.

553. Têm ainda os campos, que são criados pelas interações dos quanta correspondentes. Um exemplo disso é o fóton, mediador da força eletromagnética e por isso cria um campo eletromagnético. Assim, a simetria é sustentada. Temos quatro bósons, interações e quatro campos fundamentais (existem outros, como o chamado campo de Higgs).

554. Existe um único problema nesta dessa teoria. O gráviton, partícula responsável por mediar a força gravitacional, nunca foi observada. Além disso, a gravidade não se encaixa bem nessa teoria, criando uma série de problemas teóricos que, por enquanto, são insolúveis.

555. Para desvendar mais e mais mistérios sobre os constituintes da matéria, foi criado há mais de cinquenta anos um centro de pesquisa que reúne mais de seis mil cientistas provenientes de 80 países (incluindo o Brasil).

❖ O que é o CERN?

556. É o acrônimo (sigla) que identifica a Organização Europeia para Pesquisa Nuclear. Os cientistas fazem descobertas que mudam o rumo da física e criam tecnologias que estão mais presentes no cotidiano das pessoas. A rede www, por exemplo, nasceu no Cern. Muitos equipamentos utilizados na medicina diagnóstica, inclusive alguns tratamentos médicos, dependem do que foi descoberto nesse grande laboratório encontrado na Suíça. Hoje, os cientistas deste laboratório estão empenhados, entre várias tarefas, em reproduzir as condições do Big Bang, para descobrir partículas novas, decifrar a matéria escura, entender porque a matéria prevaleceu sobre a antimatéria e encontrar o bóson de Higgs (a partícula que seria responsável por dar massa às coisas). Todos esses experimentos acontecem embaixo da terra, a cerca

de 100 metros da superfície da França e da Suíça, em um túnel em formato de anel com 27 km de perímetro.

❖ **O Large Hadron Collider (LHC).**

557. **O LHC (Grande Colisor de Hádrons)** é simplesmente o mais potente e sofisticado instrumento científico jamais concebido o projeto que reuniu o maior esforço humano até hoje. Dentro do túnel, partículas subatômicas (que compõem o átomo) vão ser aceleradas em direções opostas, para que colidam em uma velocidade nunca reproduzida pelo homem.

558. A quantidade de energia que será liberada no choque perturbará o vácuo, permitindo que partículas ainda desconhecidas apareçam. Essas colisões serão analisadas por quatro detectores, construídos em pontos estratégicos do anel (Atlas, Alice, CMS e LHC-b). A construção do LHC foi um desafio para a ciência e para a engenharia. O projeto vai utilizar a maior quantidade de hélio líquido (96 toneladas) resfriado a 1,9 K, (o que equivale a $-271,3^{\circ}\text{C}$), algo jamais visto na história da ciência, para que seja possível atingir a energia desejada, criando assim a região mais fria do Universo (a temperatura do universo é de 2,7 K).

559. A constituição do LHC é composto por um túnel a 100 metros ao menos debaixo da terra na fronteira da França com a Suíça, onde os prótons serão acelerados no anel de colisão que tem cerca de 8,6 km de diâmetro. Amplificadores serão usados para fornecer ondas de rádio que são projetadas dentro de estruturas repercussivas conhecidas como cavidades de frequência de rádio. Exatamente 1232 ímãs bipolares supercondutores de 35 toneladas e quinze metros de comprimento agirão sobre as transferências de energias dentro do LHC. Os detectores de partículas ATLAS, ALICE, CMS e LHCb, que monitoram os resultados das colisões, possuem mais ou menos o tamanho de prédios de cinco andares (entre 10 e 25 metros de altura) e 12 500 toneladas.

560. O LHC custou cerca de 3 mil milhões de euros ao contribuinte europeu. Um dos principais objetivos do LHC é tentar explicar a origem da massa das partículas elementares e encontrar outras dimensões do espaço, entre outras coisas. Uma dessas experiências envolve a partícula Bóson de Higgs. Caso a teoria dos campos de Higgs estiver correta, ela será descoberta pelo LHC. Procura-se também a existência da super simetria. Experiências que investigam a massa e a fraqueza da gravidade serão um equipamento toroidal do LHC e CMS ("Solenóide de múon compacto"). Elas irão envolver aproximadamente 2 mil físicos de 35 países e dois laboratórios o JINR (Joint Institute for Nuclear Research) e o CERN (Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire). As experiências por meio do LHC devem permitir descobrir várias partículas dotadas de todas as cargas de energia e exercendo as mesmas interações que as partículas do Modelo Padrão conhecidas.

561.

❖ **Antimatéria**

562.

563. O Físico britânico Paul Dirac, em 1928 previu a antimatéria. O mesmo proporcionou a equação hoje conhecida como Equação de Dirac, que descreve o funcionamento das partículas chamadas férmions. As partículas podem ser divididas em dois grupos: as que carregam forças (bósons) e as que não carregam (férmions) e tal equação levou à previsão das chamadas antipartículas. A teoria das antipartículas foi confirmada em 1993, quando Carl Anderson detectou em raios cósmicos a antipartícula do elétron, o pósitron.

564. As antipartículas de cada partícula possuem mesma massa e spin, porém com carga elétrica e número bariônico opostos. Todas as partículas possuem uma antipartícula, assim um próton possui um antipróton, um nêutron possui um antinêutron e assim por diante. Entretanto, existem partículas neutras, como os fótons, cuja antipartícula é a mesma.

565. A matéria e a antimatéria são concorrentes. Se uma partícula de matéria e uma de antimatéria se tocarem, ambas se transformarão instantaneamente em energia pura. Por esse motivo os cientistas que vêm criando antiátomos de hidrogênio e deutério usam uma técnica chamada Penning trap que consiste basicamente em criar campos magnéticos e elétricos para aprisionar completamente o antiátomo em uma câmara de vácuo, evitando assim o contato com partículas de matéria.

566.

❖ **Bóson de Higgs? Teorias novas a vista!**

567.

568. É de conhecimento de muitos, que o espaço é recheado pelas partículas virtuais e por quatro campos fundamentais. Além destes campos, há um quinto campo fundamental, chamado campo de Higgs e, por harmonia, uma partícula que o mediará, chamada de bóson de Higgs. O escocês Peter Higgs ficou famoso em 1960 pela criação dos conhecidos mecanismos de Higgs. A teoria propunha uma quebra na simetria da teoria eletrofraca uma unificação da força nuclear fraca com eletromagnética, dando assim massa aos bósons W e Z. Há uma contradição na teoria eletrofraca formulada em 1962 por Sheldon Glashow, um paradoxo que envolve a massa das partículas W e Z devido à debilidade da interação fraca. De acordo com esse paradoxo, a massa deveria ser estranhamente elevada enquanto a simetria da teoria dizia que a massa deveria ser nula. Com os mecanismos de Higgs, isso foi resolvido e chega-se à conclusão de que as massas de W e Z são ilusórias e dadas pelos campo de Higgs, que afirma que partículas W e Z se chocam incessantemente com as partículas de Higgs, ganhando, dessa forma, sua massa. Assim, a hipótese prevê a existência de uma partícula mediadora e um campo fundamental que cobre todo o universo, dando massa às partículas. A teoria de Higgs ainda não foi comprovada, apesar de extremamente aceita assim como a existência da partícula de

Higgs. Isso acontece porque os detectores de partículas até hoje construídos não possuem energia suficiente para detectar tais interações. Espera-se que o LHC (Large Hadron Collider ou Grande Colisor de Hádrons) seja capaz de detectar essa partícula, comprovando ou não a teoria.

569.

570. Curiosidades sobre Partículas Elementares

571.

572. 1) **Elétrons**: é uma partícula subatômica que circunda o núcleo atômico, identificada em 1897 pelo inglês John Joseph Thomson. É de carga negativa “**e**” e responsável pela criação de campos, magnéticos e elétricos.

573. 2) **Fótons**: partículas que formam a luz.

574. 3) **Glúons**: partículas que mantêm quarks e antiquarks ligados

575. 4) **Bósons W+, W-** : bósons intermediários no processo de decaimento do nêutron. W+ é de carga positiva, W- , negativo. O nêutron livre, fora do núcleo do átomo, tem vida média de 15 minutos. Depois disto, decai em próton + elétron + antineutrino). Esta interação é chamada de interação fraca ou força fraca ou força nuclear fraca.

576. 5) **Bósons Z**: outro bóson intermediário que participa da interação fraca

577. 6) **Quark u (ou up) e quark d (ou down)** : os quarks u e d forma partículas como prótons e nêutrons: prótons são formados por 2 quarks u e 1 quark d. Nêutrons são formados por 2 d e 1 u. Dá para citar os outros 4 quarks: quark s (ou strange) , quark t (ou top), quark c (ou charm) e quark b (ou bottom).

578. 7) **Múon e tau**: O múon e o tau são partículas da família dos elétrons. Diferem na massa e no número quântico chamado de "flavor".

579. 8) **Neutrino do elétron ou neutrino eletrônico**: Podemos citar outros 2 neutrinos: neutrino do múon e neutrino do tau.

580. 9) **Gráviton:** partícula hipotética, ainda não detectada. O campo gravitacional seria formado por grávitons.

581. 10) **Bóson de Higgs:** partícula hipotética, ainda não detectada
582.

❖ **Origem da expressão Partícula de Deus!**

583.

584. O bóson de Higgs ficou conhecido como "partícula de Deus", porque, assim como Deus, estaria em todas as partes, mas é difícil de definir. Embora a partícula leve o nome de Higgs, importantes trabalhos teóricos também foram desenvolvidos pelos físicos belgas Robert Brout e François Englert.. Mas a real origem é bem menos poética. A expressão vem de um livro do físico ganhador do prêmio Nobel Leon Lederman, cujo esboço de título era "A Partícula Maldita" ("The Goddamn Particle", no original), em alusão às frustrações de tentar encontrá-la. O título foi, depois, cortado para "A Partícula de Deus" por seu editor, aparentemente temeroso de que a palavra "maldita" fosse ofensiva.

❖ **De quanta eletricidade o LHC precisa para funcionar?**

585.

586. É preciso 120 MW para que o aparelho funcione, o que equivale ao consumo de energia cantão suíço de Genebra. Essa quantidade de força seria o suficiente para alimentar 1,2 milhão de lâmpadas incandescentes de 100 watts ou 120 mil casas medianas da Califórnia. Estima-se que o custo anual de funcionamento do LHC seja de € 19 milhões (quase R\$ 60 milhões).

587.

❖ **Qual quantidade de dados que esperam obter do LHC?**

588.

589. Os experimentos do Grande Colisor de Hádrons contam com cerca de 150 milhões de sensores que fornecem informações 40 milhões de vezes por segundo. O fluxo de dados é de cerca de 700 MB por segundo, ou cerca de

15 petabytes por ano. Se você tentasse gravar tudo isso em CDs, acumularia uma torre de 20 km anualmente. E DVDs não seriam uma opção muito melhor, já que você precisaria de cerca de 100 mil a cada 12 meses. Para receber esse dilúvio de informações, o CERN construiu a Grade Mundial de Computação do LHC, uma espécie de internet privada e super-rápida que conecta cerca de 80 mil computadores para que analisem os dados do colisor.

590.

❖ **LHC pode criar um buraco negro que vai engolir a Terra?**

591.

592. Se você já tinha ouvido falar de aceleradores de partículas (não importa qual seja), provavelmente já ouviu teorias apocalípticas de que esses dispositivos poderiam dar origem a buracos negros que consumiriam nosso planeta, entre outras coisas. Mesmo considerando que o LHC tem uma remota chance de criar um micro buraco negro, o produto teria uma medida e uma massa tão insignificantes que teria dificuldades para absorver sequer um próton, quanto mais um planeta inteiro. Outras teses apocalípticas (como a criação de strangelets, de monopolos magnéticos ou da “bolha-vácuo”), embora em teoria sejam minimamente possíveis, são altamente improváveis.

593.

❖ **Qual a semelhança entre o LHC e uma geladeira?**

594.

595. Fica frio, o LHC não é usado para impedir que a carne do churrasco dos pesquisadores estrague! Na realidade, a semelhança é que ambos dependem de refrigeração. O Grande Colisor de Hádrons tem o maior sistema criogênico do mundo e pode ser considerado um dos lugares mais gelados da Terra. Para manter os ímãs do dispositivo na temperatura de supercondução, os cientistas tem que resfriá-los para 1,9 kelvin (-271,3 graus celsius) – uma temperatura menor do que a do espaço sideral, que atinge o valor mínimo de -270,5 graus celsius em alguns pontos. E atingir esse ponto nas escalar de calor não é fácil: são

utilizadas 10 mil toneladas de nitrogênio líquido e 90 toneladas de hélio líquido, em um processo que leva algumas semanas.

596.

597.

598.

599. **Sugestões de textos para leitura e análise do professor**

600.

601. **Artigos**

602.

603. Disponível em:
<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol5/Num2/v5n1a03.pdf>.

604. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/modelopadrao.pdf>.

605. Disponível em:
<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol6/Num1/charme.pdf>.

606. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/351301.pdf>.

607.

608. **Livros**

609.

610. Disponível para leitura na Web “**O Mágico dos Quarks**” em:

611. <http://books.google.com.br/books?id=TZUUiAndcNEC&printsec=frontcover&hl=pt-BR#v=onepage&q&f=false>.

612.

613. Disponível para leitura na Web “**O Discreto Charme das Partículas Elementares**” em:

http://books.google.com.br/books?id=4nLak3pcvEQC&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false.

614.

615. **Textos complementares**

616.

617. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>.

618.

- 619.
- 620.
- 621.
- 622.
- 623.
- 624.
- 625.

7. REFERÊNCIAS

- 626.
- 627. ABDALA, M. C. **O discreto charme das partículas elementares.** São Paulo: UNESP, 2006.
- 628. _____. Sobre o discreto charme das partículas elementares. **Revista Física na Escola**, v. 6, n.1, 2005.
- 629. BRASIL. **PCN+ Ensino Médio:** Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. MEC/SEB, Brasília, 2002.
- 630.
- 631. FREIRE P. **Pedagogia da Autonomia:** Saberes Necessários à Prática Educativa. PAZ E TERRA, 1999.
- 632. GILMORE, R. **O Mágico dos Quarks.** Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2002. 218 p.
- 633. MACKEDANZ, L. F.; NÓBREGA, F. K. O LHC (Large Hadron Collider) e a nossa física de cada dia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 35, n. 1, 1301. 2013.
- 634.
- 635. **MEGA CURIOSO.** Disponível em:<
<http://www.megacurioso.com.br/acelerador-de-particulas/37780-10-curiosidades-sobre-o-grande-colisor-de-particulas-do-cern.htm>> Acesso em 15 jun.2014.
- 636.

637. MOREIRA, M.A. **Física de Partículas: uma abordagem conceitual & epistemológica**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.
- 638.
639. MOREIRA, M. A. **O modelo padrão da física de partículas**. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.31, n.1, 2009.
640. OSTERMANN, F. e CAVALCANTI, C. J. H. Física moderna e contemporânea no ensino médio: elaboração de material didático, em forma de pôster, sobre partículas elementares e interações fundamentais. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 16, n. 3, 2008.
- 641.
642. OSTERMANN, F. e MOREIRA, M. A. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa “física moderna e contemporânea no ensino médio”. **Investigações em ensino de ciências**, v. 5, n. 1, 2000.
- 643.
644. ZANOTELLO, M.; ALMEIDA, M. J. P. M. Produção de sentidos e possibilidades de mediação na física do ensino médio: leitura de um livro sobre Isaac Newton. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v.29, no . 3, p.437-446, 2007. Disponível em: <
<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v29n3/a15v29n3.pdf>> Acesso em: 11 mar. 2014.
- 645.
646. SIQUEIRA, Denise da Costa Oliveira. **Corpo, comunicação e cultura: a dança contemporânea em cena**. Campinas: Autores Associados, 2006.
- 647.
648. SANTORO, F.M., BORGES, M.R.S., SANTOS, N. **“Modelo de Cooperação para Aprendizagem Baseada em Projetos: Uma Linguagem de Padrões”**. In: 1a Conferência Latino Americana em Linguagens de Padrão para Programação – SugarLoaf PloP. Rio de Janeiro, Brasil, 2001a.

649.

650. VIGOSTSKY, L.S. **Aprendizagem e desenvolvimento na idade escolar**. In In Luria, Leontiev, Vigotski e outros. Psicologia e Pedagogia I: bases psicológicas da aprendizagem e do desenvolvimento. Lisboa: Editorial Estampa, 1977.